

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**“DISEÑO DE LOS SISTEMAS PARA AGUA POTABLE,
ALCANTARILLADO Y DRENAJE EN NUEVAS VIAS, POR
EXPANSION URBANA, EN EL DISTRITO DE BOLÍVAR.
PROVINCIA BOLÍVAR”**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: HIDRAÚLICA

AUTORES:

Br. ARTEAGA RIVERA, GERARDO ALONSO

Br. PRIETO RENGIFO, CRISTIAN MARTHAN

ASESOR:

Dr. SAGASTEGUI PLASENCIA, FIDEL GERMAN

TRUJILLO – PERÚ

2019

N° DE REGISTRO.....

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**“DISEÑO DE LOS SISTEMAS PARA AGUA POTABLE,
ALCANTARILLADO Y DRENAJE EN NUEVAS VIAS, POR
EXPANSION URBANA, EN EL DISTRITO DE BOLÍVAR,
PROVINCIA BOLÍVAR”**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: HIDRAÚLICA

AUTORES:

Br. ARTEAGA RIVERA, GERARDO ALONSO

Br. PRIETO RENGIFO, CRISTIAN MARTHAN

ASESOR:

Dr. SAGASTEGUI PLASENCIA, FIDEL GERMAN

TRUJILLO – PERÚ

2019

N° DE REGISTRO.....

**TESIS: “DISEÑO DE LOS SISTEMAS PARA AGUA POTABLE,
ALCANTARILLADO Y DRENAJE EN NUEVAS VIAS, POR EXPANSION
URBANA, EN EL DISTRITO DE BOLÍVAR, PROVINCIA BOLÍVAR”**

Por: Br. ARTEAGA RIVERA GERARDO ALONSO

Br. PRIETO RENGIFO CRISTIAN MARTHAN

JURADO EVALUADOR

Presidente:

Ing. NARVAEZ ARANDA RICARDO ANDRES _____

CIP: 58776

Secretario:

Ing. CABANILLAS QUIROZ GUILLERMO JUAN _____

CIP: 17902

Vocal:

Ing. PAREDES ESTACIO JORGE LUIS _____

CIP: 90402

Asesor:

Ing. SAGASTEGUI PLASENCIA FIDEL GERMAN _____

CIP: 32720

DEDICATORIA

De GERARDO:

Este trabajo de investigación lo dedico en primer lugar a Dios, por la inspiración de vida y perseverancia en todo lo propuesto, él me ha dado la fortaleza para continuar en mis objetivos y metas propuestas, al darme el sentido y propósito para seguir adelante.

En segundo lugar, a mis padres por todo el amor dedicación y formación en solidos valores que me han brindado desde muy pequeño, por ser los cimientos de mi vida y por todo el afecto incomparable que recibo de ellos y los consejos técnicos y de vida que me ayudaron en mi formación general.

En tercer lugar, a mi familia en general porque me han brindado su apoyo incondicional y por compartir conmigo gratos momentos en toda esta etapa universitaria ellos también sintieron el sacrificio realizado en este tiempo siendo un soporte muy importante.

En cuarto lugar, a mis compañeros con los cuales supe valorar el trabajo en equipo, intercambiando ideas y experiencias adquiridas a lo largo de nuestras vidas, por el apoyo mutuo entre nosotros para superar los obstáculos presentados en el transcurrir universitario.

Finalmente, a la Universidad Privada Antenor Orrego por acogerme en su casa superior de estudio y a la prestigiosa, Escuela Profesional de Ingeniería Civil la cual me preparo para mejorar la calidad de vida de las demás personas al igual que la mía, a mis amigos en general que en un comienzo fueron mis compañeros de clase y ahora somos colegas que nos enfrentaremos a todos los retos que se presentaran en el futuro.

DEDICATORIA

De CRISTIAN:

A Dios, por darme salud en este tiempo de estudio y dedicación en mi carrera, por guiarme en cada paso que doy hacia mi futuro, por forjarme un destino más favorable para mi vida y de familia.

A mis padres, por ayudarme incansablemente en todas mis metas, inculcándome valores morales y sociales teniendo en cuenta las costumbres tradicionales de la familia, el hogar y el trabajo perseverante de lograr mis metas a todo esto les agradezco infinitamente todo el apoyo incondicional brindado, el cual será recompensado infinitamente.

A mis compañeros, los cuales forjamos grandes lazos de amistad en cada grupo de estudio, en los momentos de estudio y apoyo, intercambiando conocimiento adquirido al largo de sus vidas, ya que no solo fue conocimiento técnico sino también experiencias vividas a lo largo del tiempo de la universidad lo cual también he aprendido a tener en cuenta siempre en el día a día.

A mis maestros, por tener la paciencia de brindarnos su conocimiento técnico y de vida a hacia nosotros, por tener en cuenta el poco conocimiento y que luego se fue amoldando hasta ser un profesional capaz de afrontar los retos laborales.

A la universidad, por tener el agrado de adoptarme en los 5 años de estudio en sus instalaciones, onde pase una valiosa parte de mi vida en los salones, en los pasillos, en la biblioteca y los auditorios donde forje grandes amistades y alianzas estratégicas con compañeros y ahora colegas.

AGRADECIMIENTO

Doy gracias a Dios, por haberme dado fuerza y valor para culminar esta etapa de mi vida.

Agradezco también la confianza y el apoyo brindado por parte de mis padres, quienes siempre han estado presentes en mi vida, que sin duda alguna en el trayecto de mi vida me han demostrado su amor, corrigiendo mis faltas y celebrando mis triunfos.

GERARDO

A Dios, por darme vida y salud, guiarme en todo momento y ayudarme a tomar las mejores decisiones en la vida y siempre mirando hacia al frente forjándome un futuro próspero.

A mi esposa e hijo, que se sacrificaron al igual que yo en estos últimos años, todo esfuerzo tiene su contribución y será para mejorar y a mis padres por todo esfuerzo innegable.

CRISTIAN

RESUMEN

“DISEÑO DE LOS SISTEMAS PARA AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y DRENAJE EN NUEVAS VIAS, POR EXPANSION URBANA, EN EL DISTRITO DE BOLÍVAR, PROVINCIA BOLÍVAR”

Esta investigación se resume en el diseño de un sistema de agua potable, alcantarillado y drenaje el cual se realizó en el en el barrio San Juan que fue aperturado por expansión urbana de acuerdo al plan de ordenamiento territorial de la municipalidad provincial de bolívar. El cual está ubicado en el distrito de bolívar, provincia de bolívar, en el departamento de La Libertad.

Para ello se hizo un levantamiento topográfico y un reconocimiento de la zona para que de esta forma se pueda obtener la superficie del terreno el cual es accidentado y el suelo con presencia de vegetación y parte de material rocoso con cotas de 3150 a 3200 m.s.n.m. con estos datos se empezó a trabajar en el área de estudio propuesto.

Se realizo el estudio de la tasa de crecimiento poblacional con los diferentes métodos existentes dando como resultado una población beneficiada de 536 habitantes que ocuparan los 134 lotes para un periodo de 20 años, con estos datos se modelo en WATERCAD V8i, SEWERCAD V8i y HidroEsta.

Los cuales dieron para la red de agua potable un total de 2445ml de tuberías con 20 nudos, diámetros de variados de 2" 1/2 a 1/2" de PVC C-7.5, verificando las presiones y velocidades en tuberías.

Para la red de alcantarillado un total de 1994ml de tubería de PVC S-25 de 6" de diámetro y 53 buzones de 1.2m de altura, verificando las velocidades la tensión tractiva mayor a 1Pa y el tirante que cubra 75% del diámetro de la tubería.

Para el sistema de drenaje se obtuvo la precipitación máxima por el método de log-Pearson tipo III de 63.56 mm, luego el tiempo de concentración de 1.72hrs y el caudal de diseño de 1.35m³/s con esto se diseñó las cunetas de 3:1 y de 1.5:1 de talud para ambos lados de la vía de hormigón y alcantarillas de 1.2m de altura mínima, sobreamochos de 0.50m y pendientes de 2% y demás especificaciones señaladas en los planos en anexos.

ABSTRACT

“DESIGN OF SYSTEMS OF DRINKING WATER, SEWAGE AND DRAINAGE IN NEW ROADS, BY URBAN EXPANSION, IN THE DISTRICT OF BOLÍVAR, PROVINCE OF BOLÍVAR”

This investigation will resume in the design of a potable water, sewerage and drainage system that was carried out in the San Juan neighborhood that was opened by urban expansion in accordance with the territorial planning plan of the provincial municipality of Bolívar. Which is located in the district of Bolívar, province of Bolívar, in the department of La Libertad. for this, a topographic survey and recognition of the area was carried out so that in this way the surface of the land that is rough and the soil with the presence of vegetation and part of rocky material with heights of 3150 to 3200 m.s.n.m. With this data, work began on the proposed area of study. The population growth rate study was carried out with the different methods affected, which resulted in a population that benefited from 536 inhabitants occupying 134 lots for a period of 20 years, with these data modeled in WATERCAD V8i, SEWERCAD V8i and HidroEsta. They require a total of 2445 ml of pipes with 20 knots for the drinking water network, with varying diameters of 2 "1/2 to 1/2" of C-7.5 PVC, verifying the pressures and speeds in the pipes. For the sewerage network, a total of 1994 ml of S-25 PVC pipe 6 "in diameter and 53 mailboxes 1.2 m high, checking the speeds of the tension of tension greater than 1Pa and the belt covering 75% of the diameter of the pipe. For the drainage system, obtain the maximum loss by the method of log-Pearson type III of 63.56 mm, then the concentration time of 1.72hrs and the design flow of 1.35m³ / s with this the ditches of 3:1 and 1.5:1 slope for both sides of the concrete track and sewers of 1.2m minimum height, 0.50m wide and 2% slopes and other specific points indicated in the plans in annexes.

PRESENTACIÓN

Señores Miembros del Jurado:

Dando el cumplimiento al Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Privada Antenor Orrego, para el título profesional de Ingeniero Civil, es grato dar a consideración, la presente tesis titulada: “DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y DRENAJE EN NUEVAS VIAS, POR EXPANSION URBANA, EN EL DISTRITO DE BOLÍVAR. PROVINCIA BOLÍVAR”

Atentamente:

Bach. Arteaga Rivera, Gerardo Alonso

Bach. Prieto Rengifo, Cristian Martha

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1: Calles y viviendas beneficiadas.....	6
Tabla N° 2: Déficit de planeamiento urbano a nivel nacional	14
Tabla N° 3: Sustancias y propiedades químicas que influyen sobre la aceptabilidad del agua para usos domésticos.....	27
Tabla N° 4: Límites provisionales para las sustancias tóxicas en el agua potable	28
Tabla N° 5: Concentraciones de fluoruros recomendadas para el agua potable ..	28
Tabla N° 6: Tabla de valores de C (H&W).....	38
tabla N° 7: tabal de valores de diámetro y pendientes mínimas.....	55
Tabla N° 8: Tabla de velocidades máximas según el tipo.	56
Tabla N° 9: Tablas de valores de los diámetros a distancias.	57
Tabla N° 10: Tabla de operacionalización de variables.....	67
Tabla N° 11: Tabla de censos y tasa de crecimientos.....	75
Tabla N° 12: Áreas ocupadas en la zona urbana	78
Tabla N° 13: Dotación de diseño.....	78
Tabla N° 14: Usos en el distrito de Bolívar	79
Tabla N° 15: Cálculos para la obtención de los caudales de diseño	80
Tabla N° 16: Área de viviendas en el barrio San Juan	81
Tabla N° 17: Parámetros de diseño del barrio San Juan	81
Tabla N° 18: Caudales de diseño barrio San Juan.....	82
Tabla N° 19: Criterio y datos tomados para el diseño del sistema de alcantarillado.	85
Tabla N° 20: Resultados de los 4 métodos	86
Tabla N° 21: Grafica de resultados de los métodos	87
Tabla N° 22: Demanda de agua en déficit en Bolívar.....	88
Tabla N° 23: Demanda de almacenamiento de agua en Bolívar.....	88
Tabla N° 24: Demanda de agua del barrio San Juan	89

Tabla N° 25: Demanda de almacenamiento de agua.....	89
Tabla N° 26: Número de viviendas y población.....	90
Tabla N° 27: Caudales de red de distribución.	91
Tabla N° 28: Resultados de WATERCAD V8I.....	92
Tabla N° 29: Resultados de nudos en WATERCAD V8I.	93
Tabla N° 30: Resultados del reservorio en WATERCAD V8I.	93
Tabla N° 31: Resultados de cámaras rompe presión en WATECAD.	93
Tabla N° 32: Resultados de cálculos de la red de distribución en WATERCAD V8I.	95
Tabla N° 33: Cálculo hidráulico de alcantarillado.	97
Tabla N° 34: Cálculo hidráulico del alcantarillado.	98
Tabla N° 35: Cálculos hidráulicos del sistema de alcantarillado para SEWERAD.	99
Tabla N° 36: Cálculo hidráulico del sistema de alcantarillado para SEWERCAD V8I.	100
Tabla N° 37: Resultados de tabla de buzones.	102
Tabla N° 38: Resultados de tabal de buzones para el modelamiento en SEWERCAD V8I.....	103
Tabla N° 39: Tabla de buzones proyectados.	105
Tabla N° 40: tabla de buzones existentes.	105
Tabla N° 41: Resultado de la tabla de tuberías.	106
Tabla N° 42:Resultado de la tabla de tuberías para el modelamiento en SEWERCAD V8I.	108
Tabla N° 43: Tabla de tuberías existentes.	109
Tabla N° 44: Tabla de tuberías existente.	109
Tabla N° 45: Tabla de resultados del SEWERCAD V8I.	110
Tabla N° 46: Resultados de buzones del SEWERCAD V8I.	111
Tabla N° 47: Resultado de recepción de buzones del SEWERCAD V8I.....	112

Tabla N° 48: Tabla de precipitaciones mensuales de 24hs.....	115
Tabla N° 49: Resultados de los métodos de distribución.	125
Tabla N° 50: Tabla de resultados del perfil SCS tipo II.	131
Tabla N° 51: Tabla de resultados del perfil SCS tipo II.	137
Tabla N° 52: Datos de la subcuenca barrio San Juan.....	138
Tabla N° 53: Tabla de coeficiente de escorrentía y tipo de suelo.....	140
Tabla N° 54: Tabla para el método de Creager.....	142
Tabla N° 55: Resultados del diseño de cunetas.....	145
Tabla N° 56: Resultados del diseño de alcantarilla.	146

INDICE DE GRÁFICOS.

Gráfico N° 1: Crecimiento poblacional distrito de Bolívar.

Gráfico N° 2: Método aritmético.

Gráfico N° 3: Método geométrico.

Gráfico N° 4: Método de interés simple.

Gráfico N° 5: Método exponencial.

Gráfico N° 6: Grafico de resultados de los métodos empleados.

Gráfico N° 7: Variación de precipitaciones máximas anuales.

Gráfico N° 8: Curva de duración vs intensidad.

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.

Ilustración 1: Ubicación de la zona de estudio Bolívar, departamento La Libertad. 5

Ilustración 2: Ubicación de la ciudad de Bolívar en el departamento de La Libertad.
..... 6

Ilustración 3: Ciudad de Bolívar, provincia Bolívar, departamento La Libertad.7

Ilustración 4: Plan expansión urbana de Bolívar, provincia Bolívar.7

Ilustración 5: Apertura de calles nuevas en Bolívar, en concordancia con el plan de expansión urbana.....	8
Ilustración 6: Apertura de calles nuevas en Bolívar, en concordancia con el plan de expansión urbana.....	8
Ilustración 7: Captación de ladera vista en planta.	31
Ilustración 8: Captación de ladera vista de perfil.	31
Ilustración 9: Diseño de una línea de conducción vista en planta.	33
Ilustración 10: Diseño de una línea de conducción vista de perfil.	34
Ilustración 11: Formación de sedimentos y de aire en las tuberías.....	35
Ilustración 12: Presiones residuales positivas y negativas.....	38
Ilustración 13: Presiones residuales positivas y negativas.....	40
Ilustración 14: Caseta válvulas de reservorio.....	41
Ilustración 15: Dimensiones del reservorio apoyado de sección cuadrada.....	42
Ilustración 16: Tipos de sistemas de distribución.	49
Ilustración 17. Circuito de una red de distribución cerrada.....	50
Ilustración 18: Esquema de sistemas de alcantarillado.....	55
Ilustración 19: Representación gráfica del tirante máximo de la tubería.	56
Ilustración 20: Representación del sistema hidrológico.....	65
Ilustración 21: Ubicación del proyecto.....	72
Ilustración 22: Barrio San Juan destinada a la apertura de calles en Bolívar.....	73
Ilustración 23: Formulas aplicadas para el diseño del sistema de alcantarillado...	83
Ilustración 24: sección de tubería de alcantarillado.....	83
Ilustración 25: Plano en planta de la distribución de la red de agua potable.....	95
Ilustración 26: Distribución de tuberías modelado en WATERCAD V8I.....	96
Ilustración 27: Diagrama de flujo de la red de alcantarillado.	112
Ilustración 28: Distribución de la red de alcantarillado.	113
Ilustración 29: Perfil longitudinal de la red de alcantarillado 1.....	113

Ilustración 30: Perfil longitudinal de la red de agua alcantarillado 2.	114
Ilustración 31: Perfil longitud de la red de alcantarillado 3.	114
Ilustración 32: Método distribución normal con $t = 10$ años.....	116
Ilustración 33: Método de distribución log-normal $2p$ con $t = 10$ años.....	117
Ilustración 34: Método de distribución de log-normal $3p$ con $t = 10$ años.....	117
Ilustración 35: Método de distribución gamma $2p$ con $t = 10$ años.....	118
Ilustración 36: Método de distribución gamma $3p$ con $t = 10$ años.....	118
Ilustración 37: Método de distribución log-Pearson tipo III con $t = 10$ años.....	119
Ilustración 38: Método de distribución Gumbel con $t = 10$ años.	119
Ilustración 39: Método de distribución log-Gumbel con $t = 10$ años.	120
Ilustración 40: Método de distribución normal con $t = 25$ años.....	120
Ilustración 41: Método de distribución log-normal con 2 parámetros con $t = 25$ años.	121
Ilustración 42: Método de distribución log-normal con 3 parámetros con $t = 25$ años.	121
Ilustración 43: Método de distribución gamma con 2 parámetros con $t = 25$ años.	122
Ilustración 44: Método de distribución gamma con 3 parámetros con $t = 25$ años.	122
Ilustración 45: Método de distribución log-Pearson tipo III con $t = 25$ años.....	123
Ilustración 46: Método de distribución Gumbel con $t = 25$ años.	123
Ilustración 47: Método de distribución log-Gumbel con $t = 25$ años.	124
Ilustración 48: Tabulación de 24hs.....	125
Ilustración 49: Formulas para el cálculo de tiempo de concentración.	139
Ilustración 50: Mapa del Perú donde representa las regiones.	141
Ilustración 51: Hidrograma unitario triangular de SCS.	142
Ilustración 52: Sección de cuneta en vista de perfil.....	144
Ilustración 53: Sección del diseño de alcantarilla.	145

INDICE GENERAL

I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	2
1.1.1. Descripción de la realidad problemática	2
1.1.1.1. Realidad problemática	2
1.1.1.2. Delimitación del problema.....	5
1.1.1.3. Características del problema	9
1.1.1.4. Análisis de las características del problema.....	10
1.1.2. Formulación del problema	11
1.2. OBJETIVOS.....	11
1.2.1. Objetivo general	11
1.2.2. Objetivos específicos.....	11
1.3. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO	12
II. MARCO DE REFERENCIA	13
2.1. ANTECEDENTES DEL ESTUDIO.....	13
2.1.1. Antecedentes Internacionales.....	15
2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES.....	22
2.2. MARCO TEÓRICO	25
2.2.1. Fuentes de Abastecimiento de agua.....	25
2.2.1.1. Aguas de lluvia	26
2.2.1.2. Aguas superficiales.....	26
2.2.1.3. Aguas subterráneas.....	26
2.2.1.4. Calidad del agua.....	26
2.2.2. Captación	29
2.2.2.1. Tipos de captación.....	30
2.2.3. Línea de conducción.....	31
2.2.3.1. Sistemas de líneas de conducción.....	32
2.2.3.2. Clases de tuberías.....	35
2.2.3.3. Cámara de aire	36
2.2.3.4. Cámara de purga.....	36
2.2.3.5. Cámara rompe presión	36
2.2.3.6. Línea de gradiente hidráulico.....	37
2.2.3.7. Pérdida de carga	37
2.2.3.8. Hazen & Williams.....	38

2.2.3.9.	Darcy & Weisbach	39
2.2.4.	Reservorio de Almacenamiento	39
2.2.4.1.	Tipos de reservorio	40
2.2.4.2.	Ubicación del reservorio.....	40
2.2.4.3.	Volumen de almacenamiento.....	42
2.2.4.4.	Volumen de regulación	43
2.2.4.5.	Volumen contra incendio.....	43
2.2.4.6.	Volumen de reserva.....	44
2.2.5.	Línea de aducción	44
2.2.5.1.	Diseño de la línea de conducción	44
2.2.5.2.	Calculo de la línea de aducción	45
2.2.6.	Red de distribución de agua	45
2.2.6.1.	Consideraciones para el diseño	46
2.2.6.2.	Tipos de red.....	47
2.2.6.3.	Sistema abierto o ramificado.....	47
2.2.6.4.	Sistema cerrado.....	48
2.2.6.5.	Método de Hardy Cross	49
2.2.6.6.	Válvulas	50
2.2.6.7.	Anclajes	51
2.2.6.8.	Tuberías	51
2.2.6.9.	Conexiones domiciliarias	52
2.2.7.	Sistema de alcantarillado.....	52
2.2.7.1.	Clasificación de aguas residuales	53
2.2.7.2.	Clasificación de sistemas de alcantarillado	53
2.2.7.3.	Partes de un sistema alcantarillado	54
2.2.7.4.	Consideraciones para el diseño del sistema de alcantarillado	55
2.2.8.	Fundamentos teóricos del sistema de alcantarillado pluvial.	57
2.3.	MARCO CONCEPTUAL.....	59
2.4.	HIPÓTESIS	66
2.5.	VARIABLES.....	66
2.5.1.	Dependiente [Y(J)]: j=1	66
2.5.2.	Independiente [X(i)] i=1,2,3.....	66
2.6.	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	67
III.	METODOLOGÍA EMPLEADA	67
3.1.	NIVEL Y ALCANCE DE INVESTIGACIÓN	67
3.1.1.	Nivel de investigación	67

3.1.2.	Alcance de la investigación.....	68
3.2.	POBLACIÓN Y MUESTRA DE ESTUDIO	68
3.2.1.	Población.....	68
3.2.2.	Muestra	68
3.3.	DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	68
3.4.	PROCEDIMIENTOS	69
3.4.1.	Etapa de campo	69
3.4.2.	Información cartográfica, documentación y administrativa	70
3.4.3.	Trabajo de gabinete.....	70
3.5.	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN.....	71
3.5.1.	Técnicas.....	71
3.5.2.	Instrumentos.....	72
3.6.	TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS	72
3.6.1.	Técnicas de análisis	72
3.6.1.1.	Ubicación del proyecto.....	72
3.6.1.2.	Topografía de la zona.....	73
3.6.1.3.	Geología de la zona del proyecto.....	73
3.6.1.4.	Aspectos climáticos	74
3.6.1.5.	Población.....	74
3.6.1.6.	Periodo de diseño.....	74
3.6.2.	Procesamiento de datos	74
3.6.2.1.	Determinación de la población futura.....	74
3.6.2.2.	Tasa de crecimiento.....	75
3.6.2.3.	Método aritmético	75
3.6.2.4.	Método geométrico	76
3.6.2.5.	Método de interés simple	76
3.6.2.6.	Método exponencial.....	77
3.6.2.7.	Áreas ocupadas en la zona urbana del distrito de Bolívar.....	77
3.6.2.8.	Determinación de la dotación de diseño en Bolívar.....	78
3.6.2.9.	Parámetros de diseño de Bolívar	79
3.6.2.10.	Cálculos para obtener los caudales de diseño de Bolívar	80
3.6.2.11.	Áreas proyectadas en la zona del barrio San Juan	81
3.6.2.12.	Parámetros de diseño del barrio San Juan	81
3.6.2.13.	Cálculos para obtener los caudales de diseño en el barrio San Juan.	82
3.6.2.14.	Criterios y datos para el diseño del sistema de alcantarillado.	83

IV.	PRESENTACION DE RESULTADOS.....	86
4.1.	RESULTADOS DEL DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE.....	86
4.1.1.	Resultados de población futura en el distrito de Bolívar.....	86
4.1.2.	Comparación de los métodos empleados.....	87
4.1.3.	Demanda de agua en el distrito de Bolívar.....	88
4.1.4.	Demanda de agua en el barrio San Juan.....	89
4.1.5.	Cálculo del número de viviendas y población de diseño.....	90
4.1.6.	Cálculo de redes de agua potable.....	90
4.1.7.	Cálculo de caudales en red de distribución.....	90
4.1.8.	Resultados de tuberías de WATERCAD V8I.....	92
4.1.9.	Resultados de nudos en WATERCAD V8I.....	93
4.1.10.	Resultados del reservorio en WATERCAD V8I.....	93
4.1.11.	Resultados de cámaras rompe presión en WATERCAD V8I.....	93
4.1.12.	Resultados del cálculo de la red de distribución con WATERCAD V8I.....	94
4.1.13.	Distribución de las redes de agua potable.....	95
4.2.	RESULTADOS DEL DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO.....	96
4.2.1.	Resultados del cálculo hidráulico del sistema de alcantarillado.....	96
4.2.2.	Resultado de la tabla de buzones.....	101
4.2.3.	Resultado de la tabla de tuberías.....	105
4.2.4.	Resultados de tuberías del SEWERCAD V8I.....	109
4.2.5.	Resultados de buzones del SEWERCAD V8I.....	111
4.2.6.	Resultados de la recepción de buzones del SEWERCAD V8I.....	112
4.2.7.	Distribución de red de alcantarillado.....	112
4.3.	RESULTADOS DEL ESTUDIO HIDROLÓGICO.....	115
4.3.1.	Datos mensuales de precipitación en 24hs.....	115
4.3.2.	Resultados de las precipitaciones con $t = 10$ años.....	116
4.3.2.1.	Datos del método de distribución normal con $t = 10$ años.....	116
4.3.2.2.	Datos del método de distribución log-normal de 2 parámetros con $t = 10$ años.....	117
4.3.2.3.	Datos del método de distribución log-normal 3 parámetros con $t = 10$ años.....	117
4.3.2.4.	Datos del método de distribución Gamma 2 parámetros con $t = 10$ años.....	118
4.3.2.5.	Datos del método de distribución gamma 3 parámetros con $t = 10$ años.....	118
4.3.2.6.	Datos del método de distribución log-Pearson tipo III con $t = 10$ años.....	119

4.3.2.7.	Datos del método de distribución Gumbel con t = 10años.	119
4.3.2.8.	Datos del método de distribución log-Gumbel con t = 10años.....	120
4.3.3.	Resultados de las precipitaciones con t = 25años.	120
4.3.3.1.	Datos del método de distribución normal con t = 25 años.	120
4.3.3.2.	Datos del método de distribución log-normal de 2 parámetros con t = 25años.	121
4.3.3.3.	Datos del método de distribución log-normal 3 parámetros con t = 25años.	121
4.3.3.4.	Datos del método de distribución Gamma 2 parámetros con t = 25años.	122
4.3.3.5.	Datos del método de distribución gamma 3 parámetros con t = 25ños.	122
4.3.3.6.	Datos del método de distribución log-Pearson tipo III con t = 25años.	123
4.3.3.7.	Datos del método de distribución Gumbel con t = 25años.	123
4.3.3.8.	Datos del método de distribución log-Gumbel con t = 25años.....	124
4.3.4.	Tabla de resultados de los diferentes y periodos.	124
4.3.5.	Resultados del perfil SCS tipo II.	125
4.3.6.	Morfología de la cuenca.....	138
4.3.7.	Cálculo de tiempo de concentración.	138
4.3.8.	Cálculo del caudal máximo por el método racional.	140
4.3.9.	Cálculo del caudal por el método envolvente de descargas máximas de Creager.	141
4.3.10.	Cálculo del método del HU triangular.....	142
4.3.11.	Resumen de caudales calculados.	143
4.4.	RESULTADOS DEL DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE.....	144
4.4.1.	Resultados del diseño de cunetas.	144
4.4.2.	Resultados del diseño de alcantarillas.....	145
V.	ANÁLISIS DE DISCUSIÓN DE RESULTADOS	147
VI.	CONCLUSIONES.....	148
VII.	RECOMENDACIONES	149
VIII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	150
IX.	ANEXOS	153

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el agua es un elemento fundamental para la vida, este recurso es muy utilizado en diferentes actividades cotidianas como en el uso doméstico, en la industria o en la salud e higiene.

En el Perú existen zonas que carecen de los servicios básicos como el abastecimiento de agua y alcantarillado, afectando así a la agricultura, ganadería y a la población con diversas enfermedades. Además, el crecimiento demográfico trae consecuencia a la expansión urbana para el desarrollo de los pueblos y es así que la demanda de agua crece.

En la provincia de Bolívar, La Libertad. Se encuentran muchos pueblos que están en vías de desarrollo, es por eso que esta investigación se centra en la apertura de calles en el barrio San Juan, distrito de Bolívar. Donde falta un diseño de los sistemas de agua potable y alcantarillado, agregando un diseño de sistema de drenaje por las constantes lluvias en la zona, evitando así posteriores inundaciones.

Se empezará el diseño recopilando información de la ciudad de Bolívar para así verificar la problemática existente, Se determinará el número de viviendas manzaneo y lotización del área urbana, se necesita conocer el levantamiento topográfico de la zona de estudio, y si la dotación existente de agua podrá seguir abasteciendo a la nueva población, Se conocerá los factores climatológicos de la zona.

Posteriormente a eso se realizará el diseño y modelamiento de los sistemas de agua, alcantarillado y drenaje de la zona a estudiar en los softwares WATERCAD, SEWERCAD V8i e HidroEsta correspondientemente, de esta manera se podrá simular el abastecimiento de agua, la recolección de aguas residuales y el drenaje de aguas pluviales.

Finalmente se presenta los resultados y se demuestra que el proyecto es viable para los pobladores del barrio San Juan en la ciudad de Bolívar. De esta manera dar bienestar y calidad de vida a las nuevas familias como también fortaleciendo la economía de la zona.

1.1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1.1. Descripción de la realidad problemática

1.1.1.1. Realidad problemática

La ocupación del suelo en zonas periféricas de las ciudades latinoamericanas ha estado caracterizada por la informalidad, en cuanto al cumplimiento de aspectos legales, ambientales, e institucionales. Además, por las políticas en los tres niveles de gobierno, que están poco o nada encaminadas a la prevención de una ocupación ilegal, y más dirigidas a una corrección posterior de la situación. (Clichevsky, 2006).

Esta ocupación informal se ha originado, en gran medida, a partir de poblaciones rurales que han sido desatendidas durante décadas, por los diferentes órdenes de gobierno. Y en segmentos de la población de ciudades pequeñas y localidades dispersas, que no encuentran en sus lugares de origen, los medios para vivir dignamente, viéndose en la necesidad de migrar a ciudades más grandes en busca de un mayor bienestar. (Díaz, A. 2006).

Así mismo, estas periferias urbanas se caracterizan por condiciones urbanas en las que no existen servicios e infraestructura elemental, aunado a que no se cumplen las normas básicas de construcción. De igual forma, las condiciones de las periferias urbanas presentan riesgos naturales diversos como inundaciones, derrumbes, sismos, etc. Que aunadas a construcciones que no cumplen las normas básicas, conforman condiciones propicias para la ocurrencia de desastres. (Cárdenas, Roper. 2012).

La situación que se presenta por las cuatro condiciones mencionadas (jurídicas, urbanas ambientales y socioeconómicas) crea un círculo de pobreza, la cual no debe verse solo en términos de ingresos de un hogar, sino también en términos de la existencia y disponibilidad de los servicios públicos, cuya cobertura no logra avanzar

suficientemente rápido para incorporar a los más pobres asentados en las periferias. (Díaz, 2006).

El artículo 195º de la Ley Nro. 27972 – Ley Orgánica de Municipalidades; dispone que los gobiernos locales tiene competencia para Planificar el desarrollo urbano y rural de sus circunscripciones, incluyendo la zonificación, urbanismo y el acondicionamiento territorial; además de Desarrollar y regular actividades y/o servicios en materia de educación, salud, vivienda, saneamiento, medio ambiente, sustentabilidad de los recursos naturales, transporte colectivo, circulación y tránsito, turismo, conservación de monumentos arqueológicos e históricos, cultura, recreación y deporte, conforme a ley, (Ley Orgánica de Municipalidades. 2017).

Es atribución de los gobiernos locales emitir normas técnicas generales en materia de organización del espacio físico y uso de suelo, es función específica de las municipalidades el Planeamiento Integral del Desarrollo Local y el Ordenamiento Territorial, en el nivel provincial y distrital, en conformidad al Artículo 73º: Materias de Competencia Municipal; del Capítulo I: Las Competencias y Funciones Específicas Generales; del Título V: Las Competencias y Funciones Específicas de los Gobiernos Locales, de la Ley Nro. 27972 – Ley Orgánica de Municipalidades; (Ley Orgánica de Municipalidades).

El crecimiento espacial de las ciudades está estrechamente relacionado con el dinamismo de las actividades económicas que inciden en la estructuración de las áreas de expansión urbana, como también en la mayor especialización y extensión del área central. Si bien los efectos son mucho más moderados que en las grandes metrópolis, en las ciudades intermedias este proceso lleva a la incorporación de nuevas áreas a la trama urbana consolidada. (Gárriz et al., 2005).

Se reconocen básicamente dos formas de crecimiento espacial de las ciudades: por verticalización y también pueden extenderse en

superficie incorporando al uso urbano tierras de la periferia. Atento a cuál de estas formas de crecimiento espacial es dominante y cómo se materializa en el espacio urbano se plantea la dicotomía entre ciudades compactas y ciudades dispersas. (Carreras Moysi, B., Fernández La Fuente, F., Arias Goytre, F. y Dómine Redondo, v. 1995).

El debate sobre la densidad y extensión de las ciudades, la forma y sustentabilidad urbanas cobra cada vez más relevancia. No se trata solo de una preocupación ambiental, sino también se cuestiona la calidad de vida, las condiciones de equidad social y las implicancias económicas que estas formas de urbanización suponen. En definitiva, es importante evaluar si, dado un crecimiento poblacional determinado es mejor que este ocupe el suelo de manera razonablemente compacta o, por el contrario, de forma extensa y con baja densidad. (Trivelli, P. 1982)

La Municipalidad Provincial de Bolívar, en el marco de su Plan de Desarrollo Concertado como objetivo la apertura de calles en el barrio San Juan, Provincia de Bolívar – La Libertad con el fin de ampliar y mejorar la infraestructura vial distrital; mediante inversiones locales y gestión de financiamiento. (Informe Alcalde Provincial. 2018).

Ante esta problemática, es importante darle atención con la realización del Diseño de los sistemas para agua potable, alcantarillado y drenaje en nuevas vías aperturadas, por expansión urbana, en el Distrito de Bolívar, Provincia Bolívar, comprensión del Departamento de La Libertad; y contribuir a elevar la calidad de vida de los pobladores que están habitando en 210 viviendas, en las vías urbanas aperturadas, por la expansión urbana del indicado distrito y Provincia de Bolívar.

1.1.1.2. Delimitación del problema

El trabajo de investigación se desarrollará en el Distrito de Bolívar, Provincia Bolívar. Departamento, La Libertad.

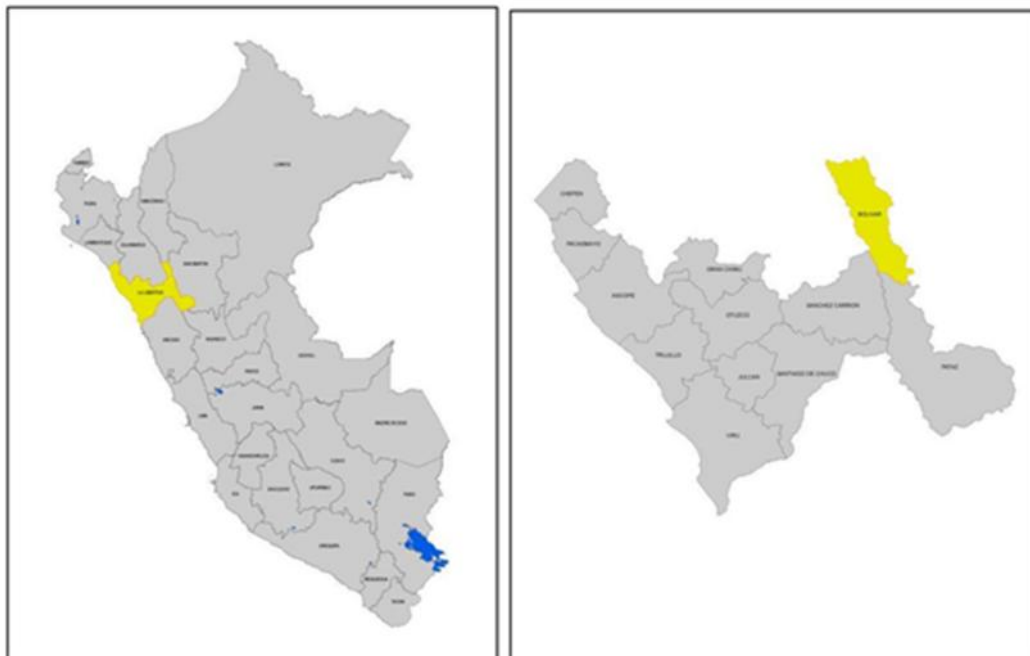


Ilustración 1: Ubicación de la zona de estudio Bolívar, departamento La Libertad.
Fuente: Imágenes de Google.

Coordenadas: 7°21 47 S 77°50 24 O

Altitud Media: 3,129 msnm

Superficie: 40.58 km²

Población:

- Total : 5220 Hab.
- Densidad : 7.05 Hab/K²

Comprende el diseño de los sistemas para Agua Potable, Alcantarillado y Drenaje en nuevas Vías aperturadas, por expansión urbana, en el Distrito de Bolívar, Provincia de Bolívar, en una longitud **2 mil quinientos quince metros lineales, para servir a 134 viviendas.**

Descripción de calle	Unidad	Longitud	Número de viviendas
Prolongación calle José Olaya	MI	667.00	135
Prolongación calle San Martín	MI	150.00	32
Pasaje Quiñones	MI	100.00	21
Calle Nueva s/n	MI	100.00	22
	Total	1,017 mts	210

Tabla N° 1: Calles y viviendas beneficiadas.

Fuentes: Propia



Ilustración 2: Ubicación de la ciudad de Bolívar en el departamento de La Libertad.
Fuente: Imágenes de Google.



**Ilustración 3: Ciudad de Bolívar, provincia Bolívar, departamento La Libertad.
Fuente: Google Maps.**



**Ilustración 4: Plan expansión urbana de Bolívar, provincia Bolívar.
Fuente: Google Maps.**



Ilustración 5: Apertura de calles nuevas en Bolívar, en concordancia con el plan de expansión urbana.

Fuente: Propia.



Ilustración 6: Apertura de calles nuevas en Bolívar, en concordancia con el plan de expansión urbana.

Fuente: Propia.

La falta de suministro e instalación de redes para agua potable, para alcantarillado y para drenaje en las nuevas vías aperturadas, por expansión urbana, es un problema que nos proponemos a dar solución.

La apertura de nuevas calles por expansión urbana, permite que los propietarios de los terrenos adjuntos a las nuevas calles aperturadas, puedan construir y vender para que construyan por ser zona urbana, pero las autoridades municipales son las llamadas a velar por el orden y evitar riesgos a los futuros habitantes que construyan en zonas adyacentes a las nuevas vías aperturadas.

La disponibilidad económica que cuentan las Municipalidades, es pequeña por lo que propondremos un estabilizador de suelos a fin de que las vías nuevas aperturadas, tengan un tratamiento de estabilización y compactación, sean presentables y que se integren a la red vial urbana de Bolívar.

El Estado no implementa un sistema integrado de atención de riesgos, pues actualmente hay una mala gestión porque cada sector toma sus medidas y no se manejan los proyectos de forma integral.

1.1.1.3. Características del problema

- Habiéndose aperturado nuevas vías urbanas en la ciudad de Bolívar, en concordancia con la expansión urbana de dicha ciudad, se crea la necesidad de realizar la instalación de las redes para agua potable, para alcantarillado y para drenaje.
- Las calles nuevas aperturadas son: Prolongación calle José Olaya, con 667 mts; Prolongación calle San Martín, con 150 mts; Pasaje Quiñonez con 100 mts y Calle s/n; con 100 mts.; haciendo un total de mil diecisiete metros y la necesidad de dar servicios a 210 viviendas.
- La propuesta para el diseño de los sistemas para agua potable, alcantarillado y drenaje se realizarán teniendo en cuenta la disponibilidad del agua potable, número de integrantes de cada

familia y de acuerdo a la topografía, coherentemente con el reglamento para este tipo de obras.

- Tenemos instituciones que predicen, como SENAMHI y ANA, pero no ejecutan. Transmiten la información a quienes podrían hacerlo, pero no están preparados, están en su rutina diaria de otras labores.

1.1.1.4. Análisis de las características del problema

- La dotación del agua potable, para cada nueva familia, debe ser coherente con el Reglamento de edificaciones del Perú y racionalizada, teniendo en cuenta que el recurso hídrico para consumo humano, no es abundante.
- Las recientes precipitaciones que se presentaron en la zona del estudio, ameritan un diseño eficiente para el drenaje en las calles nuevas aperturadas y con materiales anticorrosivos.
- La ubicación de las viviendas nuevas adyacentes a las calles nuevas aperturadas, deben estar adecuadamente para que no tengan inconvenientes de pendiente y operatividad del alcantarillado de las calles nuevas aperturadas.
- Falta de cumplimiento en la elaboración de proyectos de Ingeniería para el agua potable, alcantarillado y drenaje, es la poca capacitación de los funcionarios públicos en estos temas
- Es responsabilidad de las autoridades municipales de la Provincia de Bolívar, hacer obras de prevención y prohibir la construcción de viviendas en zonas de alto riesgo, expuestos a deslizamientos, inundaciones.
- El Estado no implementa un sistema integrado de atención de riesgos, pues actualmente hay una mala gestión porque cada sector toma sus medidas y no se manejan los proyectos de forma integral.

1.1.2. Formulación del problema

¿Cuál es el diseño de los sistemas para agua potable, alcantarillado y drenaje en nuevas vías, por expansión urbana, en el distrito de Bolívar, Provincia Bolívar?

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo general

Determinar el diseño de los sistemas para agua potable, alcantarillado y drenaje en nuevas vías, por expansión urbana, en el distrito de Bolívar. Provincia Bolívar.

1.2.2. Objetivos específicos

- Determinar el número de viviendas; ubicación en el manzaneo y lotización del área urbana adyacente a las nuevas calles aperturadas, por expansión urbana en Distrito de Bolívar.
- Determinar el levantamiento topográfico de la zona de estudio.
- Proponer el diseño del sistema de agua potable de las viviendas que se construirán junto a las calles nuevas aperturadas.
- Proponer el diseño del sistema de alcantarillado de las viviendas que se construirán junto a las calles nuevas aperturadas, interconectada al sistema de alcantarillado.
- Proponer el diseño del sistema de drenaje de las viviendas y de las vías nuevas aperturadas, interconectadas al sistema de drenaje.
- Realizar el modelamiento del sistema de agua potable, alcantarillado y drenaje de las nuevas vías aperturadas por la expansión urbana del distrito de Bolívar.

1.3. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

Este proyecto se justifica porque el problema global que se quiere resolver es el escaso servicio público del agua potable, alcantarillado sanitario y drenaje en las nuevas vías aperturadas, por expansión urbana, en el distrito de Bolívar, comprensión a la provincia de Bolívar, Departamento La Libertad.

El nuevo contexto urbano en el Perú se caracteriza por la estabilización demográfica y económica, y por profundas reformas político-económicas de inspiración neoliberal. Las reformas han transformado profundamente al sector vivienda, y tienen como objetivo el convertir a la vivienda en un producto para el mercado. Las nuevas políticas de vivienda han creado un nuevo sector de vivienda social, que antes no existía. Para los hogares que tiene un ingreso formal para acceder al crédito, se provee de un subsidio a la demanda para facilitar la adquisición de una vivienda en el sector comercial. Para los residentes de asentamientos informales, se ha establecido un programa, COFOPRI, regularizar la propiedad de la tierra en dichos asentamientos, siguiendo las ideas de De Soto (1986; 2002) de considerar a la propiedad como solución a la pobreza.

La reforma ha tenido grandes efectos en las clases medias, pero en los sectores pobres, donde la demanda es más urgente, los efectos son muy limitados, por lo que estos siguen ocupando tierras periféricas. Este patrón de crecimiento desigual no es sostenible ni deseable.

La ciudad sigue creciendo y extendiéndose de acuerdo a imperativos económicos privados –sean de sobrevivencia o de ganancia mercantil– que no tienen en cuenta consideraciones de justicia social o de las generaciones futuras, pero considerando los servicios de agua potable, alcantarillado y drenaje.

Es por ello se hace necesario el diseño de los sistemas de agua potable, alcantarillado y drenaje en nuevas vías, por expansión urbana, en el Distrito de Bolívar, Provincia de Bolívar.

II. MARCO DE REFERENCIA

2.1. ANTECEDENTES DEL ESTUDIO

La expansión urbana de una ciudad se inicia con un acuerdo del consejo Municipal, donde definen los puntos y límites de la poligonal que comprende la expansión urbana, para luego mediante estudios de topografía, diseño de vías, diseño del sistema de agua potable, sistema de alcantarillado, sistema de drenaje, permiten un crecimiento sostenible de las ciudades. (Ley Orgánica de Municipalidades del Perú. 2018)

A medida que las tuberías de sistemas de agua potable van llegando al fin de su vida útil, ya sea por uso continuo o por alguna falla inesperada, se generan problemas en las características y propiedades iniciales de las mismas, lo que ocasiona pérdidas en la capacidad hidráulica, fugas de agua, y lo más importante, se originan serios problemas para los habitantes de los sectores en los que dichas tuberías están fallando. (Sotelo, A. G. 2017).

Los sistemas de alcantarillado de las ciudades se remontan a la antigüedad y se han encontrado instalaciones de alcantarillado en lugares prehistóricos de Creta y en las antiguas ciudades asirias. Aunque su función original era el drenaje, es decir la recepción del agua de lluvia y las corrientes del terreno para reducir el nivel freático; en la antigua Grecia hay catalogados restos de letrinas agrupadas en habitaciones subterráneas, de planta cuadrada o circular, con unos orificios en el techo para conseguir ventilación e iluminación; que desaguaban sobre las cloacas principales, situadas a mayor profundidad. Estas habitaciones se situaban en palacios y otros edificios públicos.

La costumbre de los ciudadanos de arrojar los desperdicios a las calles y que en algunos lugares se han mantenido casi hasta nuestros días; causa que por los originales canales de pluviales viajen grandes cantidades de materia orgánica; lo que a la postre hace que este sistema es abandonado con el tiempo, debido a los malos olores que produce y al foco de infecciones que esta práctica constituía.

A Finales de la edad media empezaron a usarse en Europa los pozos negros, cuyo contenido se empleaba como fertilizante, o era vertido en los cursos de

agua y tierras no explotadas. El sistema no ofrecía buenos resultados en zonas de elevadas precipitaciones o con acuíferos superficiales; y las epidemias de peste y otras enfermedades continuaban siendo frecuentes y devastadoras. Para atajar el problema, ya en el Renacimiento, se recuperó la costumbre antigua de construir desagües, normalmente en forma de canales y zanjas a los lados de la calle, cuya función era conducir las aguas naturales y de lluvia.

Otra solución adoptada cuando la población se asentaba en la confluencia de varias cuencas pluviales era la desviación de los cauces de agua naturales de menor tamaño en varios ramales o “esguevas” que recogían todos los aportes de inmundicias de la ciudad, vertiendo luego al cauce principal en distintas desembocaduras.

El sistema de planeamiento territorial en el Perú sigue siendo muy formalista y normativo, presenta graves problemas de implementación, o simplemente carece de los instrumentos de gestión del desarrollo urbano que manda la ley. La tabla N°02; muestra las deficiencias en términos de éstos en las 1,834 municipalidades provinciales y distritales a nivel nacional, en donde la gran mayoría carece de planes de acondicionamiento territorial o de desarrollo urbano, respectivamente.

	Número	Proporción
Municipalidades Distritales sin Planes Urbanos	1,302	82%
Municipalidades Provinciales sin Planes de Acondicionamiento Territorial	127	65%

Tabla N° 2: Déficit de planeamiento urbano a nivel nacional

Fuente: Ministerio de Vivienda, construcción y saneamiento. 2011.

LA NORMA OS.060: DRENAJE PLUVIAL URBANO; la presente norma, es establecer los criterios generales de diseño que permitan la elaboración de proyectos de Drenaje Pluvial Urbano que comprenden la recolección, transporte y evacuación a un cuerpo receptor de las aguas pluviales que se precipitan sobre un área urbana.

El estudio del balance hídrico en hidrología se basa - en la aplicación del principio de conservación de masas, también conocido por nosotros como ecuación de la continuidad. Esta establece que, para cualquier volumen arbitrario y durante cualquier período de tiempo, la diferencia entre las entradas y salidas estará condicionada por la variación del volumen de agua almacenada. (UNESCO, 1.971).

En el Perú, la gestión del riesgo de desastres tiene poco tiempo de formación. Empezó en 2011, después del terremoto de Pisco, con la Ley 29664, que creó el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SINAGERD), un organismo adscrito a la Presidencia del Consejo de Ministros que identifica y reduce los riesgos ante situaciones de desastres.

El SINAGERD tiene dos componentes fundamentales: el Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED) que trabaja en la prevención y reconstrucción, y el Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI), que se encarga de la elaboración de los planes de mitigación de daños y la atención de la emergencia misma.

En el presente trabajo de investigación, se tomará en cuenta las normatividades y gestión de riegos para el distrito de Bolívar y que, en los sistemas de agua potable, alcantarillado y drenaje, exista obras de prevención y evitar riesgos de desastres.

2.1.1. Antecedentes Internacionales

Miguel Valbuena Villalonga (2016). España. Realizo una investigación “REHABILITACIÓN DE REDES DE ALCANTARILLADO MEDIANTE TÉCNICAS LID, USANDO SWMM5 EN UN CASO REAL” en la que concluyo en lo siguiente:

- La problemática específica de las redes de drenaje urbano en gran parte del territorio español, y especialmente en la fachada mediterránea nororiental de la Península Ibérica, es la falta de capacidad de sus colectores ante eventos de lluvia importantes. Las infraestructuras de alcantarillado de que disponen los núcleos urbanos están, en numerosos casos infradimensionadas; ya sea bien

por haber sido diseñadas para un periodo de retorno insuficiente o por haber quedado obsoletas ante la expansión urbanística en la cuenca de aporte y el aumento de escorrentía asociado. Estos eventos de fallo de la red de drenaje urbano son especialmente abundantes y acentuados en cuencas hidrográficas que combinan áreas urbanizadas con un elevado grado de impermeabilidad y eventos de lluvia de muy alta intensidad en cortos periodos de tiempo. La insuficiencia de capacidad de los sistemas de recolección de aguas pluviales plantea un escenario de inundación de calles y zonas comunes que conlleva daños materiales, personales y medioambientales.

- Ante esta situación aparecen las técnicas de drenaje urbano sostenible o de Low Impact Development (LIDs), que abogan por un cambio radical del enfoque tradicional del drenaje urbano y apostar por favorecer la retención e infiltración de la escorrentía; el drenaje de las aguas pluviales pasaría a formar parte de lo que se llama la gestión integrada del agua pluvial. Los LID agrupan una serie de técnicas concretas que permiten reducir la escorrentía superficial en las calles, y así ajustar la hidrología urbana a la natural. Existen LIDs de muchos tipos, superficiales o soterrados, con vegetación o sin, etc. Estas pueden perfectamente trabajar de manera conjunta con las redes de alcantarillado existentes, por lo que son totalmente compatibles con métodos de drenaje urbano convencionales. Su función a corto plazo es, por lo tanto, la de colaborar en una gestión más eficiente y sostenible de las aguas pluviales. Sin embargo, existe cierto escepticismo acerca de esta cuestión y los datos reales de que se disponen son aún escasos para sacar conclusiones fiables y generalizables para cualquier caso.

- La bibliografía existente, a día de hoy, sobre la materia se centra en la eficiencia de las técnicas de drenaje sostenible para retener e infiltrar escorrentía. En cambio, es poco común el estudio de qué cantidad de superficie física, esfuerzo institucional e inversión

económica es necesario a escala de ciudad para que el beneficio sea comparable al de una rehabilitación convencional. No está comprobado aún que el balance final de sea positivo, es decir, que su coste se vea compensado por el valor añadido a escala de cuenca. Por ello, el objetivo ha sido abordar la discusión en relación al cambio de paradigma en el drenaje urbano desde un punto de vista global; concentrando la atención en el beneficio o perjuicio aportado a la ciudad en su conjunto.

- Para ello, se ha llevado a cabo el análisis del proceso de rehabilitación de una cuenca urbana de la ciudad de Granollers mediante ambas, técnicas convencionales y LID. Se realizó la simulación del proceso precipitación- esorrentía en la cuenca con el software SWMM 5.1. Se han propuesto 4 escenarios de actuación; a medida que se avanza en ellos, las técnicas LID crecen en número y sofisticación.
- De este modo, es posible discernir a qué escala se debe plantear el cambio de paradigma en el drenaje pluvial urbano para que los efectos sean lo suficientemente notorios como para descartar una rehabilitación convencional de la red de alcantarillado. Por otro lado, se ha realizado una comparación en términos económicos de cada uno de los escenarios plantados con una rehabilitación de tipo convencional de la red de colectores existente.
- Después de analizar los resultados concretos de cada uno de los escenarios y contrastar la capacidad de reducción del volumen de inundación y contaminantes con el coste de cada uno de los escenarios se puede llegar a las siguientes conclusiones:
 - A pesar de tener sus detractores, la consideración de las técnicas LID como una alternativa real para el drenaje urbano es algo necesario. Se ha demostrado que, a diferencia de como ciertos

analistas defendían, las técnicas de drenaje urbano sostenible sí son capaces de tener un papel determinante ante eventos de lluvia torrencial. Por lo tanto, ante un trabajo de rehabilitación de la red de alcantarillado, será siempre positivo un análisis como el aquí efectuado; un cálculo hidrológico hidráulico de las posibilidades de los elementos LID de retener e infiltrar la escorrentía que no son capaces de evacuar los colectores y la cuantificación de los costes asociados.

- El análisis deberá ser siempre particularizado a la cuenca de estudio para cada caso concreto. Se recalca que el análisis aquí efectuado corresponde a una cuenca concreta y real y que, por lo tanto, los resultados presentados son específicos y no transferibles a otros escenarios. El propósito de los resultados que se presentan en este trabajo es meramente orientativo e informativo; se intentan despejar dudas acerca de las capacidades del drenaje urbano sostenible.

El estudio deberá realizarse a diferentes escalas de implementación LID. La propuesta de diferentes escenarios, que plasman diferentes grados de implicación en la transformación de sistema de drenaje, permitirá descubrir cuál es el grado de intervención necesario en la cuenca de estudio. Esto facilita en gran medida la toma de decisiones y, al mismo tiempo, denota cuáles son las técnicas LID que mejor se adaptan a las características de la cuenca y que, por tanto, mayor beneficio aportan.

Mario Tavera (2016). Valencia. España, realizo una investigación: “METODOLOGÍA PARA LA GESTIÓN Y PLANIFICACIÓN DE UN SISTEMA DE AGUA POTABLE CON SUMINISTRO INTERMITENTE”. Aplicación a la Ciudad de Tegucigalpa (Honduras); que llego a las siguientes conclusiones:

- Diagnóstico del entorno físico, geográfico, hídrico, hidrológico, urbanístico etc. del sistema de agua potable. En este apartado se definirán las zonas de expansión urbana, el incremento demográfico, las zonas de saturación urbanas y otros estudios que puedan influir en las condiciones al contorno del sistema de agua potable.
- Diagnóstico físico del sistema de agua potable. En esta etapa, se propone una metodología para llevar a cabo un diagnóstico físico del sistema basado en un oneroso trabajo de campo y de oficina mediante el uso de un GIS. Las fases que componen el diagnóstico son básicamente: inventario de elementos del sistema; padrón de usuarios del sistema; modelación matemática de la red. El diagnóstico desemboca en una serie de propuestas a corto y medio plazo (suelen ser de bajo costo) como instalación de válvulas, cambios de diámetros, sectorización de la red etc. Una parte del diagnóstico se ha centrado en las desventajas a proponer y estrechamente relacionadas con a la intermitencia del servicio.
- Estudio de demanda hídrica versus la oferta en función de la cual se determinarán los objetivos específicos, en términos de resultado, de la metodología misma. Tras el estudio demográfico realizado en la primera etapa, se realiza en esta fase el estudio de la demanda hídrica. Se evidencia que realizar este tipo de estudio en una gran ciudad de un país en vías de desarrollo constituye una tarea ardua por la falta y la poca calidad de datos presentes. Eso repercute obviamente en el análisis y proyección de la demanda hídrica del sistema de agua potable, el cual, por lo tanto, será sometido a estudio cruzados para una adecuada validación. Antes de proyectar la demanda se tendrá

obviamente que definir el horizonte de estudio (en años) en el cual se plasmarán todos los resultados obtenidos con la metodología. En función del resultado de los diagnósticos (etapa 1 y 2) y del estudio demanda vs oferta se establecerán los objetivos de la metodología. Este paso es muy específico de cada sistema estudiado, con lo cual es difícil encasillarlo en una casuística concreta. En esta contribución se aconseja considerar el déficit hídrico proyectado (saliente del estudio demanda vs oferta) como variable de decisión para los siguientes componentes de la metodología.

- La quinta y última etapa, en donde se implementan todas las actuaciones previstas tiene la duración, en términos de tiempo, más larga de toda la metodología, ya que empieza con la implementación de la primera medida a corto plazo propuesta y culmina con la última, al final del horizonte del estudio. Si las condiciones lo permiten, es decir si todas las actuaciones permiten anular el déficit hídrico en el horizonte temporal, la quinta etapa representa el comienzo de la implementación de otra metodología, la del paso de un servicio discontinuo a uno continuo, y que es uno de los desarrollos futuros propuestos en esta tesis.

JAIME BARAHONA AÑAZCO (2014). Chile. realizo una investigación: “ANÁLISIS Y DISEÑO PARA SOLUCIÓN DE AGUAS LLUVIAS MEDIANTE SISTEMAS URBANOS DE DRENAJE SOSTENIBLE APLICANDO LA TÉCNICA DE FIRMES PERMEABLES EN CONDOMINIO ERCILLA, COMUNA DE TEMUCO, IX REGIÓN DE LA ARAUCANÍA” y que llego a las siguientes conclusiones:

- Los parámetros y antecedentes referentes al proyecto inmobiliario “Condominio Ercilla” permiten aplicar la técnica de “Pavimentos permeables de adoquines de hormigón” para dar solución al drenaje de aguas lluvias y a los pavimentos interiores del condominio. Se dividió el proyecto en dos zonas según el destino final del agua infiltrada. En la zona I, se proyectaron pavimentos permeables con infiltración completa al terreno subyacente, mientras que en la zona II, se utilizaron

pavimentos permeables sin infiltración al terreno. En esta última zona, el volumen afluente se conduce mediante un sistema de drenaje longitudinal hacia un estanque de almacenamiento, desde donde podrá ser utilizado en un posterior uso no potable.

- Históricamente, el desarrollo de los procesos y sistemas ligados a la gestión de las aguas pluviales ha sido pausado y muy conservador. Esto se debe fundamentalmente a que los sistemas de saneamiento han evolucionado como respuesta a problemas y bajo una orientación correctiva, intentando evacuar la escorrentía hacia un cauce natural o medio receptor. En la actualidad, el vertiginoso crecimiento de las ciudades y su impermeabilización generan inconvenientes en los sistemas de saneamiento convencionales, tales como: inundaciones, daños en la infraestructura urbana, deterioro de los medios receptores, entre otros.
- Con el fin de mitigar los problemas que presentan los sistemas saneamiento convencionales, surge una medida con una nueva orientación en la gestión del drenaje urbano. Se trata de los “Sistemas urbanos de drenaje sostenible” (SUDS), estos sistemas son una solución en sí mismos, además de un complemento a los sistemas ya existentes. Se componen por técnicas de carácter preventivo que simulan el ciclo hidrológico natural previo a la urbanización y cuya filosofía consiste en considerar las aguas pluviales como un recurso y no como un desecho o problema. Una de las técnicas perteneciente a los SUDS y tema principal de estudio y aplicación en este trabajo, son los “Pavimentos permeables”.
- El clima en la región de la Araucanía, se caracteriza por una reducción del periodo seco con un aumento de precipitaciones que solo reducen su frecuencia en verano. El diseño y dimensionamiento de cualquier sistema de gestión de aguas lluvias urbanas debe considerar las variaciones de las precipitaciones, tanto en magnitud como en ocurrencia, ya que son ellas las que definen la lluvia o tormenta de

diseño. Esta última, se define para un período de retorno preestablecido, con una duración y precipitación total determinadas. Para cualquier tormenta de igual o menor precipitación, duración o período de retorno, el sistema debe operar sin fallas ni inconvenientes. La superficie drenante se limitó sólo al área de intervención del proyecto. Se fijó una tormenta de diseño y otra de verificación, definidas para un periodo de retorno de 10 y 100 años respectivamente, y ambas con una duración de 24 horas para así generar el máximo escurrimiento. El volumen afluente se determinó aplicando el método racional.

2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES

WILFREDO DAVID CORNEJO ALVA (2017), de la Pontificia Universidad Católica del Perú, realizó una investigación: ANÁLISIS DE LA INTERVENCIÓN SOCIAL PARA LA MEJORA DE LAS PRÁCTICAS EN EL USO DEL AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE LA POBLACIÓN BENEFICIARIA DEL PROYECTO DE REHABILITACIÓN DE REDES DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO LOTE 3 DE SEDAPAL, COMAS, LIMA que llegó a las siguientes conclusiones:

- Se ha comprobado que los representantes vecinales entrevistados para la presente investigación no tienen un conocimiento claro sobre las normas que protegen sus derechos de acceso a los servicios de saneamiento básico, indispensables para su subsistencia.
- Los entrevistados expresan un elevado desconocimiento de derechos como usuarios frente a los cuales hay una percepción empírica que con lleva en algunos casos a confundirlos indistintamente con deberes.
- El principal deber que reconocen los entrevistados es el de “Cuidar el agua”, pero se asocia como consecuencia del aumento del costo del servicio luego de la instalación de medidores que ocurrió en una obra posterior, es decir, por un hecho coercitivo y no por un proceso de aprendizaje.

- La principal forma de cuidar el agua en el domicilio es a través del uso de tanques: Se almacena el agua y se cierra la llave principal; luego se utiliza el recurso hasta que se agote para volver a llenarlo.
- El alto costo del agua generado por la instalación de medidor genera inmediatamente la necesidad de reducir su consumo.
- La instalación de medidores se realizó de manera fortuita y sin mayor información para los usuarios. Eso, sumado al aumento del costo del servicio, generó un alto rechazo hacia los medidores y a la empresa responsable del agua, SEDAPAL.
- La mayoría de usuarios aseguró no realiza un mantenimiento preventivo de sus instalaciones, sino uno correctivo, es decir, espera a que exista algún desperfecto para proceder a tomar alguna acción. Asimismo, la mayoría de entrevistados mencionó que no existía algún desperfecto calificado como frecuente en sus domicilios dado que, justamente, esperaban la aparición de algún desperfecto y que por ello este se arreglaba inmediatamente. Además, es común que el propio dueño de casa realice las reparaciones o llame a un técnico especializado, sin existir una gran preferencia por una de esas opciones.
- Se ha reducido la práctica de los juegos de carnavales en los que se desperdiciaba grandes cantidades de agua potable. Su reducción se debe a la existencia de normas y multas que desincentivan esta práctica y a la intervención directa de las autoridades, pero no porque la población haya aprendido el cuidado del agua o que lo hayan mencionado como primera razón.
- Los representantes vecinales entrevistados no recuerdan con claridad las actividades del Equipo de Intervención Social, por lo que se concluye que estas no tuvieron un impacto o posicionamiento

adecuados. No obstante, sí recordaron que los mensajes más frecuentes se vinculaban a la promoción de la obra que a la del cuidado del agua potable y del alcantarillado

ZANABRIA MOTI A JUAN LUIS (2015) realizó una investigación: "ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO PARA EL ASENTAMIENTO HUMANO SAN AGUSTIN"; que llegó a las siguientes conclusiones:

- Con una correcta programación se podría haber eliminado una gran variedad de tipos de pérdidas que se generan simplemente ya sea porque se esperó un tiempo demás o porque las cosas estuvieron listas antes de ser necesarias teniendo que ser almacenadas, cuidar de estas o simplemente pagar por el tiempo de espera. Por ejemplo, en la presa en el momento que se pidió la geomembrana y el geotextil fue mucho antes de ser necesitados por lo que género que se tenga que crear una zona de almacenamiento para los rollos los cuales no podían estar desprotegidos para que no se deterioren y tampoco para que se tenga un riesgo de robo, ya que estos tienen un alto valor monetario. Tener a alguien vigilando y crear un nuevo ambiente para almacenar estos rollos es un costo que se convierte en pérdida.

- El tren de trabajo que se aplica a cualquier tipo de proceso constructivo genera un ahorro de tiempo muy significativo sin la necesidad de cambiar algo en el proceso, solo se acoplan sus rendimientos como para que funcionen en perfecta coordinación. Si se hubiese aplicado esta técnica en la represa en varios procesos como por ejemplo la instalación de la geomembrana, se hubiese ahorrado una gran cantidad de días, pero para esta colocación y para emplear estos métodos se tiene que convencer al especialista (el soldador de geomembrana), que esto funciona y que va a rendir frutos. En nuestro caso el especialista el dispuso de su tiempo y lo hizo en la manera que él creía era la mejor forma, pero ahí está nuestro error como ingenieros que el tiempo y la programación de cómo se tienen que hacer las cosas las tenemos que

imponer nosotros a los trabajadores y no dejar que ellos nos impongan sus procedimientos porque toda una vida lo han hecho así. En nuestro caso el especialista convenció al residente de que su forma era la mejor y no la de la programación.

- El Lookahead es también muy importante para poder anticipar que es lo que va a ocurrir con nuestra construcción, en lo que más nos va a ayudar este tipo de programación es que vamos a poder anticipar las restricciones que tenemos en algún proceso así los responsables puedan levantarlas y no se tengan pérdidas en tiempos.

2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1. Fuentes de Abastecimiento de agua

Existen diversas fuentes de abastecimiento de agua tales como; el río, los lagos, Embalses, etc. Estas deben cumplir con algunos parámetros de diseño para su mejor elección puesto que, dependerá mucho la calidad de agua que será para el consumo humano.

“Las fuentes de agua constituyen el elemento primordial en el diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable y antes de dar cualquier paso es necesario definir su ubicación, tipo, cantidad y calidad. De acuerdo a la ubicación y naturaleza de la fuente de abastecimiento, así como a la topografía del terreno, se consideran dos tipos de sistemas: los de gravedad y los de bombeo. En los sistemas de agua potable por gravedad, la fuente de agua debe estar ubicada en la parte alta de la población para que el agua fluya a través de tuberías, usando sólo la fuerza de la gravedad. En los sistemas de agua potable por bombeo, la fuente de agua se encuentra localizada en elevaciones inferiores a las poblaciones de consumo, siendo necesario transportar el agua mediante sistemas de bombeo a reservorios de almacenamiento ubicados en elevaciones superiores al centro poblado. Para el diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable, es importante seleccionar una fuente adecuada o una combinación de fuentes para abastecer de agua en

cantidad suficiente a la población. De acuerdo a la forma de abastecimiento se consideran tres tipos principales de fuente”. (Agüero, R. 1997; pag.27).

2.2.1.1. Aguas de lluvia

“La captación de agua de Lluvia se emplea en aquellos casos en los que no es posible obtener aguas superficiales y subterráneas de buena calidad y cuando el régimen de lluvias sea importante. Para ello se utilizan los techos de las casas o algunas superficies impermeables para captar el agua y conducirla a sistemas cuya capacidad depende del gasto requerido y del régimen pluviométrico”. (Agüero, R. 1997; pag.27).

2.2.1.2. Aguas superficiales

“Las aguas superficiales están constituidas por los arroyos, ríos, lagos, etc. que discurren naturalmente en la superficie terrestre. Estas fuentes no son tan deseables, especialmente si existen zonas habitadas o de pastoreo animal aguas arriba. Sin embargo, a veces no existe otra fuente alternativa en la comunidad, siendo necesario para su utilización, contar con información detallada y completa que permita visualizar su estado sanitario, caudales disponibles y calidad de agua”. (Agüero, R. 1997; pag.28).

2.2.1.3. Aguas subterráneas

“Parte de la precipitación en la cuenca se infiltra en el suelo hasta la zona de saturación, formando así las aguas subterráneas. La explotación de éstas dependerá de sus características hidrológicas y de la formación geológica del acuífero. La captación de aguas subterráneas se puede realizar a través de manantiales, galerías filtrantes y pozos (excavados y tubulares)”. (Agüero, R. 1997; pag.28).

2.2.1.4. Calidad del agua

Para verificar que el agua es apta para el consumo humano se realiza un análisis físico, químico y bacteriológico, en el cual se obtienen los resultados del compuesto del agua además de organismos patógenos

los cuales pueden afectar la calidad del agua y por ende a la salud de los beneficiarios.

“Encada país existen reglamentos en los que se consideran los límites de tolerancia en los requisitos que debe satisfacer una fuente. Con la finalidad de conocer la calidad de agua de la fuente que se pretende utilizarse deben realizarlos análisis físico, químico y bacteriológico, siendo necesario tomar muestras de agua siguiendo las instrucciones que se dan a continuación”. (Agüero, R. 1997; pag.28).

En el siguiente cuadro se mostrará los rangos permisibles del análisis físico químico del agua.

CONCENTRACIÓN O PROPIEDAD	CONCENTRACIÓN MÁXIMA DESEABLE	CONCENTRACIÓN MÁXIMA ADMISIBLE
SUSTANCIAS Decolorantes (coloración)	5 unidades	50 unidades
SUSTANCIAS Olorosas	ninguna	ninguna
SUSTANCIAS QUE DAN SABOR	ninguna	ninguna
MATERIAS EN SUSPENSIÓN (Turbidez)	5 unidades	25 unidades
SÓLIDOS TOTALES	500 mg/l	1500 mg/l
p.H.	7.0 a 8.5	6.5 a 9.2
DETERGENTES ANIÓNICOS	0.2 mg/l	1.0 mg/l
ACEITE MINERAL	0.001 mg/l	0.30 mg/l
COMPUESTOS FENÓLICOS	0.001 mg/l	0.002 mg/l
DUREZA TOTAL	2 m Eq/l (100mg/lCaCO ₃)	10 m Eq/l (500mg/lCaCO ₃)
NITRATOS (NO ₃)	—	45 mg/l
CLORUROS (en Cl)	200 mg/l	600 mg/l
COBRE (en Cu)	0.05 mg/l	1.5 mg/l
CALCIO (en Ca)	75 mg/l	200 mg/l
HIERRO (en Fe)	0.1 mg/l	1.0 mg/l
MAGNESIO (en Mg)	30 mg/l	150 mg/l
MANGANESO (en Mn)	0.05 mg/l	0.5 mg/l
SULFATO (en SO ₄)	200 mg/l	400 mg/l
ZINC (en Zn)	5.0 mg/l	15 mg/l

Tabla N° 3: Sustancias y propiedades químicas que influyen sobre la aceptabilidad del agua para usos domésticos

Fuente: OMS-Ministerio de Salud. 1972.

SUSTANCIA	CON CONCENTRACIÓN MÁXIMA mg/l
ARSÉNICO (en As)	0.05
CADMIO (en Cd)	0.01
CIANURO (en Cn)	0.05
MERCURIO TOTAL (en Hg)	0.001
PLOMO (en Pb)	0.1
SELENIO (en Se)	0.01

Tabla N° 4: Límites provisionales para las sustancias tóxicas en el agua potable
Fuente: OMS-Ministerio de Salud. 1972.

PROMEDIO ANUAL DE TEMPERATURAS MÁXIMAS DE AIRE EN °C	LÍMITES RECOMENDADOS PARA LOS FLUORUROS (en F) (mg/l)	
	INFERIOR	MÁXIMA
10.0 - 12.0	0.90	1.70
12.1 - 14.6	0.80	1.50
14.7 - 17.6	0.80	1.30
17.7 - 21.4	0.70	1.20
21.5 - 26.2	0.70	1.00
26.3 - 32.6	0.60	0.80

Tabla N° 5: Concentraciones de fluoruros recomendadas para el agua potable
Fuente: OMS-Ministerio de Salud. 1972.

Con estas tablas se controla el nivel de sustancias tóxicas permitidas en el agua aptas para el consumo humano, de las se contrasta con la muestra tomada en la fuente de abastecimiento de agua a analizar, este se lleva al laboratorio y practica los ensayos correspondientes y se verifica que los datos adquiridos estén entre los rangos permitidos por la OMS.

“El parámetro más importante de la calidad de agua (agua potable) es la calidad bacteriológica, por ejemplo; el contenido de bacterias y virus. No es factible examinar el agua para todos 22 los organismos que posiblemente pudiera contener. En lugar de esto, se examina el agua para descubrir la presencia de un tipo específico de bacterias que se originan en grandes números de la excreta animal, humana y cuya presencia en el agua indicativa de contaminación fecal. Tales bacterias indicativas deben ser específicamente fecales y no de vida libre fuera de las heces. Las bacterias fecales pertenecen a un grupo mucho mayor de bacterias, las coliformes. Muchos tipos de bacterias coliformes están presentes en el suelo. Aquellos

coliformes conocidas como Escherichia-coli (E-coli) y Streptococo fecal son bacterias indicadoras adecuadas de contaminación fecal. Tiene la capacidad de una fácil multiplicación. Cuando se encuentran estas bacterias en el agua, ello indica una contaminación fecal bastante fresca y sobre esta base, que existe entonces la posibilidad de la presencia de bacterias patógenas y virus. Una de estas, las bacterias poliformes y la estreptocócicas, o ambas pueden ser usadas como organismos indicadores”. (SURICHAQUI QUISPE, M. 2015; pag.21).

2.2.2. Captación

La captación es el lugar donde se obtendrá el agua donde se almacenará para su posterior distribución, está compuesta de una estructura de cemento en las cuales tienen respectivas cámaras. El agua se puede encontrar en diversas fuentes antes mencionadas.

“Es la parte inicial del sistema hidráulico y consiste en las obras donde se capta el agua para poder abastecer a la población. Pueden ser una o varias, el requisito es que en conjunto se obtenga la cantidad de agua que la comunidad requiere. Para definir cuál será la fuente de captación a emplear, es indispensable conocer el tipo de disponibilidad del agua en la tierra, basándose en el ciclo hidrológico, de esta forma se consideran los siguientes tipos de agua según su forma de encontrarse en el planeta” (Jiménez, 2004; pag.17).

- Aguas superficiales.
- Aguas subterráneas.
- Aguas meteóricas (atmosféricas).
- Agua de mar (salada)

“Después elegida la fuente de agua e identificada como el primer punto del sistema de agua potable, en el lugar del afloramiento se construye una estructura de captación que permita recolectar el agua, para que luego pueda ser conducida mediante las tuberías de conducción hacia el reservorio de almacenamiento.

El diseño hidráulico y dimensionamiento de la captación dependerá de la topografía de la zona, de la textura del suelo y de la clase de manantial buscando no alterar la calidad y la temperatura del agua in modifican la corriente y el caudal natural del manantial, ya que cualquier obstrucción puede tener consecuencias fatales; el agua crea otro cauce y el manantial desaparece.

Es importante que se incorporen características de diseño que permitan desarrollar una estructura de captación que considere un control adecuado del agua, oportunidad de sedimentación, estabilidad estructural, prevención de futura contaminación y facilidad de inspección y operación”. (Agüero, R. 1997; pag.37).

2.2.2.1. Tipos de captación

Existen varios de tipos de captación la más común de los andes peruanos son las de captación de ladera, la cual tiene ciertos componentes especiales que conforman la estructura de la misma como la protección del lugar donde se obtiene el agua, luego continua una cámara donde se receptiona a el agua y se controla los niveles del aguay finalmente le sigue otra cámara donde se encuentran las válvulas de control que sirven para regular la salida y velocidad del agua.

“Como la captación depende del tipo de fuente y de la calidad y cantidad de agua, el diseño de cada estructura tendrá características típicas. Cuando la fuente de agua es un manantial de ladera y concentrado, la captación constará de tres partes: ha primera, corresponde a la protección del afloramiento; la segunda, a una cámara húmeda que sirve para regular el gasto a utilizarse; y la tercera, aun a cámara seca que sirve para proteger la válvula de control”. (Agüero, R. 1997; pag.37).

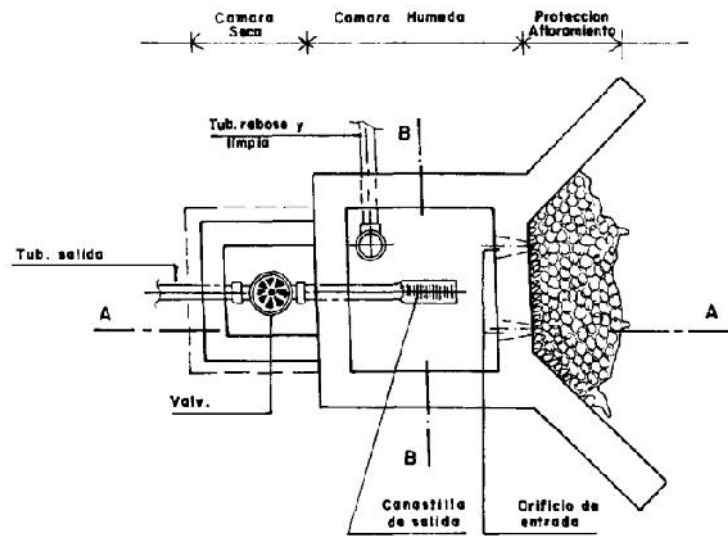


Ilustración 7: Captación de ladera vista en planta.
Fuente: OMS-Ministerio de Salud. 1972.

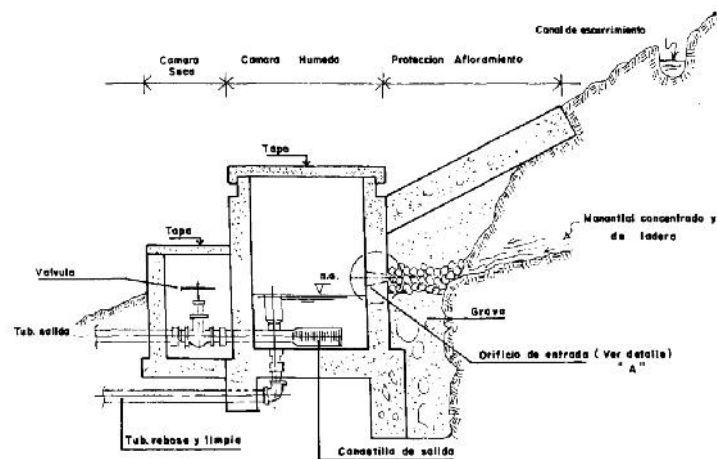


Ilustración 8: Captación de ladera vista de perfil.
Fuente: OMS-Ministerio de Salud. 1972.

2.2.3. Línea de conducción.

Son el conjunto de tuberías que se encargan de transportar el agua desde la captación hasta el reservorio, en la cual se traslada por la gravedad se tiene muy en cuenta las cotas, la velocidad, la presión, el caudal y los diámetros de tubería. En estos tramos se construyen diversas estructuras para la mejor uso, control y mantenimiento de la mismas. Está compuesta de uniones que sirven para empalmar cada tubo, además, consta de cajas de concreto para el control mediante válvulas para eliminar impurezas y disminuir presiones.

“La línea de conducción en un sistema de abastecimiento de agua potable por gravedad es el conjunto de tuberías, válvulas, accesorios, estructuras y obras de arte encargados de la conducción del agua desde la captación hasta el reservorio, aprovechando la carga estática existente. debe utilizarse al máximo la energía disponible para conducir gasto deseado, lo que en la mayoría de los casos nos llevará a la selección del diámetro mínimo que permita presiones iguales o menores a la resistencia física que el material de la tubería soporte. Las tuberías normalmente siguen el perfil del terreno, salvo el caso de que, a lo largo de la ruta por donde se debería realizar la instalación de las tuberías, existen zonas rocosas insalvables, cruces de quebradas, terrenos erosionables, etc. que requieran de estructuras especiales. para lograr un mejor funcionamiento del sistema, a lo largo de la línea de conducción puede requerirse cámaras rompe presión, válvulas de aire, válvulas de purga, etc. cada uno de estos elementos precisa de un diseño de acuerdo a características particulares”. (Agüero, R.1997; pag.53).

2.2.3.1. Sistemas de líneas de conducción

“Llevar el agua desde el lugar de captación por medio de canales o tuberías hasta un reservorio o planta de tratamiento se le denomina línea de conducción. Los medios para conducir el agua pueden clasificarse en:

- Sistemas de Gravedad.
- Sistemas de Bombeo (Impulsión)

En el primer caso es cuando la fuente de abastecimiento se encuentra a un nivel determinado más alto sobre el lugar a servir de manera que el agua pueda llegar por gravedad al lugar de consumo con suficiente cantidad y a nivel superior a la población. En cambio, el sistema por bombeo se aplica cuando la fuente de agua no posee la suficiente altura para poder discurrir por gravedad. y llegar al lugar de consumo como al nivel propuesto, siendo necesario utilizar el bombeo para cumplir con las condiciones antes mencionadas. El bombeo puede hacerse a un tanque elevado que servirá de almacenamiento y donde

adquirirá la presión requerida. La conducción puede ser Por medio de canales o por conductos a presión tuberías (con superficie libre o a presión).

En el caso de que la conducción sea por medio de un canal, esta tendrá que contonear el relieve del terreno (seguir las curvas de nivel) de tal manera que la pendiente del canal sea uniforme, por este motivo generalmente la longitud del canal a comparación de los conductos cerrados (tuberías) es más larga y más costosa. Por otro lado, un conducto cerrado puede ser de longitud más corta, pero requiere para que no esté sobredimensionado un mayor desnivel entre sus extremos". (MOYA SÁCIGA, J. 2002; pag. 128).

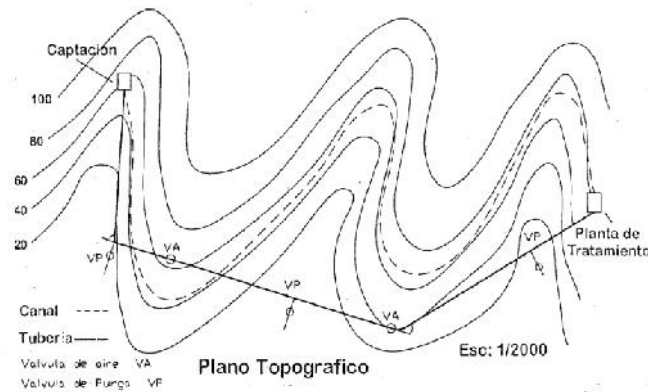


Ilustración 9: Diseño de una línea de conducción vista en planta.
Fuente: Abastecimiento de Agua Potable y Alcantarillado, 2002.

En esta imagen se observa las partes de una línea de conducción en las cuales se plasman en un plano topográfico para ver las cotas que atraviesa dichas tuberías, además, se presentan las cámaras de aire y de purga que sirven para para eliminar el aire y eliminar los sedimentos de las tuberías respectivamente.

En la siguiente imagen se puede observar la misma línea de conducción, pero ahora en una vista en perfil para darnos cuenta los desniveles que se obtiene de cada punto de quiebre al igual que la línea gradiente que es la representación gráfica del nivel de presión estática sin pérdidas de agua.

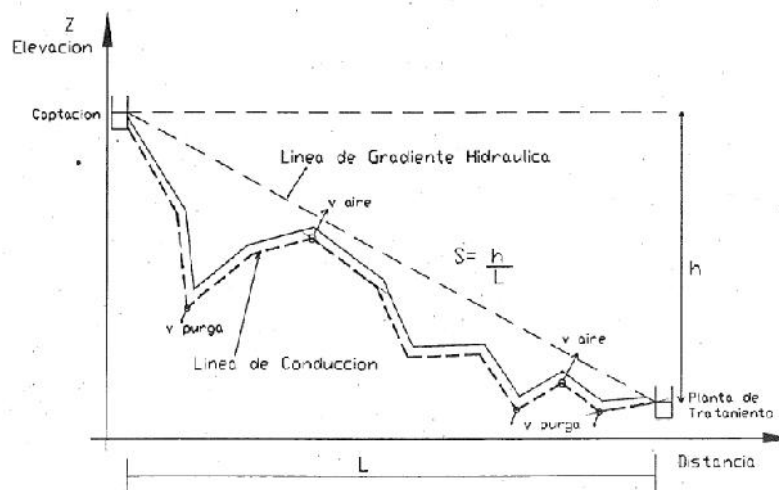


Ilustración 10: Diseño de una línea de conducción vista de perfil.
Fuente: Abastecimiento de Agua Potable y Alcantarillado, 2002.

“Los conductos cerrados (tuberías) tienen la ventaja de conservar el agua libre de contaminantes. Estas tuberías pueden funcionar a presión y se acomodan a todo relieve del terreno, teniendo cuidado en que ningún punto de la tubería este sobre la línea de gradiente hidráulico”. (MOYA SÁCIGA, J. 2002; pag. 129).

“Del grafico podemos observar cuanto más cercano este la línea de conducción a la línea gradiente hidráulica, las presiones en dicha línea de conducción serán menores por lo que se usarán tuberías de menor espesor y de menor costo. Otra de las formas de evitar grandes presiones es instalando cámaras rompe presión. En los puntos bajos de la tubería deberán existir válvulas de purga, puesto que en estos puntos se pueden acumular sedimentos que dificultarían el paso del agua creando turbulencia. De no existir puntos bajos a lo largo de la línea de conducción, el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) nos recomienda colocar estas válvulas de purga cada 2.5 Km. de distancia”. (MOYA SÁCIGA, J. 2002; pag. 130).

“Se debe evitar en la tubería de conducción puntos más altos que la línea gradiente ya que ocasionaría formaciones de aire, obstruyendo la circulación del agua puesto que existiría presión negativa muchas veces formando vapor de agua y en otros casos se produce el fenómeno de cavitación.

En los puntos más altos de la conducción se deberá colocar válvulas de alfe, permitiendo el escape de aire cuando llena la tubería y la entrada del mismo. Cuando está vacía (necesarias en tuberías de acero que son aplastadas por el desequilibrio de presiones entre la parte interior del tubo y la atmósfera. Al igual que en las válvulas de purga el RNE, nos recomienda colocar válvulas de aire cada 2.5 Km de distancia si es que no hubiera puntos altos”. (MOYA SÁCIGA, J. 2002; pag. 130).

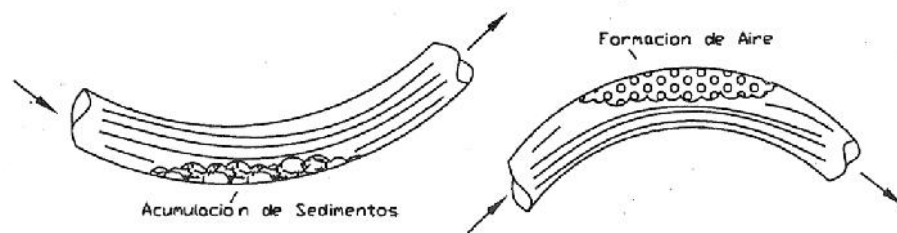


Ilustración 11: Formación de sedimentos y de aire en las tuberías.

Fuente: Abastecimiento de Agua Potable y Alcantarillado, 2002.

2.2.3.2. Clases de tuberías

“Las clases de tubería a seleccionarse estarán definidas por las máximas presiones que ocurran en la línea representada por la línea de carga estática. Para la selección se debe considerar una tubería que resista la presión más elevada que pueda producirse, ya que la presión máxima no ocurre bajo condiciones de operación, sino cuando se presenta la presión estática, al cerrar la válvula de control en la tubería. En la mayoría de los proyectos de abastecimiento de agua potable para poblaciones rurales se utilizan tuberías de PVC. Este material tiene ventajas comparativas con relación a otro tipo de tuberías: es económico, flexible, durable, de poco peso y de fácil transporte e instalación; además, son las tuberías que incluyen diámetros comerciales menores de 2 pulg y que fácilmente se encuentran en el mercado”. (Agüero, R.1997; pag.54).

2.2.3.3. Cámara de aire

Es una caja de concreto, en la cual se observa una válvula que al abrirla libera el exceso de aire que se forman en las tuberías que se encuentran en las cotas más altas. Formándose en los espacios vacíos burbujas de aire que afecta mucho la presión y velocidad del agua, es por ello que es muy importante este dispositivo.

“El aire acumulado en los puntos altos provoca la reducción del área de flujo del agua, produciendo un aumento de pérdida de carga y una disminución del gasto. Para evitar esta acumulación es necesario instalar válvulas de aire pudiendo ser automáticas o manuales. Debido al costo elevado de las válvulas automáticas, en la mayoría de las líneas de conducción se utilizan válvulas de compuerta con sus respectivos accesorios que requieren ser operadas periódicamente”. (Agüero, R.1997; pag.55).

2.2.3.4. Cámara de purga

Es un dispositivo que permite la eliminación de sedimentos en las cotas más bajas de las tuberías. Consta de una estructura de concreto en la cual se encuentra una válvula que al abrirla se retira el exceso de finos acumulados, esta limpieza tiene que periódicamente para evitar obstrucción de agua bajas de presión y velocidad.

“Los sedimentos acumulados en los puntos bajos de la línea de conducción con topografía accidentada, provocan la reducción del área de flujo del agua, siendo necesario instalar válvulas de purga que permitan periódicamente la limpieza de tramos de tuberías”. (Agüero, R.1997; pag.55).

2.2.3.5. Cámara rompe presión

Este Cámara sirve para liberar toda la energía acumulada por la gran diferencia de cotas que pueden existir en el tramo de conducción la cual reduce a la presión atmosférica ya que, al no reducir puede presentar daños en las tuberías por la gran presión y velocidad en ellas.

“Cuando existe mucho desnivel entre la captación y algunos puntos a lo largo de la línea de conducción, pueden generarse presiones superiores a la máxima que puede soportar una tubería. En esta situación, es necesaria la construcción de cámaras rompe-presión que permitan disipar la energía y reducir la presión relativa a cero (presión atmosférica), con la finalidad de evitar daños en la tubería. Estas estructuras permiten utilizar tuberías de menor clase, reduciendo considerablemente los costos en las obras de abastecimiento de agua potable”. (Agüero, R.1997; pag.55).

2.2.3.6. Línea de gradiente hidráulico

“La línea de gradiente hidráulica (L.G.H.) indica la presión de agua a lo largo de la tubería bajo condiciones de operación. Cuando se traza la línea de gradiente hidráulica para un caudal que descarga libremente en la atmósfera (como dentro de un tanque), puede resultar que la presión residual en el punto de descarga se vuelva positiva o negativa”. (Agüero, R.1997; pag.56).

2.2.3.7. Pérdida de carga

“La pérdida de carga es el gasto de energía necesario para vencer las resistencias que se oponen al movimiento del fluido de un punto a otro en una sección de la tubería. Las pérdidas de carga pueden ser lineales o de fricción y singulares o locales. Las primeras, son ocasionadas por la fuerza de rozamiento en la superficie de contacto entre el fluido y la tubería; y las segundas son producidas por las deformaciones de flujo, cambio en sus movimientos y velocidad (estrechamientos o ensanchamientos bruscos de la sección, torneos de las válvulas, grifos, compuertas, codos, etc.). Cuando las pérdidas locales son más del 10% de las pérdidas de fricción, la tubería se denomina corta y el cálculo se realiza considerando la influencia de estas pérdidas locales. Debido a que en la línea de conducción las pérdidas locales no superan el 10%, para realizarlos cálculos hidráulicos solamente se consideran las pérdidas por fricción”. (Agüero, R.1997; pag.56).

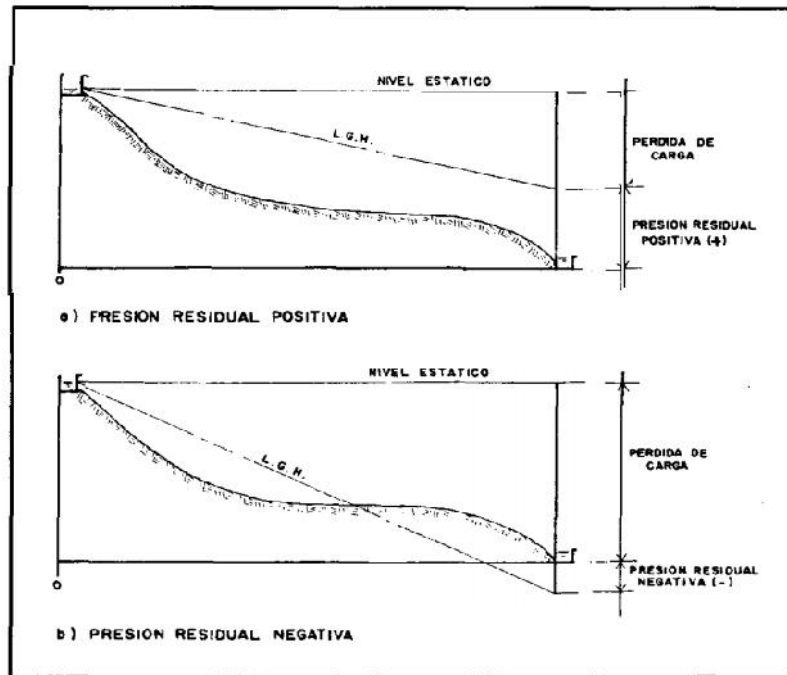


Ilustración 12: Presiones residuales positivas y negativas.
Fuente: Agua potable para poblaciones rurales, sistemas de abastecimiento por gravedad sin tratamientos, 1997.

2.2.3.8. Hazen & Williams

Perdida de carga:

$$Q = 0.0004264 \times C^{2.6} \times S^{0.5} ; S = \frac{HF}{L}$$

Q: Caudal (lt/s)

C: Coeficiente de H& W, varía de acuerdo al tipo de material

D: Diámetro de la tubería (pulg)

S: pendiente de la línea de gradiente hidráulica(m/Km)

Naturaleza	C
Tubos rectos extremadamente lisos(asbesto-Cemento)	140
Tubos muy lisos(concreto, fierro fundido nuevo)	130
Madera cepillada, acero soldado nuevo	120
Arcilla vitrificada, acero remachado nuevo	110
Fierro fundido con varios años de uso	100
Acero remachado con varios años de uso	95
Tuberías viejas en mala condición	60-80

Tabla N° 6: Tabla de valores de C (H&W)

Fuente: Abastecimiento Agua potable y alcantarillado, 1997.

2.2.3.9. Darcy & Weisbach

Perdida de carga:

$$h_F = F \times \frac{L}{D} \times \frac{V^2}{2g}$$

F: Coeficiente de Darcy

L: Longitud de la tubería (m)

D: Diámetro (m)

V: velocidad media (m/s)

2.2.4. Reservorio de Almacenamiento

El reservorio es una estructura de concreto reforzado la cual se utiliza para almacenar el agua transportada por las tuberías de conducción en el cual contiene todo un sistema para su control y distribución a las tuberías de aducción.

“Son los que regulan la diferencia de volumen que se produce entre el ingreso de agua al reservorio (teóricamente constante) y la salida de agua, constituida principalmente por la demanda horaria, la cual es variable durante las horas del día. La función principal es almacenar agua cuando el suministro es menor que el consumo y entregar el déficit cuando el consumo supera al suministro; y suministrar presión adecuada a la red de distribución para satisfacer la demanda de agua”. (MAGNE AYLLÓN, F. 2008; pag.156).

“La importancia del reservorio radica en garantizar el funcionamiento hidráulico del Sistema y el mantenimiento de un servicio eficiente, en función a las necesidades de agua proyectadas y el rendimiento admisible de la fuente. Un sistema de abastecimiento de agua potable requerirá de un reservorio cuando el rendimiento admisible de la fuente sea menor que el gasto máximo horario (Q_{mh}). En caso que el rendimiento de la fuente sea mayor que el Q_{mh} no se considera el reservorio, y debe asegurarse que el diámetro de la línea de conducción sea suficiente para conducir

el gasto máximo horario (Q_{mh}), que permita cubrir los requerimientos de consumo de la población”. (AGÜERO, R. 2004; pag.77).

2.2.4.1. Tipos de reservorio

“Los reservorios de almacenamiento pueden ser elevados, apoyados y enterrados. Los elevados, que generalmente tienen forma esférica, cilíndrica y de paralelepípedo, son construidos sobre tones, columnas, pilotes, etc. los apoyados, que principalmente tienen forma rectangular y circular, son construidos directamente sobre la superficie del suelo; y los enterrados, de forma rectangular, son construidos por debajo de la superficie del suelo (cisternas). Para capacidades medianas y pequeñas, como es el caso de los proyectos de abastecimiento de agua potable en poblaciones rurales, resulta tradicional y económica la construcción de un reservorio apoyado de forma cuadrada”. (AGÜERO, R. 2004; pag.78).

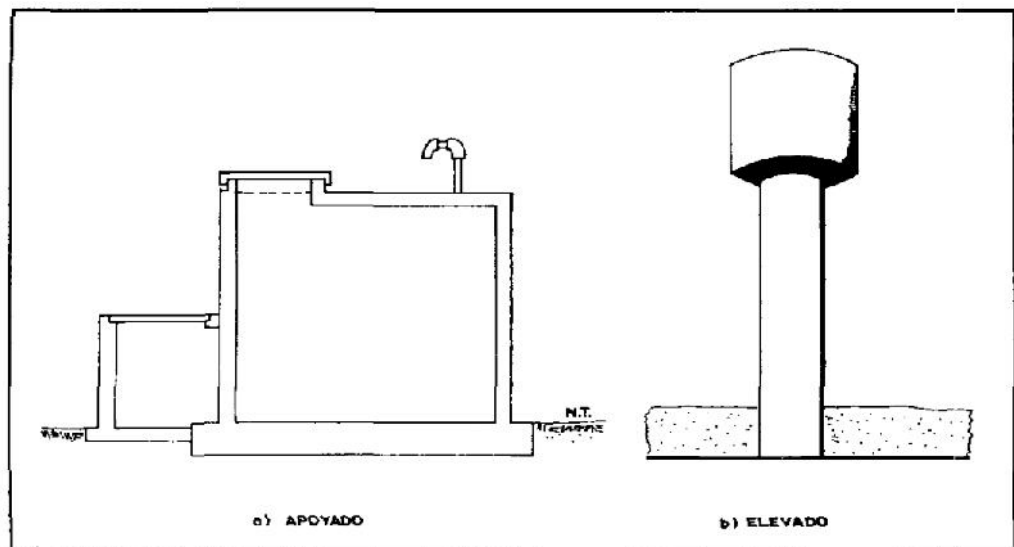


Ilustración 13: Presiones residuales positivas y negativas.
Fuente: Agua potable para poblaciones rurales, sistemas de abastecimiento por gravedad sin tratamientos, 1997.

2.2.4.2. Ubicación del reservorio

“La ubicación está determinada principalmente por la necesidad y conveniencia de mantener la presión en la red dentro de los límites de servicio, garantizando presiones mínimas en las viviendas más elevadas y presiones máximas en las viviendas más bajas. De

acuerdo a la ubicación, los reservorios pueden ser de cabecera o flotantes. En el primer caso se alimentan directamente de la captación, pudiendo ser por gravedad o bombeo y elevados o apoyados, y alimentar directamente de agua a la población. En el segundo caso, son típicos reguladores de presión, casi siempre son elevados y se caracterizan porque la entrada y la salida del agua se hace por el mismo tubo. Considerando la topografía del terreno y la ubicación de la fuente de agua, en la mayoría de los proyectos de agua potable en zonas rurales los reservorios de almacenamiento son de cabecera y por gravedad. El reservorio se debe ubicar lo más cerca posible y a una elevación mayor al centro poblado". (AGÜERO, R. 2004; pag.78).

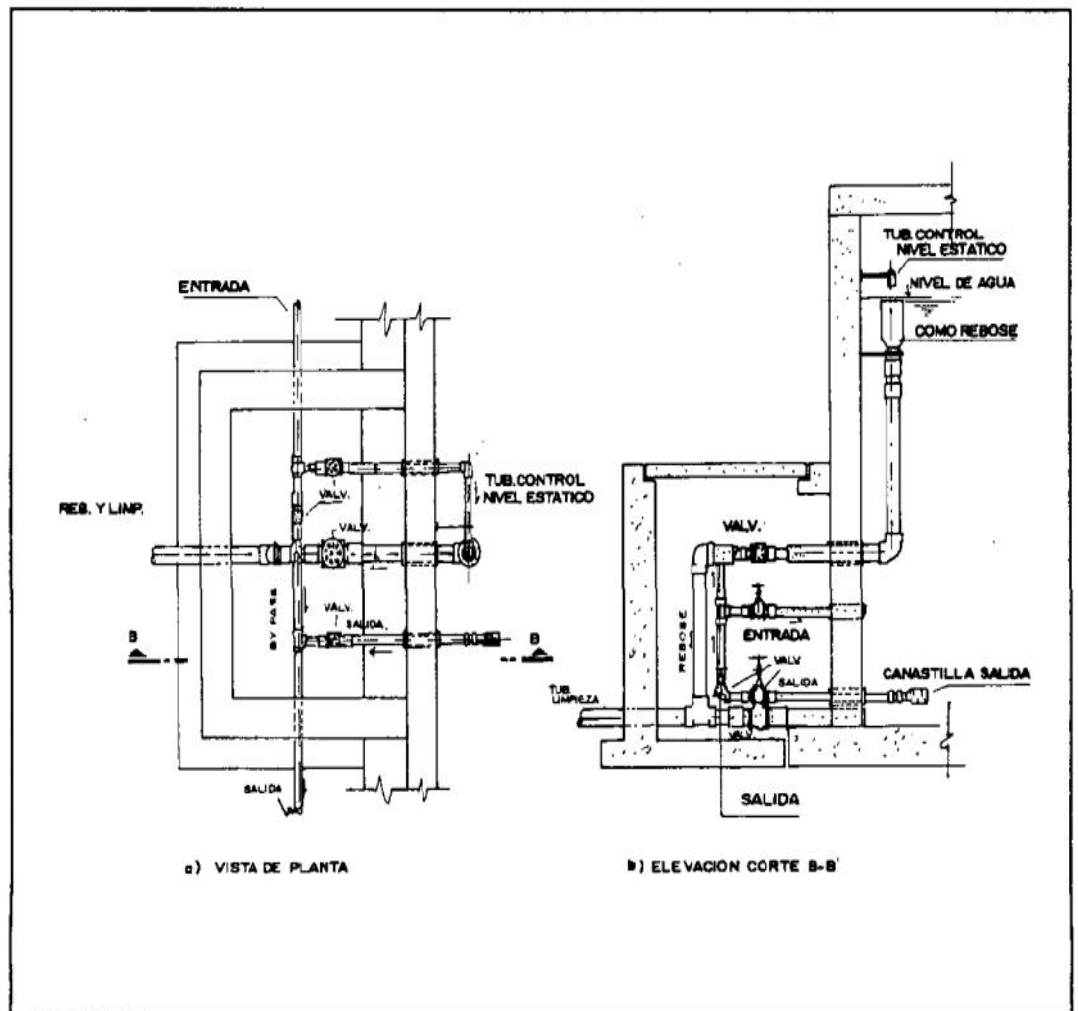


Ilustración 14: Caseta válvulas de reservorio.
Fuente: Abastecimiento Agua potable y alcantarillado, 1997.

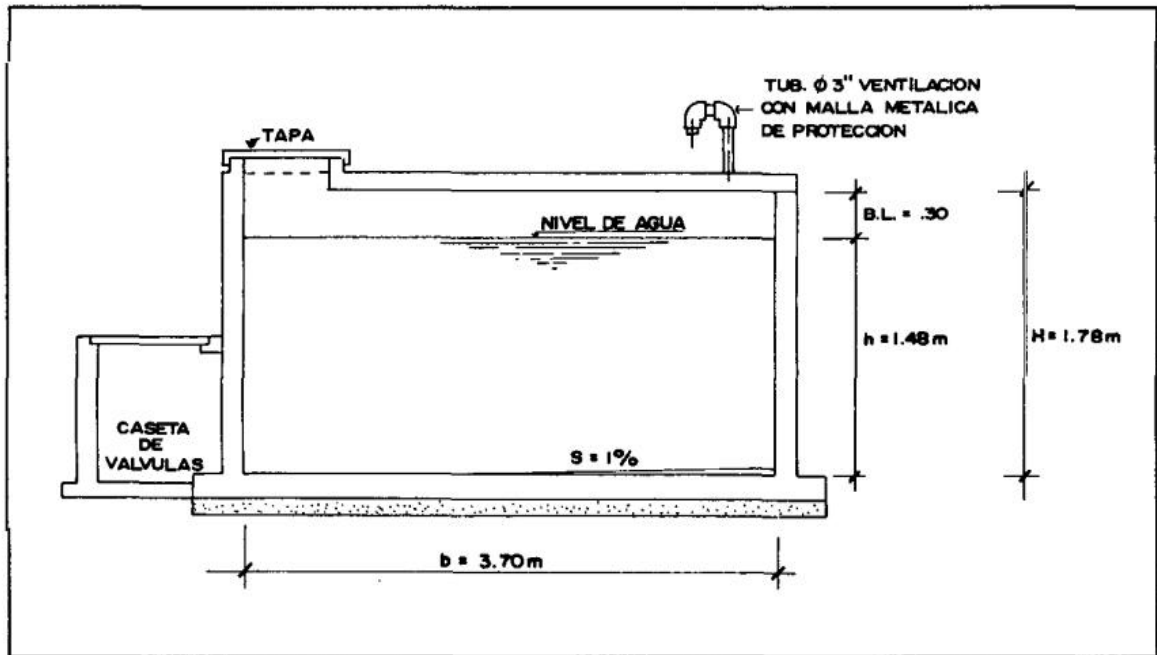


Ilustración 15: Dimensiones del reservorio apoyado de sección cuadrada.
Fuente: Agua potable para poblaciones rurales, sistemas de abastecimiento por gravedad sin tratamientos, 1997.

2.2.4.3. Volumen de almacenamiento

“La capacidad del reservorio está dada por la cantidad de agua que debe ser almacenada y que pueda garantizar un servicio óptimo a la población en cantidad, calidad y continuidad. Para el diseño consideramos lo que recomienda el R.N.E”. (RNE, 2018).

La fórmula es la siguiente:

$$VA = VR + Vi + Vr$$

Donde:

VA: Volumen de almacenamiento

VR: Volumen de regulación

Vi: Volumen de incendio

Vr: Volumen de reserva

2.2.4.4. Volumen de regulación

“El volumen de regulación será, calculado con el diagrama de masas correspondiente a las variaciones horarias de la demanda. Cuando se comprueba la no disponibilidad de esta información, se deberá adoptar como mínimo el 25% del promedio anual de la demanda como capacidad de regulación, siempre que el suministro de la fuente de abastecimiento sea calculado para 24 horas de funcionamiento en caso contrario deberá sr determinado en función al horario del suministro”. (RNE, 2018; OS.030).

$$VR = 25\% \text{ Cpd.}$$

$$VR = 0.25 \times D \times P / 86400$$

2.2.4.5. Volumen contra incendio

“En los casos que se considere demanda contra incendio, deberá asignarse un volumen mínimo adicional de acuerdo al siguiente criterio:

- 50 m³ para áreas destinadas netamente a vivienda.
- Para áreas destinadas a uso comercial o industrial deberá calcularse utilizando el grafico para agua contra incendio de sólidos, considerando un volumen aparentemente de incendio de 3000 metros cúbicos y el coeficiente de apilamiento respectivo.

Independientemente de este volumen los locales especiales (Comerciales, Industriales y otros) deberán tener su propio volumen de almacenamiento de agua contra incendio”. (RNE, 2018; OS.030).

Según R.N.E para $P < 10000$ habitantes no se considera demanda contra incendios.

2.2.4.6. Volumen de reserva

Es el volumen que debe mantenerse para atender emergencias como accidentes, reparación en las instalaciones y mantenimiento. (RNE, 2018; OS.030).

Para el volumen de reserva se considera el valor mayor de:

$$V_r = 25\% V_R \quad \text{y} \quad V_r = 33\% (V_R + V_i)$$

2.2.5. Línea de aducción

Es aquella tubería que sirve para transportar el agua desde el reservorio hasta la red de distribución, esta línea también puede ser impulsión siempre y cuando el reservorio se encuentre en una cota más baja de la distribución y lo necesite, o si se encuentra en una cota alta transporte se dará por gravedad. Esta línea está compuesta por tuberías de PVC el diámetro se escogerá de acuerdo a los cálculos que arroja el diseño.

“Es la línea que transporta el agua desde la captación hasta el punto de entrega, que usualmente es el reservorio de regulación, pero eventualmente puede ser la planta de tratamiento o puede sea directamente a la red de distribución cuando el caudal de conducción corresponde al caudal máximo horario, lo que hace innecesario el reservorio de regulación. Sólo se requiere un pequeño reservorio para la cloración”. (GRACIA TRISOLINI, E. 2009; pag 37).

2.2.5.1. Diseño de la línea de conducción

“Para el diseño y/o comprobación se sigue el mismo criterio que para el diseño de la línea de conducción por gravedad, con las siguientes consideraciones:

- El caudal de Diseño será el Caudal máximo Horario.
- La velocidad máxima debe ser de 5.0 m/s
- La capacidad de trabajo de la tubería debe ser la suficiente para soportar el fenómeno del golpe de Ariete. Ya que este se presenta por abrir y cierre las válvulas y así obteniendo una sobrepresión en las tuberías.

- El reservorio debe de estar ubicado de tal modo que las presiones en la red estén comprendidas 10 y 50 m.c.a. Esta presión para localidades rurales puede llegar hacer 3.5 m.c.a.
- El terreno por donde atraviesa la línea de aducción debe ofrecer garantías en cuanto a su estabilidad.
- En lo referente al material, diámetros y el cálculo empleado para el análisis de la línea de aducción, es la misma que para la línea de conducción”. (SURICHAQUI QUISPE, M. 2015; pag.65).

2.2.5.2. Calculo de la línea de aducción

“Para el cálculo del diámetro de la línea de Aducción, este se realizará con el caudal de diseño, comparando el Qmax horario con el Qmax diario más Qincendio, de donde se diseñará con mayor valor de los dos”. (MOYA SÁCIGA, J. 2002; pag. 147).

Así tendremos:

$$D = \left(\frac{Q}{0.000426 \times C^{0.5}} \right)^{0.3}$$

S: pendiente de la línea gradiente igual hf/L (m/Km.)

D: Diámetro de la tubería (pulg)

Qd: Caudal de diseño (lt/s)

C: Coeficiente de Hazen & Williams

2.2.6. Red de distribución de agua

“La red de distribución es el conjunto de tuberías de diferentes diámetros, válvulas, grifos y demás accesorios cuyo origen está en el punto de entrada al pueblo (final de la línea de aducción) y que se desarrolla por todas las calles de la población. Para el diseño de la red de distribución es necesario definir la ubicación tentativa del reservorio de almacenamiento con la finalidad de suministrar el agua en cantidad y presión adecuadas a todos los puntos de la red. Las cantidades de agua se han definido en base a las dotaciones y en el diseño se contempla las condiciones más desfavorables,

para lo cual se analizaron las variaciones de consumo considerando en el diseño de la red el consumo máximo horario (Q_{mh}). Las presiones deben satisfacer las condiciones máximas y mínimas para las diferentes situaciones de análisis que puedan ocurrir. En tal sentido, la red debe mantener presiones de servicio mínimas, que sean capaces de llevar agua al interior de las viviendas (parte alta del pueblo). También en la red deben existir limitaciones de presiones máximas tales que no provoquen daños en las conexiones y que permitan el servicio sin mayores inconvenientes de uso (parte baja)". (AGÜERO, R. 2004; pag.93).

2.2.6.1. Consideraciones para el diseño

“La red de distribución se debe calcular considerando la velocidad y presión del agua en las tuberías.

Se recomiendan valores de velocidad mínima de 0.6 m/s y máxima de 3.0 m/s. Si se tiene velocidades menores que la mínima, se presentarán fenómenos de sedimentación; y con velocidades muy altas, se producirá el deterioro de los accesorios y tuberías.

La presión mínima depende de las necesidades domésticas, y la máxima influye en el mantenimiento de la red, ya que con presiones elevadas se originan pérdidas por fugas y fuertes golpes de ariete. Las Normas Generales del Ministerio de Salud, recomiendan que la presión mínima de servicio en cualquier parte de la red no sea menor de 5 m. y que la presión estática no exceda de 50 m.

En las Normas del Ministerio de Salud se establece que el diámetro mínimo a utilizarse en la red, será aquel que satisfaga las condiciones hidráulicas que garanticen las presiones mínimas de servicio en la red y su capacidad deberá ser tal que pueda absorber en el futuro la instalación de conexiones domiciliarias.

El diámetro mínimo recomendado es de 3/4", Las válvulas, según las Normas mencionadas, se deben ubicar para aislar tramos no mayores de 300 m, o en lugares que garanticen el buen funcionamiento del

sistema y permitan interrupciones para realizar las ampliaciones y reparaciones en la red”. (AGÜERO, R. 2004; pag.93).

2.2.6.2. Tipos de red

“La elección del tipo de red dependerá principalmente de la topografía del terreno, de la ubicación de la captación de la fuente de abastecimiento, del reservona y de la conformación física de la población”. (MOYA SÁCIGA, J. 2002; pag. 151).

Según la forma de circuitos, los sistemas de red de distribución se agrupan en:

- Sistemas Abiertos (ramales abiertos, parrillas)
- Sistemas Cerrados(mallas)

2.2.6.3. Sistema abierto o ramificado

Es la red de distribución en la cual todas sus ramificaciones se extienden por las calles de las viviendas beneficiadas, Estas no cierran en un punto de origen es por ello que se cuida la presión y la columna de agua en los puntos finales de cada rama para que toda la población reciba el mismo servicio.

“Son redes de distribución que están constituidas por un ramal matriz y una serie de ramificaciones. Es utilizado cuando la topografía dificulta o no permite la interconexión entre ramales y cuando las poblaciones tienen un desarrollo lineal, generalmente a lo largo de un río o camino. La tubería matriz o principal se instala a lo largo de una calle de la cual se derivan las tuberías secundarias. La desventaja que el flujo está determinado en un solo sentido, y en caso de sufrir desperfectos puede dejar sin servicio a una parte de la población. El otro inconveniente es que en el extremo de los ramales secundarios se dan los puntos muertos, es decir el agua ya no circula, si no que permanece estática en los tubos originando sabores y olores, especialmente en las zonas donde las casas están más separadas. En los puntos muertos se requiere instalar válvulas de purga con la

finalidad de limpiar y evitar la contaminación del agua”. (AGÜERO, R. 2004; pag.94).

2.2.6.4. Sistema cerrado

En este sistema se puede observar que la red de tubería da forma a una malla o parrilla en la urbanización a beneficiar, este sistema termina en su punto de origen el cual da servicio más eficiente y continuo.

“Son aquellas redes constituidas por tuberías interconectadas formando mallas. Este tipo de red es el más conveniente y tratará de lograrse mediante la interconexión de tuberías, a fin de crear un circuito cerrado que permita un servicio más eficiente y permanente. En este sistema se eliminan los puntos muertos; si se tiene que realizar reparaciones en los tubos, el área que se queda sin agua se puede reducir a una cuadra, dependiendo de la ubicación de las válvulas. Otra ventaja es que es más económico, los tramos son alimentados por ambos extremos consiguiéndose menores pérdidas de carga y por lo tanto menores diámetros; ofrece más seguridad en caso de incendios, ya que se podría cerrar las válvulas que se necesiten para llevar el agua hacia el lugar del siniestro. Para el análisis hidráulico de una red de distribución en un sistema cerrado los métodos más utilizados son el de seccionamiento y el de Hardy Cross”. (AGÜERO, R. 2004; pag.97).

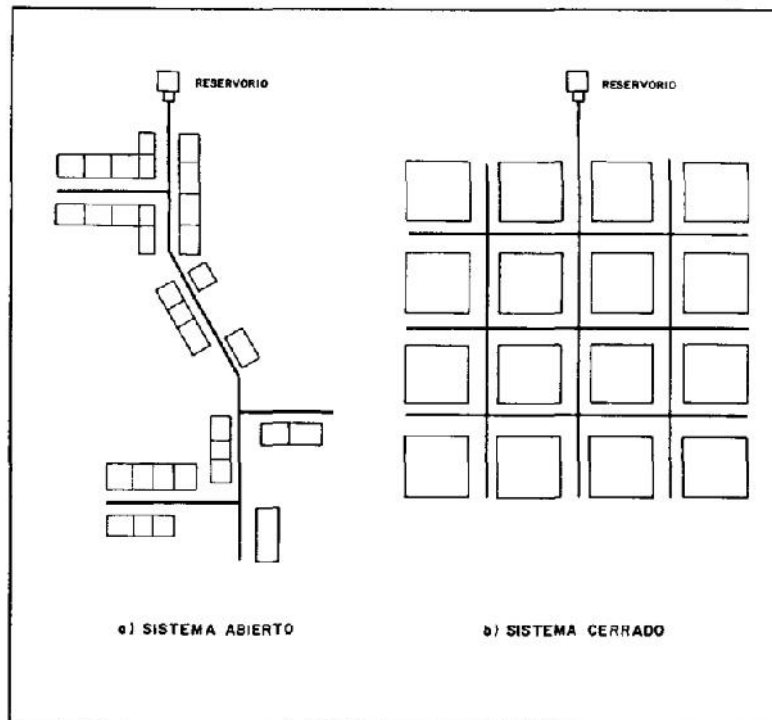


Ilustración 16: Tipos de sistemas de distribución.
Fuente: Agua potable para poblaciones rurales, sistemas de abastecimiento por gravedad sin tratamientos, 1997.

2.2.6.5. Método de Hardy Cross

“También conocido como el método de Relajamiento, está basado en realizar una distribución de caudales en cada tramo de la red, el cual mediante un proceso iterativo se corrigen los caudales. La corrección de tales caudales se hallará mediante la fórmula”. (MOYA SÁCIGA, J. 2002; pag. 159).

$$\Delta Q = \frac{\Sigma h_{fo}}{n \Sigma h_{fo}/Q_0}$$

n = 1.85 con H&W

n = 2 con Darcy

Con este método se debe obtener como condiciones siguientes:

- La suma total de las pérdidas de carga en un circuito deberá ser igual a cero.
- El caudal que llega a un nudo debe ser igual al caudal que sale del él.

- El caudal que ingresa a la red debe ser igual al caudal que sale de esta.

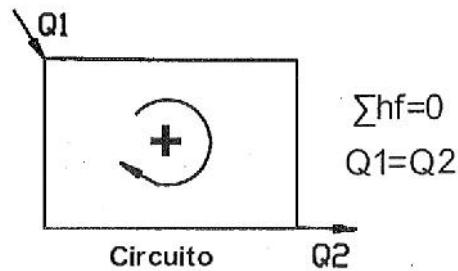


Ilustración 17. Circuito de una red de distribución cerrada.
Fuente: Agua potable para poblaciones rurales, sistemas de abastecimiento por gravedad sin tratamientos, 1997.

2.2.6.6. Válvulas

“Existen válvulas que sirven para interrumpir el tránsito de flujo de agua, ya sea debido a un mantenimiento y/o para efectuar limpiezas por zonas sin causar interrupción total o parcial del servicio en la periferia, es decir permite aislar un determinado sector de un centro poblado para así poder cumplir y a la vez facilitar los trabajos efectuados por la empresa encargada de los servicios de Saneamiento.

Para la colocación de estas válvulas hay que tener en cuenta lo siguiente:

- Al efectuar el cierre de una o más válvulas para aislar y proceder a reparación de un tramo o circuito, la longitud de este no debe exceder de más de 200 ml de tubería.
- Cada tramo debe aislarse a lo más mediante el cierre de cuatro válvulas.
- Deberán colocarse cerca de las intersecciones de las calles y en la prolongación de las líneas de propiedad”. (SURICHAQUI QUISPE, M. 2015; pag.69).

2.2.6.7. Anclajes

“A fin de contrarrestar el empuje que pueda presentar debido a la presión interna de la tubería deberán diseñarse anclajes de concreto en los siguientes casos:

- Cambios de dirección.
- Cambios de diámetros.
- Válvulas de compuerta.
- Terminales de líneas taponados.
- Curvas verticales.

Las dimensiones y formas de los anclajes se determinarán teniendo en cuenta la presión de la línea, el diámetro del tubo, clase de terreno y tipo de accesorio.

El área o superficie de contacto del anclaje deberá dimensionarse de modo que el esfuerzo que se transmite al terreno, no supere la carga de resistencia admisible dada para tipo de terreno”. (SURICHAQUI QUISPE, M. 2015; pag.70).

2.2.6.8. Tuberías

“Las tuberías de la red de distribución se colocarán teniendo en cuenta lo siguiente:

- En las calles de 20 m. de ancho o menos, se proyectará una línea de agua potable a un lado de la calzada y de ser posible en el lado de mayor altura, a menos que se justifique la instalación de dos líneas paralelas.
- En las calles y avenidas de más de 20m. de ancho se proyectará a cada lado de la calzada una línea, salvo el caso en que se justifique la instalación de una sola línea.
- La distancia mínima entre los planos verticales tangentes a la tubería de agua potable y una de alcantarillado instaladas paralelamente no será menor de 2m. medidas horizontalmente.

- La distancia entre la línea de propiedad y el plano vertical tangente al tubo no será menor 0.80m.
- En caso de vías vehiculares, las tuberías de agua potable deben ser proyectadas con un recubrimiento mínimo de 0.80m. Sobre la clave del tubo.
- En las vías peatonales pueden reducirse estas distancias y las profundidades; siempre y cuando se diseñe una protección especial para evitar su fisuramiento o ruptura.

La mínima distancia entre tuberías de agua potable y cables eléctricos instalados paralelamente será de 1.0 m". (SURICHAQUI QUISPE, M. 2015; pag.71).

2.2.6.9. Conexiones domiciliarias

Son las conexiones al domicilio o pileta pública a partir de la red, con los siguientes componentes:

- Conexión a la red mediante T o abrazadera.
- Tubería de conexión de ½".
- Válvula de cierre antes y después del medidor o solo una sin medidor.
- Medidor (opcional).
- Accesorios y piezas de unión.
- Caja de protección

2.2.7. Sistema de alcantarillado.

La Organización Panamericana de la Salud, 2005, define que un sistema de alcantarillado es un conducto de servicio público cerrado, destinado a recolectar y transportar aguas residuales que fluyen por gravedad libremente bajo condiciones normales. El alcantarillado funciona por efecto de la gravedad. Las tuberías se conectan en ángulo descendente, desde el interior de los predios a la red pública, desde el centro de la comunidad hacia el exterior de la misma. Cada cierta distancia se debe construir pozos de registro verticales para permitir el acceso a la red con fines de mantenimiento. Los sistemas de alcantarillado se encargan de conducir las

aguas de desecho y pluviales captadas en los sitios de asentamiento de las conglomeraciones humanas para su disposición final.

2.2.7.1. Clasificación de aguas residuales

“Las aguas residuales pueden clasificarse según sus orígenes y composición en:

- **Aguas Residuales Domésticas:** Son las provenientes de los desagües de viviendas (inodoros, lavaderos, cocinas etc.), esta agua estas compuestas por materia orgánica, inorgánica, nutrientes y organismos patógenos.
- **Aguas Residuales Industriales:** Que provienen de los procesos industriales, estas pueden contener elementos tóxicos, ácidos, bases, sales, etc. los cuales requieren ser removidos antes de ser vertidos al sistema de alcantarillado.
- **Aguas Residuales Pluviales:** Provenientes de la escorrentía por las lluvias, estas escurren por los tejados, calles y suelos conteniendo sólidos suspendidos (vegetales, basura y otros)”. (MOYA SÁCIGA, J. 2002; pag. 167).

2.2.7.2. Clasificación de sistemas de alcantarillado

“Los Sistemas de Alcantarillado según el tipo de agua residual y modo de transporte se clasifican en:

- **Sistema Sanitario o Separativo:** En la cual se separan las aguas pluviales de las aguas negras (domesticas e industriales), son colectadas en forma separada por redes independientes. Este sistema tiene como principal ventaja económica en la reducción de costos en el tratamiento de aguas negras, puesto que las aguas pluviales no se combinan con dichas aguas negras por lo tanto no se someten a depuración alguna.
- **Sistema Unitario o Combinado:** En este sistema se colectan las aguas pluviales y aguas negras en una sola red de tuberías. Dicho sistema es ventajoso en aquellos lugares donde la cantidad de

agua pluvial no es significativa”. (MOYA SÁCIGA, J. 2002; pag. 168).

2.2.7.3. Partes de un sistema alcantarillado

“Un sistema de Alcantarillado puede componerse de la Red de alcantarillado, Planta de tratamiento y de un lugar de disposición final de las descargas. Esta red de alcantarillado está compuesta por tuberías que en función de su ubicación en el sistema puede ser:

- **Colector Secundario:** Son las tuberías que reciben las descargas provenientes de las conexiones domiciliarias.
- **Colector Primario:** Son las que reciben las descargas del conjunto de tuberías de colectores secundarios.
- **Interceptor:** Es un colector primario que intercepta las descargas de otros colectores primarios, este evacua las descargas a un colector principal llamado Emisor.
- **Emisor:** Recibe las descargas totales y las evacua a un punto de entrega (disposición final) pudiendo ser esta una planta de tratamiento.
- **Planta de Tratamiento:** Son instalaciones habilitadas donde se tratan las aguas residuales para su debido vertido con calidad al cuerpo receptor. Este tratamiento se realiza mediante una combinación de operaciones físicas y de procesos biológicos (procesos que puede ser aeróbico o anaeróbico) y químicos que remueven el material suspendido o material disuelto en dichas aguas residuales.
- **Cuerpo Receptor de Disposición Final:** Como su nombre lo indica se refiere a que las aguas residuales tratadas son vertidas a un cuerpo de agua como receptor final, que puede ser un depósito natural como río, lago o mar etc. También pueden ser vertidos en terrenos como, por ejemplo, los terrenos agrícolas”. (MOYA SÁCIGA, J. 2002; pag. 168).

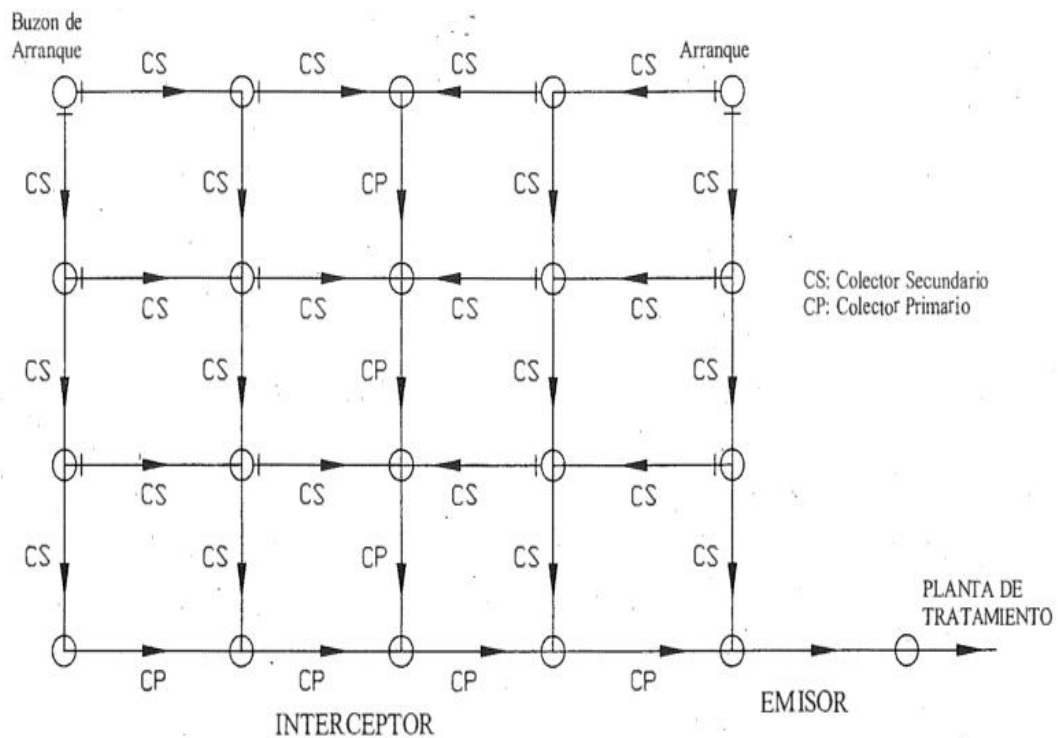


Ilustración 18: Esquema de sistemas de alcantarillado.
Fuente: Abastecimiento agua potable y alcantarillado

2.2.7.4. Consideraciones para el diseño del sistema de alcantarillado

- **Localización de los colectores:** estos colectores serán ubicados al centro de las calles donde el sentido de las tuberías lo determinara la topografía natural de la zona para el flujo avance por gravedad.
- **Pendientes mínimas:** a partir del buzón has los primeros 400 metros la pendiente mínima será de 1%, deben tener una velocidad de 0.60 m/s. según su diámetro.

DIAMETRO		PENDIENTE MINIMA
mm	pulgadas	
150	6	0.0100
200	8	0.0040
250	10	0.0030
300	12	0.0022
350	14	0.0015
450	18	0.0012
500	20	0.0010
600	24	0.0009
mayor 600	mayer 24	0.0008

tabla N° 7: tabal de valores de diámetro y pendientes mínimas
Fuente: Abastecimiento agua potable y alcantarillado

- **Diámetro mínimo de colectores:** el diámetro mínimo será de 6" para las conexiones domiciliarias y para el sistema de alcantarillado será de 8".
- **Profundidad mínima:** La profundidad mínima será 1 metro y serán medidos hasta la clave de la tubería.
- **Velocidades:** la velocidad del flujo será de 0.60 m/s. como mínima para no tener sedimentos y como máximo hasta de 3 m/s. y de este modo no se desgasta el material de la tubería escogida.

<i>TIPO</i>	<i>Velocidad Máxima(m/s)</i>
Concreto Simple	3
Concreto Rforzado	3
PVC	3
Asbesto Cemento	3
Fierro Fundido	5

Tabla N° 8: Tabla de velocidades máximas según el tipo.
Fuente: Abastecimiento agua potable y alcantarillado

- **Tirante máximo:** esta será de la mitad de la altura de la tubería en otros casos como colectores ya sean; principales, interceptores y emisores podrá ser como máximo de 3/4 del tirante del tubo

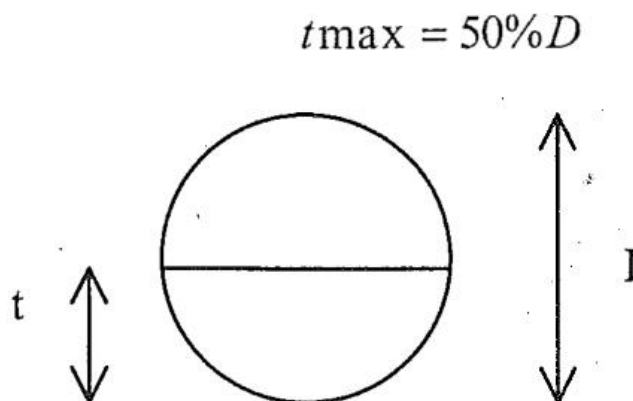


Ilustración 19: Representación gráfica del tirante máximo de la tubería.
Fuente: Abastecimiento agua potable y alcantarillado

- **Distancia máxima entre buzones:** Esta distancia estará dada en la siguiente tabla.

<i>Diámetro Tubería(pulg)</i>	<i>Distancia (m)</i>
6	80
8-10	100
12-24	150
mayor a 24	250

Tabla N° 9: Tablas de valores de los diámetros a distancias.
Fuente: Abastecimiento agua potable y alcantarillado

- **Diámetro de buzones:** Según el diámetro de colector se escogerá el diámetro interno del buzón y de esta forma tendremos lo siguiente:
 -) Para tuberías hasta de 800mm, el diámetro será 1.20 m.
 -) Para tuberías hasta de 1200mm, el diámetro será 1.50 m.
- **Ubicación de buzones:** Se ubicarán en los siguientes puntos mencionados en la siguiente tabla.
 -) Inicio de los tramos de arranque.
 -) Cambios de dirección del colector y cambios de pendiente.
 -) Cambios de diámetro de la tubería y de material.

2.2.8. Fundamentos teóricos del sistema de alcantarillado pluvial.

En la mayoría de las ciudades se tiene la necesidad de desalojar el agua de lluvia para evitar que se inunden las viviendas, los comercios, las industrias y otras áreas de interés, el hombre requiere deshacerse de las aguas que han servido para su aseo y consumo. Por otra parte, la construcción de edificios, casas, calles, estacionamientos y otros modifican el entorno natural en que habita el hombre y, tiene como algunas de sus tantas consecuencias, la creación de superficies poco permeables (que favorece a la presencia de una mayor cantidad de agua sobre el terreno) y la eliminación de los cauces de las corrientes naturales (que reduce la capacidad de desalojo de las aguas pluviales y residuales). Así, la urbanización incrementa los volúmenes de agua de lluvia que escurren superficialmente, debido a la impermeabilidad de las superficies de concreto y pavimento. Por ello, las conducciones artificiales para evacuar el agua son diseñadas con mayor capacidad que la que tienen las corrientes naturales existentes.

2.2.9. Precipitación

Se define precipitación a toda forma de humedad, que, originándose en las nubes, llega hasta la superficie terrestre. De acuerdo a esta definición, las lluvias, las granizadas, las garúas y las nevadas son formas distintas del mismo fenómeno de la precipitación. (CHEREQUE MORAN, W. 1989; pág. 15).

2.2.10. Evapotranspiración

La evapotranspiración es el término que engloba en una variable única la evaporación y la transpiración de los seres vivos. La evaporación es el fenómeno físico en el que el agua pasa de estado líquido a vapor, incluye también de sólido a vapor. La transpiración es el fenómeno biológico por el cual los seres vivos pierden agua a la atmósfera. Este fenómeno es relevante en hidrología por su importancia en el entendimiento de pérdidas de agua en las corrientes, canales y embalses (MONSALVE, E. 2000; pág. 11).

2.2.11. Hidrogramas unitarios

Se denomina hidrograma a la representación gráfica de la variación de caudal en relación con el tiempo. Si se aíslan picos de hidrogramas de crecientes, se puede analizar algunos fenómenos de interés en hidrografía. Para analizar un hidrograma es necesario conocer el hietograma de la lluvia productora como el hidrograma del caudal producido; sin embargo, la manera más fácil de analizar estos fenómenos es con un hidrograma unitario. El hidrograma unitario se refiere al hidrograma de escorrentía superficial total resultante de un volumen unitario de lluvia neta. (MONSALVE, E. 2000; pág. 12).

2.3. MARCO CONCEPTUAL

Alcantarilla: Conducto subterráneo para conducir agua de lluvia, aguas servidas o una combinación de ellas.

Alcantarillado pluvial: Conjunto de alcantarillas que transportan aguas de lluvia.

Alineamiento: Dirección en el plano horizontal que sigue el eje del conducto.

Base: Capa de suelo compactado, debajo de la superficie de rodadura de un pavimento.

Berma: Zona lateral pavimentada o no de las pistas o calzadas, utilizadas para realizar paradas de emergencia y no causar interrupción del tránsito en la vía.

Bombeo de la pista: Pendiente transversal contada a partir del eje de la pista con que termina una superficie de rodadura vehicular, se expresa en porcentaje.

Buzón: Estructura de forma cilíndrica generalmente de 1.20m de diámetro. Son contruidos en mampostería o con elementos de concreto, prefabricados o contruidos en el sitio, puede tener recubrimiento de material plástico o no, en la base del cilindro se hace una sección semicircular la cual es encargada de hacer la transición entre un colector y otro. Se usan al inicio de la red, en las intersecciones, cambios de dirección, cambios de diámetro, cambios de pendiente, su separación es función del diámetro de los conductos y tiene la finalidad de facilitar las labores de inspección, limpieza y mantenimiento general de las tuberías, así como proveer una adecuada ventilación. En la superficie tiene una tapa de 60 cm de diámetro con orificios de ventilación.

Calzada: Porción de pavimento destinado a servir como superficie de rodadura vehicular.

Canal: Conducto abierto o cerrado que transporta agua de lluvia.

Carga hidráulica: Suma de las cargas de velocidad, presión y posición

Coeficiente de escorrentía: Coeficiente que indica la parte de la lluvia que escurre superficialmente.

Coeficiente de fricción: Coeficiente de rugosidad de Manning. Parámetro que mide la resistencia al flujo en las canalizaciones.

Corte: Sección de corte.

Cuenca: Es el área de terreno sobre la que actúan las precipitaciones pluviométricas y en las que las aguas drenan hacia una corriente en un lugar dado.

Cuneta: Estructura hidráulica descubierta, estrecha y de sentido longitudinal destinada al transporte de aguas de lluvia, generalmente situada al borde de la calzada.

Cuneta medianera: (Mediana Hundida) Cuneta ubicada en la parte central de una carretera de dos vías (ida y vuelta) y cuyo nivel está por debajo del nivel de la superficie de rodadura de la carretera.

Derecho de vía: Ancho reservado por la autoridad para ejecutar futuras ampliaciones de la vía.

Dren: Zanja o tubería con que se efectúa el drenaje.

Drenaje: Retirar del terreno el exceso de agua no utilizable.

Drenaje urbano: Drenaje de poblados y ciudades siguiendo criterios urbanísticos.

Drenaje urbano mayor: Sistema de drenaje pluvial que evacua caudales que se presentan con poca frecuencia y que además de utilizar el sistema de drenaje menor (alcantarillado pluvial), utiliza las pistas delimitadas por los sardineles de las veredas, como canales de evacuación.

Drenaje urbano menor: Sistema de alcantarillado pluvial que evacua caudales que se presentan con una frecuencia de 2 a 10 años.

Duración de la lluvia: Es el intervalo de tiempo que media entre el principio y el final de la lluvia y se expresa en minutos.

Eje: Línea principal que señala el alineamiento de un conducto o canal.

Entrada: Estructura que capta o recoge el agua de escorrentía superficial de las cuencas.

Estructura de unión: Cámara subterránea utilizada en los puntos de convergencia de dos o más conductos, pero que no está provista de acceso desde la superficie. Se diseña para prevenir la turbulencia en el escurrimiento dotándola de una transición suave.

Frecuencia de lluvias: Es el número de veces que se repite una precipitación de intensidad dada en un período de tiempo determinado, es decir el grado de ocurrencia de una lluvia.

Filtro: Material natural o artificial colocado para impedir la migración de los finos que pueden llegar a obturar los conductos, pero que a la vez permiten el paso del agua en exceso para ser evacuada por los conductos.

Flujo uniforme: Flujo en equilibrio dinámico, es aquel en que la altura del agua es la misma a lo largo del conducto y por tanto la pendiente de la superficie del agua es igual a la pendiente del fondo del conducto.

Hietograma: Distribución temporal de la lluvia usualmente expresada en forma gráfica. En el eje de las abscisas se anota el tiempo y en el eje de las ordenadas la intensidad de la lluvia.

Hidrograma unitario: Hidrograma resultante de una lluvia efectiva unitaria (1cm), de intensidad constante, distribución espacial homogénea y una duración determinada.

Intensidad de la lluvia: Es el caudal de la precipitación pluvial en una superficie por unidad de tiempo. Se mide en milímetros por hora (mm/hora) y también en litros por segundo por hectárea (l/s/Ha).

Lluvia efectiva: Porción de lluvia que escurrirá superficialmente. Es la cantidad de agua de lluvia que queda de la misma después de haberse infiltrado, evaporado o almacenado en charcos.

Pendiente longitudinal: Es la inclinación que tiene el conducto con respecto a su eje longitudinal.

Pendiente transversal: Es la inclinación que tiene el conducto en un plano perpendicular a su eje longitudinal.

Periodo de retorno: Periodo de retomo de un evento con una magnitud dada es el intervalo de recurrencia promedio entre eventos que igualan o exceden una magnitud especificada.

Precipitación: Fenómeno atmosférico que consiste en el aporte de agua a la tierra en forma de lluvia, llovizna, nieve o granizo.

Precipitación efectiva: Es la precipitación que no se retiene en la superficie terrestre y tampoco se infiltra en el suelo.

Rejilla: Estructura de metal con aberturas generalmente de tamaño uniforme utilizadas para retener sólidos suspendidos o flotantes en aguas de lluvia o aguas residuales y no permitir que tales sólidos ingresen al sistema.

Registro: Estructura subterránea que permite el acceso desde la superficie a un conducto subterráneo continuo con el objeto de revisarlo, conservarlo o repararlo.

Sumidero: Estructura destinada a la captación de las aguas de lluvias, localizados generalmente antes de las esquinas con el objeto de interceptar las aguas antes de la zona de tránsito de los peatones. Generalmente están concentrados a los buzones de inspección.

Tiempo de concentración: Es definido como el tiempo requerido para que una gota de agua caída en el extremo más alejado de la cuenca, fluya hasta los primeros sumideros y de allí a través de los conductos hasta el punto considerado.

El tiempo de concentración se divide en dos partes: el tiempo de entrada y el tiempo de fluencia.

-) El tiempo de entrada es el tiempo necesario para que comience el flujo de agua de lluvia sobre el terreno desde el punto más alejado hasta los sitios de admisión, sean ellos sumideros o bocas de torrente.
-) El tiempo de fluencia es el tiempo necesario para que el agua recorra los conductos desde el sitio de admisión hasta la sección considerada.

Tuberías ranuradas: Tuberías de metal con aberturas en la parte superior para permitir la entrada de las aguas pluviales.

Velocidad de autolimpieza: Velocidad de flujo mínima requerida que garantiza el arrastre hidráulico de los materiales sólidos en los conductos evitando su sedimentación.

Vereda: Senda cuyo nivel está encima de la calzada y se usa para el tránsito de peatones. Se le denomina también como acera.

Vías calle: Cuando toda la calzada limitada por los sardineles se convierte en un canal que se utiliza para evacuar las aguas pluviales. Excepcionalmente puede incluir las veredas.

Caudal de diseño.

- a) El caudal de diseño podrá ser obtenido mediante el método racional, el hidrograma unitario u otros procedimientos de hidrología urbana, por ejemplo, modelos de simulación hidrológica (simulación de eventos y simulación continua).
- b) El método racional podrá ser empleado para pequeñas áreas de drenaje.
- c) El hidrograma unitario, deducido o sintético (hidrograma adimensional de SCS, hidrograma de Snyder, etc), podrá ser empleado para áreas de drenaje mayores que 0,5 km².

Método racional: Para áreas urbanas, el área de drenaje puede estar compuesta de subáreas o subcuencas de diferentes características superficiales, entonces el caudal pico puede ser calculado mediante la siguiente forma de la fórmula racional:

$$Q = 0,278 \cdot i \cdot \sum_{j=1}^m C_j \cdot A_j$$

Donde:

Q : Caudal pico en m³/s

I : Intensidad de la lluvia en mm/hora

A_j : Área de drenaje de la j-ésima subcuenca en km²

C_j : Coeficiente de escorrentía para la j-ésima subcuenca

m : Número de subcuencas drenadas por alcantarillas o canales.

Cuenca hidrográfica: La cuenca hidrográfica es el espacio de territorio delimitado por la línea divisoria de las aguas, conformado por un sistema hídrico que conducen sus aguas hacia un mismo punto de salida. En la cuenca hidrográfica se encuentran los recursos naturales y la infraestructura creada por las personas, en las cuales desarrollan sus actividades económicas y sociales que generan diferentes efectos favorables y no favorables para el bienestar humano (Visión Mundial, 2004).

Las cuencas hidrográficas son consideradas sistemas hidrológicos, por lo cual existen entradas y salidas que pueden ser cuantificables. En ellas se producen interacciones entre sus distintos elementos y existe una alta interdependencia entre usos y usuarios (Visión Mundial, 2004).

Sistema hidrológico: los fenómenos hidrológicos son muy complejos, por lo que nunca pueden ser totalmente conocidos. Sin embargo, a falta de una concepción perfecta, se pueden representar de una manera simplificada mediante el concepto de sistema. (Guevara y Cartaya, 1991).

Un sistema viene a ser un conjunto de partes diferenciadas que interactúan como un todo. El ciclo hidrológico podría considerarse como un sistema, cuyos componentes son: precipitación, evaporación, escorrentía, y las otras fases del ciclo, tal como se muestra en la Figura siguiente.

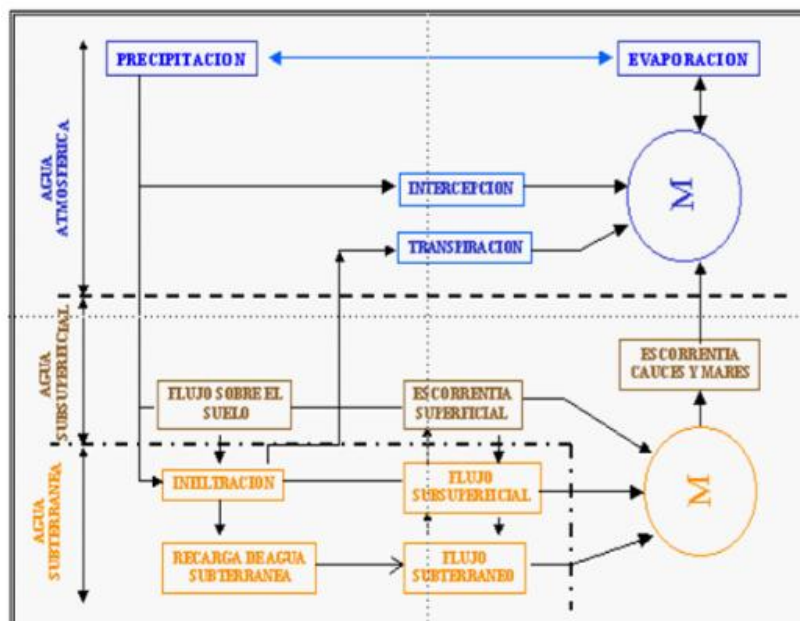


Ilustración 20: Representación del sistema hidrológico.

Fuente: CEDES. 2016.

Balance hídrico: Balance de entrada y salidas de agua en una zona hidrológica bien definida, tal como un embalse, un lago, o una cuenca, teniendo en cuenta el déficit o superávit de agua acumulada.

Precipitación: Se denomina precipitación, a toda agua meteórica que cae en la superficie de la tierra, tanto en forma líquida (llovizna, lluvia, etc) y sólida (nieve, granizo, etc.) y las precipitaciones ocultas (rocío, la helada blanca, etc.). Ellas son provocadas por un cambio de la temperatura o de la presión. La precipitación constituye la única entrada principal al sistema hidrológico continental (Musy, 2001).

Área de drenaje

a) Debe determinarse el tamaño y la forma de la cuenca o subcuenca en consideración. Se determinará el área en mapas topográficos o por inspección en campo. Los intervalos entre las curvas de nivel deben permitir distinguir la dirección del flujo superficial.

b) Debe medirse el área de drenaje que contribuye al sistema que se está diseñando, así como la subárea de drenaje que contribuye a cada punto de ingreso del sistema. La línea divisoria debe seguir el límite real de la cuenca,

en lugar de una delimitación comercial del terreno, como puede darse el caso en el diseño de alcantarillado sanitario.

Estudio de avenidas: La avenida que se utilice para diseñar se llamará avenida de proyecto. Esta es la máxima avenida probable, es decir, la mayor avenida que puede esperarse razonablemente en una corriente determinada en un punto que se elija.

La determinación de la máxima avenida probable se basa en la consideración racional de las probabilidades de ocurrencia simultánea de las diferentes condiciones que contribuyen a su formación. Analizando los gastos de corriente y los registros de precipitaciones se podría obtener un hidrograma, que es una curva que muestra la variación del escurrimiento con el tiempo debido a una precipitación dada.

Para la determinación de las avenidas se deben estudiar los siguientes factores para cada emplazamiento: localización geográfica, potencial de las tormentas, área de drenaje, suelos, cobertura y distribución del escurrimiento.

2.4. HIPÓTESIS

El diseño de los sistemas para agua potable, alcantarillado y drenaje en nuevas vías, por expansión urbana, en el Distrito de Bolívar. Provincia de Bolívar. Permitirá la construcción eficiente.

2.5. VARIABLES

2.5.1. Dependiente [Y(J)]: j=1

El diseño de los sistemas para agua potable, alcantarillado y drenaje en nuevas vías, por expansión urbana

2.5.2. Independiente [X(i)] i=1,2,3

Distrito de Bolívar. Provincia Bolívar

2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Variable	Indicador	Medición	Unidad	Instrumentos
Y11	Diseño de los sistemas para agua potable y alcantarillado en nuevas vías por expansión urbana en el distrito de Bolívar	Longitud Caudal Volumen	ml m ³ /seg m ³	AutoCAD WATER CAD SEWER CAD
Y12	Diseño del sistema de drenaje en nuevas vías, por expansión urbana en el distrito de Bolívar. Provincia de Bolívar	Longitud Caudal Volumen	ml m ³ /seg . m ³	Métodos y Softwares de Ingeniería Hidráulica HIDROESTA
Y13	Propuesta del diseño de los sistemas de agua potable, alcantarillado y drenaje en nuevas vías, por expansión urbana en el Distrito de Bolívar. Provincia Bolívar.	U	03	AutoCAD WATER CAD SEWER CAD HIDROESTA Excel

Tabla N° 10: Tabla de operacionalización de variables.

Fuente: propia.

III. METODOLOGÍA EMPLEADA

3.1. NIVEL Y ALCANCE DE INVESTIGACIÓN

3.1.1. Nivel de investigación

Por el propósito es aplicativa, por la ejecución de procedimiento tales como; programas como WATERCAD V8I, SEWERCAD V8I e HIDROESTA. Mecánica de fluidos, Estudio hidrológico, levantamiento topográfico (altimetría y planimetría).

Para proceder al diseño correcto de los sistemas de agua potable, alcantarillado y drenaje en nuevas vías, por expansión urbana, en el Distrito de Bolívar, realizaremos lo siguiente:

- Realizaremos el levantamiento topográfico de la zona de estudio.
- Realizaremos el replanteo de las vías aperturadas, como expansión urbana de la Ciudad de Bolívar.

- c) Determinaremos los cálculos, empleando las fórmulas y los softwares disponibles para el diseño del sistema de agua potable, alcantarillado y drenaje, con valores referenciales recomendados por libros, normas o experiencias anteriores, luego se debe elegir el tipo de tubería o conducto a usar según los datos preliminares.
- d) Realizar el modelamiento del sistema de agua, alcantarillado y drenaje usando los softwares: WATERCAD V8I, SEWERCAD V8I y HIDROESTA., respectivamente.
- e) Proponer el diseño definitivo del sistema de agua potable, alcantarillado y drenaje, para las nuevas vías por la expansión urbana en el Distrito de Bolívar.
- f) Realizar los planos correspondientes del sistema de agua potable, alcantarillado y drenaje de las nuevas vías, por expansión urbana de la ciudad de Bolívar.

3.1.2. Alcance de la investigación

Su alcance es descriptivo, Por detallar la problemática del distrito para proponer la más optima solución. Como puede ser, El análisis del ojo de agua donde se proyecta captar el agua y así beneficiar a la población.

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA DE ESTUDIO

3.2.1. Población

Sistemas de agua potable, alcantarillado y drenaje en vías urbanas nuevas, por expansión urbana en el Departamento de La Libertad.

3.2.2. Muestra

Sistemas de agua potable, alcantarillado y drenaje en vías urbanas nuevas, por expansión urbana en el Distrito de Bolívar.

3.3. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

Para la ejecución del presente estudio se procedió a una investigación de campo. En la cual, se realizó el estudio topográfico e hidrológico. Se determinó la precipitación, escorrentía de las cuencas aledañas al proyecto, Se obtuvo los Resultados de los caudales de crecientes de la cuenca de la zona de

estudio, de los cuales se pudo obtener la información sobre las fuentes de abastecimiento de agua.

En este punto se obtuvo un caudal máximo diario (Qmd) y horario (Qmh). Se diseñó la captación, la línea de conducción, el reservorio, la línea de aducción y de distribución, todo por sistema por gravedad.

Las tuberías del sistema de alcantarillado se diseñarán de acuerdo a las normas establecidas y su punto final, llegara a una poza de oxidación cercana al pueblo.

El sistema de drenaje se realizará con el estudio hidrológico se verá las precipitaciones y el tiempo de acumulación y de acuerdo a esto se diseñará las cunetas y desembocadura del drenaje pluvial.

3.4. PROCEDIMIENTOS

3.4.1. Etapas de campo

- Estudios de topografía, que se realizó en la zona de estudio. El estudio de hidrología se tomará algunos datos relevantes para esta investigación y con respecto a la geología se obtendrá el tipo de suelo para conocer las características del suelo donde se colocarán las tuberías de agua potable, alcantarillas y drenaje.
- Determinar las Relaciones precipitación, escorrentía de la cuenca Rio Maraón y de esta manera se obtendrá los datos requeridos para el diseño del sistema de drenaje.
- Determinar los Resultados de los caudales de crecientes de la cuenca de la zona de estudio con estos datos se tendrá información para los caudales de diseño del sistema de agua potable.
- Realizar el pre diseño de los sistemas de agua potable, alcantarillado y drenaje en nuevas vías por expansión urbana, en el Distrito de Bolívar. Provincia Bolívar.
- Realizar el Diseño de los sistemas para agua potable, alcantarillado y drenaje en nuevas vías, por expansión urbana, en el Distrito de Bolívar. Provincia Bolívar, en concordancia con reglamentos y proponer especificaciones para materiales de calidad.

- Dibujo CAD de planos de los sistemas de agua potable, alcantarillado y drenaje en nuevas vías, por expansión urbana en el Distrito de Bolívar. Provincia de Bolívar.

3.4.2. Información cartográfica, documentación y administrativa

En esta investigación se obtuvo toda la información que nos proporcionó la municipalidad provincial de Bolívar. Ya que hubo un proyecto de apertura de calles del barrio San Juan en su marco de expansión urbana, nosotros en la propuesta de plantear el diseño de abastecimiento de agua potables, alcantarillado y drenaje. En el cual se cuenta con un expediente llamado "Construcción de vías urbanas, en el barrio San Juan en la localidad de Bolívar, distrito de Bolívar, provincia de Bolívar - La Libertad". Del cual se extrajeron los datos generales del proyecto, estudios básicos y el planeamiento urbano.

3.4.3. Trabajo de gabinete

Se realizó el levantamiento topográfico de la zona, en la cual se exportó todo al programa civil 3D donde se realizó el dibujo de la zona en planta, el perfil longitudinal del terreno y volúmenes para saber el corte y relleno del movimiento de tierras a realizar para la colocación de tubería de agua potable, alcantarillado y drenaje.

Se realizó el cálculo de la población futura en el Microsoft Excel con los diferentes métodos para obtener el dato exacto y así tener el caudal de diseño más preciso.

Con estos datos y el trazo realizado en los planos se exportó al WATERCAD V8I para el diseño de los diámetros de las tuberías, además, se verificó la velocidad y presión en todos los circuitos de las tuberías para el óptimo uso del sistema de agua potable.

Luego se procedió en el SEWERCAD V8I donde se realizó el diseño del sistema de alcantarillado, donde se verificó los diámetros de las tuberías los buzones y las colectoras teniendo en cuenta las normativas de diseño.

En el software para el sistema de drenaje se obtuvo las precipitaciones de la zona y de esta manera se diseñó las cunetas y la recepción de estas aguas hasta su desembocadura sin que esto afecte a la población con inundaciones.

3.5. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

3.5.1. Técnicas

Esta etapa comprende de varias acciones que son desarrolladas a lo largo del tiempo de duración del estudio, entre las que podemos citar en orden cronológico son:

- Reconocimiento del plan de expansión urbana del Distrito de Bolívar ubicado en la cuenca del río Marañón, en los aspectos hidrográficos, fisiográficos y geomorfológicos, mediante la observación visual y toma de imágenes.
- Identificar y evaluar el estado situacional de las estaciones hidrometeorológicas del ámbito de la cuenca Marañón.
- Evaluar e inventariar las fuentes de agua como: manantiales, quebradas, río y lagunas.
- Inventario de Infraestructuras hidráulicas como: canales de conducción y laterales, bocatomas, partidores, tomas, entre otros.
- Identificar los posibles puntos de operación de estaciones hidrométricas dentro de la Cuenca del río Marañón.
- Proponer el diseño de los sistemas de agua potable, alcantarillado y drenaje en nuevas vías, por expansión urbana, en el Distrito de Bolívar. Provincia Bolívar.

3.5.2. Instrumentos

- Software HIDROESTA (Cálculos hidrológicos).
- Software WATERCAD V8I (Diseño sistema agua potable, modelación, gestión de redes a Presión).
- Software SEWERCAD V8I (Modelado, diseño, análisis alcantarillado sanitario).
- Estadística aplicada.

3.6. TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

3.6.1. Técnicas de análisis

3.6.1.1. Ubicación del proyecto.

Región : La Libertad

Provincia : Bolívar

Distrito : Bolívar

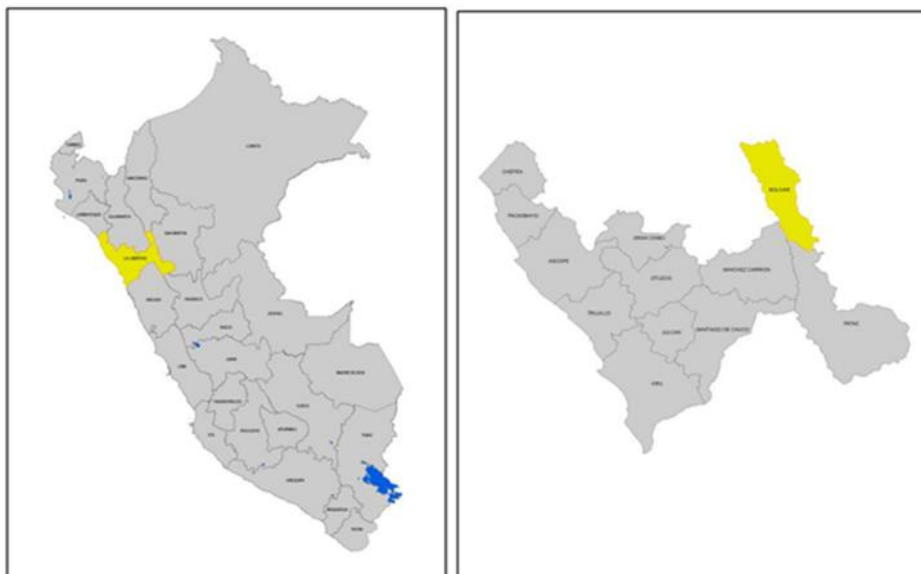


Ilustración 21: Ubicación del proyecto.

Fuente: Imagen de Google.



Ilustración 22: Barrio San Juan destinada a la apertura de calles en Bolívar.
Fuente: Imagen de Google.

3.6.1.2. Topografía de la zona

Se realizó un reconocimiento de campo para observar el terreno en cuestión a trabajar viendo que es de material con presencia de vegetación y algunas rocas que se observan en el terreno, sin embargo, concluimos en que la configuración topográfica de la zona del proyecto es en general ladera con partes llanas sus alturas están entre 3,100.00 m.s.n.m. y 3,200.00 m.s.n.m.

3.6.1.3. Geología de la zona del proyecto

La geología del área en general es regular y está conformada principalmente por las agrupaciones: Llanuras aluvial de piedemonte, llanura aluvial y llanura eólica. La geología de las calles del Barrio San Juan se caracteriza por la presencia de terreno de material suelto arcilloso que correspondieron a terrenos agrícolas, así como terrenos residuales por la presencia de un afloramiento de agua, y otros materiales de diferente naturaleza, origen y edad cronológica.

3.6.1.4. Aspectos climáticos

- **Temperatura:** La Temperatura media anual varía de 10°C. Para el mes de Julio hasta 23°C. para el mes de febrero.
- **Humedad Relativa:** La humedad relativa media varía de 88,6% en el mes de noviembre a 89,3% en el mes de mayo.
- **Velocidad del Viento:** La velocidad del viento varía de 10,00 Km./h a 12,8 Km./h El clima es favorable para el desarrollo de una gama de cultivos.
- **Evaporación:** La zona en estudio presenta una evaporación promedio de 650 mm/año según datos del SENAMI.

3.6.1.5. Población

La población que se beneficiara será de 134 familias que ocupen los 134 lotes del Barrio San Juan, se está considerando un total de 4 habitantes por lote dando así una población beneficiada de 536 habitantes.

“La determinación de la población final para el periodo de diseño adoptado se realizará a partir de proyecciones, utilizando la tasa de crecimiento distrital y/o provincial establecida por el organismo oficial que regula estos indicadores”. (RNE, 2018. OS-050).

3.6.1.6. Periodo de diseño

El periodo de diseño será de 20 años para lo cual se realizó un estudio poblacional actual y de la dotación actual en la cual hubo un déficit es por eso que en las nuevas vías aperturadas se consideró ampliar este servicio, además tendrá un mantenimiento periódicamente para el óptimo servicio.

3.6.2. Procesamiento de datos

3.6.2.1. Determinación de la población futura

La población se determinada por 4 métodos estableciendo que el periodo de diseño es de 20 años y el año base es del 2018, es decir; $2018 + 20 = 2038$. Sera diseñado hasta el año 2038.

3.6.2.2. Tasa de crecimiento.

Años	Censos (año)					Tasa de Crec.
	Hab.	1993	2005	2007	2017	2018
Tasa de Crec.	1235	1365	1478	4455	4700	1.055%
		1.0084%	1.0406%	1.1167%		

Tabla N° 11: Tabla de censos y tasa de crecimientos.

Fuente: INEI (2007)

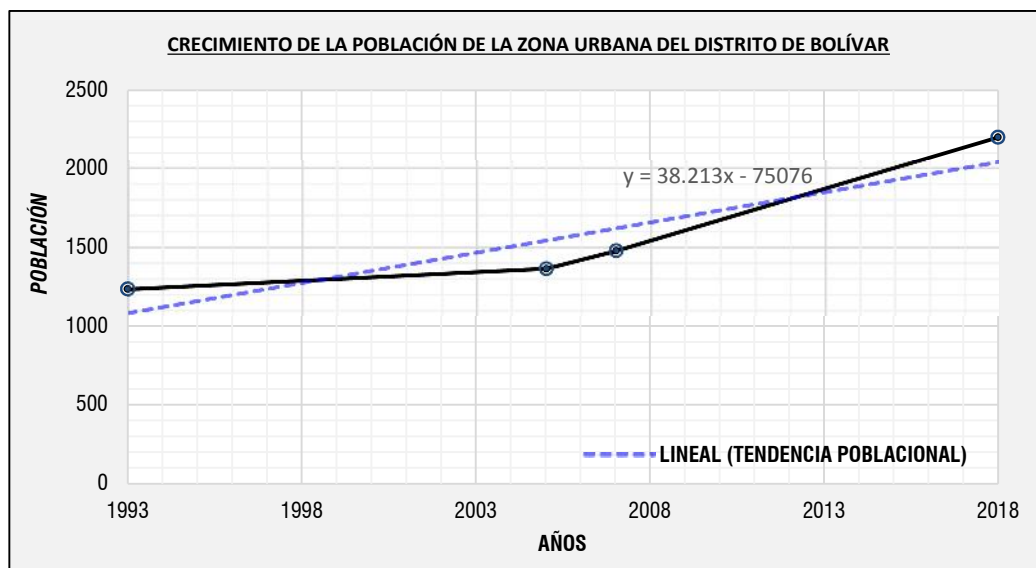


Gráfico N° 1: Crecimiento poblacional distrito de Bolívar.

Fuente: propia

3.6.2.3. Método aritmético

1. MÉTODO ARITMÉTICO

$$P_t = P_0 + r * (t - t_0)$$

Tasa de Crecimiento:

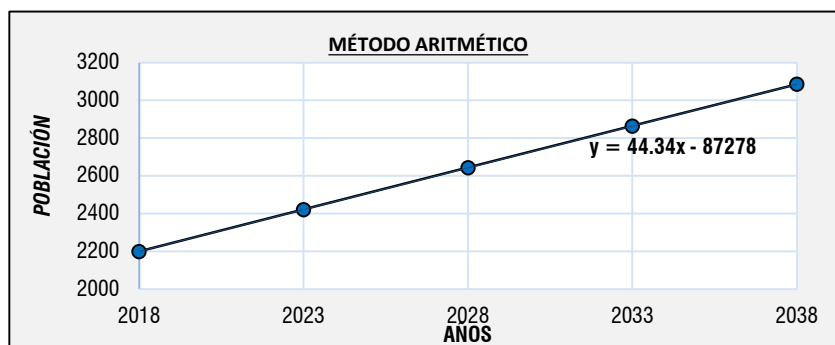
$$r = \frac{P_{i+1} - P_i}{t_{i+1} - t_i}$$

$$r_1 = 10.8333$$

$$r_2 = 56.5$$

$$r_3 = 65.6364$$

$$r_{prom.} = 44.3232$$



Año/Hab.	Habitantes
2018	2200
2023	2422
2028	2644
2033	2865
2038	3087

Gráfico N° 2: Método aritmético.

Fuente: propia

3.6.2.4. Método geométrico

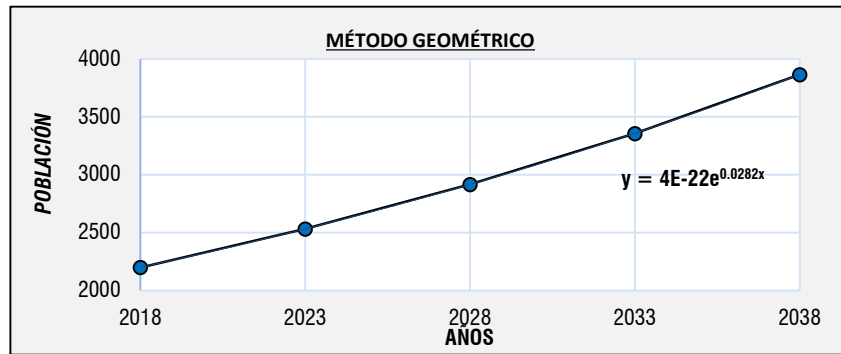
2. MÉTODO GEOMÉTRICO

$$P_t = P_0 * r^{(t-t_0)}$$

Tasa de Crecimiento

$$r = \sqrt[t_{i+1}-t_i]{\frac{P_{i+1}}{P_i}}$$

r ₁ =	1.00838
r ₂ =	1.04057
r ₃ =	1.03682
r _{prom.} =	103%



Año	Habitantes
2018	2200
2023	2533
2028	2917
2033	3358
2038	3866

Gráfico N° 3: Método geométrico.

Fuente: propia

3.6.2.5. Método de interés simple

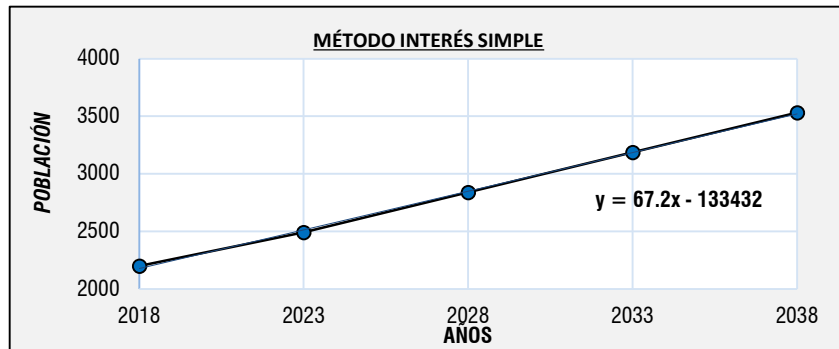
3. MÉTODO DE INTERÉS SIMPLE

$$P_t = P_0 * [1 + r * (t - t_0)]$$

Tasa de Crecimiento

$$r = \frac{P_{i+1} - P_i}{P_i(t_{i+1} - t_i)}$$

r ₁ =	0.00877
r ₂ =	0.04139
r ₂ =	0.04441
r _{promedio} =	0.03152



Año	Habitantes
2018	2200
2023	2492
2028	2839
2033	3186
2038	3533

Gráfico N° 4: Método de interés simple.

Fuente: propia

3.6.2.6. Método exponencial

4. MÉTODO EXPONENCIAL

$$P_t = P_0 * e^{r(t-t_0)}$$

Tasa de Crecimiento

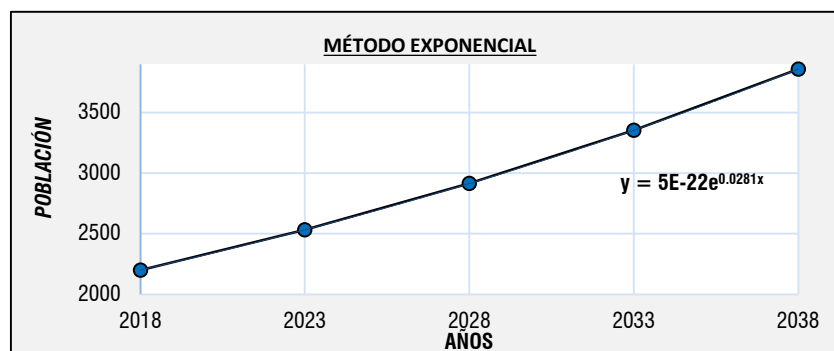
$$r = \frac{L \left(\frac{P_t}{P_0} \right)}{t - t_0}$$

$$r_1 = 0.00834$$

$$r_2 = 0.03977$$

$$r_2 = 0.03616$$

$$r_{\text{promedio}} = 0.02809$$



Año	Habitantes
2018	2200
2023	2532
2028	2914
2033	3353
2038	3859

Gráfico N° 5: Método exponencial.

Fuente: propia

3.6.2.7. Áreas ocupadas en la zona urbana del distrito de Bolívar

N°	ÁREA DE VIVIENDA				ÁREA PARA OTRO FINES		
	TOTAL		N° DE LOTES		N° Lotes	Área m2	Descripción
			HABITADOS	NO HABITADOS			
MANZANA	N° Lotes	Área m2					
1	1		1	0	1	3366.2	PARQUE
2	1		1	0	2		I.E
3	14		13	1	1	2872.7	C.SALUD
4	3		1	2	1	1423.3	MERCADO
5	7		6	1			
6	3		3	0			
7	21		18	3			
8	4		3	1			
9	10		9	1			
10	9		7	2			
11	6		6	0			
12	12		11	1			
13	12		11	1			
14	12		10	2			
15	14		9	5			
16	3		2	1			
17	6		5	1			
18	3		3	0			
19	2		1	1			
20	6		6	0			
21	8		8	0			
22	10		10	0			
23	9		9	0			
24	10		8	2			
25	4		4	0			

26	7		7	0			
27	0		0	0			
28	0		0	0			
29	15		15	0			
30	9		5	4			
31	7		2	5			
32	6		3	3			
33	6		6	0			
34	6		4	2			
35	11		10	1			
36	19		17	2			
37	9		8	1			
38	12		8	4			
39	14		14	0			
40	13		11	2			
41	16		13	3			
42	10		8	2			
43	6		3	3			
44	11		5	6			
45	9		5	4			
46	3		1	2			
47	5		4	1			
48	16		10	6			
49	13		10	3			
50	6		3	3			
51	13		8	5			
52	24		5	19			
53	18		1	17			
54	12		0	12			
55	13		1	12			
56	27		0	27			
57	24		1	23			
OTROS LOTES:	2		2	0			
TOTAL	551		355	197			

Tabla N° 12: Áreas ocupadas en la zona urbana

Fuente: propia.

3.6.2.8. Determinación de la dotación de diseño en Bolívar

POBLACIÓN	CLIMA	
	FRIO	TEMPLADO
de 2,000 Hab. a 10,000 Hab.	120 Lt./Hab./Día	150 Lt./Hab./Día
de 10,000 Hab. a 50,000 Hab.	150 Lt./Hab./Día	200 Lt./Hab./Día
Más de 50,000 Hab.	200 Lt./Hab./Día	250 Lt./Hab./Día

POBLACION A UTILIZAR :	de 2,000 Hab. a 10,000 Hab.
CLIMA :	FRIO
DOTACION ADOPTADA:	120 Lt./Hab./Día

Tabla N° 13: Dotación de diseño.

Fuente: propia.

3.6.2.9. Parámetros de diseño de Bolívar

PARÁMETROS DE DISEÑO

POBLACIÓN ACTUAL:	P= 2200 Hab.
POBLACIÓN DE DISEÑO:	P= 3866 Hab.
PERIODO DE DISEÑO:	20 Años
N° DE CONEXIONES HABITADAS :	2 Viv.
HABITANTES / VIENDA :	4 Hab.
TASA DE CRECIMIENTO:	1.029%

Por : **MÉTODO GEOMÉTRICO**

USO DOMESTICO:		
Conex.=	355	
Hab/viv.=	4	hab.
Dotacion=	120	Lt/Hab./Día
Dota. Total=	170400	Lt/Día
USO COMERCIAL:		
MERCADO :		
Area =	1423.3	m2
Dotacion=	15	Lt./m2
Dota. Total=	21349.5	Lt/Día
USO ESTATAL:		
I.E.		
Conex.=	2	
N° Personas=	485	Personas
Dotacion=	50	Lt/Pers.
Dota. Total=	24250	Lt/Día
USO SOCIAL:		
PARQUE		
Conex.=	1	
Area =	3366.2	m2
Dotacion=	2	Lt/m2
Dota. Total=	6732.4	Lt/Día

Tabla N° 14: Usos en el distrito de Bolívar
Fuente: propia

3.6.2.10. Cálculos para obtener los caudales de diseño de Bolívar

PROYECCION DE LA DEMANDA DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO EN LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE BOLIVAR																								
Año	Población		Cobertura Población		Conexiones						Consumo Total (lt/día)						Perdidas		Demanda Total (Q prom)		Caudales de Diseño (lt/s)		Volumen (m3)	
	Total	%	Dom.	Com.	Est.	Soc.	Total	Dom.	Com.	Est.	Soc.	total	%	lt/día	m3/año	Qmd	Qmh	Regulación	TOTAL					
0	2204																							
1	2267	100%	355	1	3	1	360	170400	21350	24250	24250	240250	25%	192200	2.225	70153	2.89	4.45	62	78				
2	2332	100%	578	1	3	1	583	277440	21350	24250	24250	347290	25%	277832	3.216	101409	4.18	6.43	90	113				
3	2398	100%	595	1	3	1	600	285360	21350	24250	24250	355210	25%	284168	3.289	103721	4.28	6.58	92	115				
4	2467	100%	612	1	3	1	617	293640	21350	24250	24250	363490	25%	290792	3.366	106139	4.38	6.73	95	118				
5	2538	100%	630	1	3	1	635	302160	21350	24250	24250	372010	25%	297608	3.445	108627	4.48	6.89	97	121				
6	2610	100%	648	1	3	1	653	310800	21350	24250	24250	380650	25%	304520	3.525	111150	4.58	7.05	99	124				
7	2685	100%	666	1	3	1	671	319800	21350	24250	24250	389650	25%	311720	3.608	113778	4.69	7.22	101	127				
8	2762	100%	686	1	3	1	691	329040	21350	24250	24250	398890	25%	319112	3.693	116476	4.80	7.39	104	130				
9	2840	100%	705	1	3	1	710	338400	21350	24250	24250	408250	25%	326600	3.780	119209	4.91	7.56	106	133				
10	2922	100%	726	1	3	1	731	348240	21350	24250	24250	418090	25%	334472	3.871	122082	5.03	7.74	109	136				
11	3005	100%	746	1	3	1	751	358200	21350	24250	24250	428050	25%	342440	3.963	124990	5.15	7.93	111	139				
12	3091	100%	768	1	3	1	773	368520	21350	24250	24250	438370	25%	350696	4.059	128004	5.28	8.12	114	142				
13	3179	100%	790	1	3	1	795	379080	21350	24250	24250	448930	25%	359144	4.157	131087	5.40	8.31	117	146				
14	3270	100%	813	1	3	1	818	390000	21350	24250	24250	459850	25%	367880	4.258	134276	5.54	8.52	120	149				
15	3364	100%	836	1	3	1	841	401280	21350	24250	24250	471130	25%	376904	4.362	137570	5.67	8.72	122	153				
16	3460	100%	860	1	3	1	865	412800	21350	24250	24250	482650	25%	386120	4.469	140934	5.81	8.94	125	157				
17	3559	100%	885	1	3	1	890	424680	21350	24250	24250	494530	25%	395624	4.579	144403	5.95	9.16	129	161				
18	3661	100%	910	1	3	1	915	436920	21350	24250	24250	506770	25%	405416	4.692	147977	6.10	9.38	132	165				
19	3765	100%	936	1	3	1	941	449400	21350	24250	24250	519250	25%	415400	4.808	151621	6.25	9.62	135	169				
20	3873	100%	963	1	3	1	968	462360	21350	24250	24250	532210	25%	425768	4.928	155405	6.41	9.86	138	173				

Tabla N° 15: Cálculos para la obtención de los caudales de diseño
Fuente: propia

3.6.2.11. Áreas proyectadas en la zona del barrio San Juan

N° MANZANA	ÁREA DE VIVIENDA				ÁREA PARA OTRO FINES		
	TOTAL		N° DE LOTES		N° Lotes	Área m2	Descripción
	N° Lotes	Área m2	HABITADOS	NO HABITADOS			
51	13		8	5	1	164.8	PARQUE
55	24		5	19			
53	18		1	17			
54	13		0	13			
55	13		1	12			
56	27		0	27			
57	24		1	23			
OTROS LOTES:	2		2	0			
TOTAL	134		18	116			

Tabla N° 16: Área de viviendas en el barrio San Juan
Fuente: propia

3.6.2.12. Parámetros de diseño del barrio San Juan

PARÁMETROS DE DISEÑO

POBLACIÓN ACTUAL:	P= 536 Hab.	
POBLACIÓN DE DISEÑO:	P= 942 Hab.	Por: MÉTODO GEOMÉTRICO
PERIODO DE DISEÑO:	20 Años	
N° DE CONEXIONES HABITADAS:	18 Viv.	
HABITANTES / VIVIENDA:	4 Hab.	
TASA DE CRECIMIENTO:	1.029%	

USO DOMESTICO:		
Conex.=	18	
Hab/viv.=	4	hab.
Dotacion=	120	Lt/Hab./Día
Dota. Total=	8640	Lt/Día
USO COMERCIAL:		
MERCADO		
:		
Area =	0	m2
Dotacion=	0	Lt./m2
Dota. Total=	0	Lt/Día
USO ESTATAL:		
I.E.		
Conex.=	0	
N° Personas=	0	Personas
Dotacion=	0	Lt/Pers.
Dota. Total=	0	Lt/Día
USO SOCIAL:		
PARQUE		
Conex.=	1	
Area =	164.774	m2
Dotacion=	2	Lt/m2
Dota. Total=	329.548	Lt/Día

Tabla N° 17: Parámetros de diseño del barrio San Juan
Fuente: propia

3.6.2.13. Cálculos para obtener los caudales de diseño en el barrio San Juan.

PROYECCION DE LA DEMANDA DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO EN LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE BOLIVAR

Año	Población Cobertura		Población				Conexiones				Consumo Total (lit/día)					Perdidas		Demanda Total (Q prom)			Caudales de Diseño (lit/s)		Volumen (m3)	
	Total	%	Dom.	Com.	Est.	Soc.	Total	Dom.	Com.	Est.	Soc.	total	%	lit/día	(lit/seg)	m3/año	Qmd	Qmhd	Regulació	TOTAL				
0 2018	536																							
1 2019	551	100%	137	0	0	1	138	65640	0	0	329.5	65970	25%	52775.6	0.611	19263.1	0.79	1.22	17	21				
2 2020	567	100%	141	0	0	1	142	67560	0	0	329.5	67890	25%	54311.6	0.629	19823.7	0.82	1.26	18	22				
3 2021	583	100%	145	0	0	1	146	69480	0	0	329.5	69810	25%	55847.6	0.646	20384.4	0.84	1.29	18	23				
4 2022	600	100%	149	0	0	1	150	71520	0	0	329.5	71850	25%	57479.6	0.665	20980.1	0.86	1.33	19	23				
5 2023	617	100%	153	0	0	1	154	73560	0	0	329.5	73890	25%	59111.6	0.684	21575.7	0.89	1.37	19	24				
6 2024	635	100%	158	0	0	1	159	75720	0	0	329.5	76050	25%	60839.6	0.704	22206.5	0.92	1.41	20	25				
7 2025	653	100%	162	0	0	1	163	77880	0	0	329.5	78210	25%	62567.6	0.724	22837.2	0.94	1.45	20	25				
8 2026	672	100%	167	0	0	1	168	80160	0	0	329.5	80490	25%	64391.6	0.745	23502.9	0.97	1.49	21	26				
9 2027	691	100%	172	0	0	1	173	82440	0	0	329.5	82770	25%	66215.6	0.766	24168.7	1.00	1.53	22	27				
10 2028	711	100%	177	0	0	1	178	84840	0	0	329.5	85170	25%	68135.6	0.789	24869.5	1.03	1.58	22	28				
11 2029	731	100%	182	0	0	1	183	87240	0	0	329.5	87570	25%	70055.6	0.811	25570.3	1.05	1.62	23	28				
12 2030	752	100%	187	0	0	1	188	89760	0	0	329.5	90090	25%	72071.6	0.834	26306.1	1.08	1.67	23	29				
13 2031	773	100%	192	0	0	1	193	92280	0	0	329.5	92610	25%	74087.6	0.857	27042	1.11	1.71	24	30				
14 2032	795	100%	198	0	0	1	199	94920	0	0	329.5	95250	25%	76199.6	0.882	27812.9	1.15	1.76	25	31				
15 2033	818	100%	204	0	0	1	205	97680	0	0	329.5	98010	25%	78407.6	0.907	28618.8	1.18	1.81	25	32				
16 2034	841	100%	209	0	0	1	210	1E+05	0	0	329.5	1E+05	25%	80615.6	0.933	29424.7	1.21	1.87	26	33				
17 2035	866	100%	216	0	0	1	217	1E+05	0	0	329.5	1E+05	25%	83015.6	0.961	30300.7	1.25	1.92	27	34				
18 2036	890	100%	222	0	0	1	223	1E+05	0	0	329.5	1E+05	25%	85319.6	0.987	31141.7	1.28	1.97	28	35				
19 2037	916	100%	228	0	0	1	229	1E+05	0	0	329.5	1E+05	25%	87815.6	1.016	32052.7	1.32	2.03	29	36				
20 2038	942	100%	235	0	0	1	236	1E+05	0	0	329.5	1E+05	25%	90311.6	1.045	32963.7	1.36	2.09	29	37				

Tabla N° 18: Caudales de diseño barrio San Juan
Fuente: propia

3.6.2.14. Criterios y datos para el diseño del sistema de alcantarillado.

Para el diseño del sistema de alcantarillado se utilizaron las siguientes formulas las cuales se aplicaron de acuerdo al reglamento, los cuales dieron como resultado los datos y se continuó con otros criterios de diseño para este proyecto.

FÓRMULAS APLICADAS (*)

$$\sigma_t = \rho \times g \times R_h \times S$$

$$V_c = 6 \times \sqrt{g \times R_h}$$

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

$$R_h = \frac{D}{4} \times \left(1 - \frac{\sin \pi - \theta}{\theta}\right)$$

$$\theta = 2 \times \arccos\left(1 - \frac{2h}{D}\right)$$

$$\frac{Q \times n}{S^{1/2} \times D^{8/3}} = \left(\frac{\theta - \frac{\sin(\theta)}{4}}{\theta}\right)^{2/3} \times \left(\frac{\theta - \frac{\sin(\theta)}{4}}{4}\right)$$

$$F = \frac{Q \times n}{S^{1/2} \times D^{8/3}}$$

$$F_t = \left(\frac{\theta - \frac{\sin(\theta)}{4}}{\theta}\right)^{2/3} \times \left(\frac{\theta - \frac{\sin(\theta)}{4}}{4}\right)$$

Ilustración 23: Formulas aplicadas para el diseño del sistema de alcantarillado.

Fuente: propia.

Se presenta la sección de tubería en la cual se observa algunas variables que sirven para llenar las ecuaciones anteriores y se describirán algunas variables.

SECCIÓN DE TUBERÍA

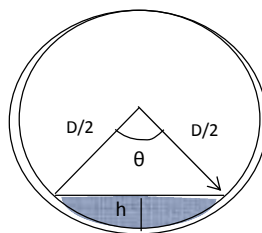


Ilustración 24: sección de tubería de alcantarillado.
Fuente: propia.

- 1 V = Velocidad en m/s
- 2 n = coeficiente de Manning, para
- 3 Rh = Radio Hidráulico
- 4 S = Pendiente en m/m
- 5 D = Diámetro en metros m

- ⁶ h = Tirante de agua, en m.
- ⁷ θ = Teta, ángulo mostrado en el gráfico de la sección de tubería, medido en radianes
- ⁸ Q = Caudal que circula por la tubería, en m^3/s
- ⁹ F = Factor utilizado para el cálculo, en sistema internacional.
- ¹⁰ t = Tensión Tractiva en Pa.
- ¹¹ g = gravedad, $9.81 m/s^2$
- ¹² ρ = Densidad del agua
- ¹³ Se asume infiltración de 20 l / día en metro lineal de tubería y 380 l /día en cada buzón.

En esta tabla se presenta todos los criterios datos y valores previamente calculados, que se utilizó para el desarrollo del diseño del sistema de alcantarillado. La tasa de crecimiento se tomó la del método geométrico 1.029%, el periodo de diseño fue de 20 años ya que se toma como un proyecto nuevo, la población de diseño se tomó la misma que se utilizó para el diseño de agua ya que es la misma población a beneficiar, la dotación 120 L/hab./día que nos da la tabla N°17 de parámetros de diseño de esta investigación, el coeficiente del caudal máximo diario y horario k_1 y k_2 se utilizo el 1.30 y 2.50 respectivamente porque la poblaciones mayor a 3000 y menor a 10 000, la contribución del desagüe se tomó el 80% del gasto de agua de las viviendas, también se especifica los metros lineales de tubería y la cantidad de buzones que se utilizara en el proyecto, el caudal máximo horario de la alcantarilla 2.62 lt/s, el caudal de infiltración, el tirante máximo, la tensión tractiva mínimo, y la velocidad son datos tomados del R.N.E.

Descripción	Valor	Unidad
Tasa de Crecimiento Geométrica:	1.029%	%
Periodo de Diseño (años):	20	años
Población de diseño (hab.)	942	hab
Dotación (m3/mes/cnx):	120.00	l/hab/día
Coefficiente Caudal Máx. Diario K1:	1.30	adimensional
Coefficiente Caudal Máx. Horario K2:	2.50	adimensional
Contribución al Desague:	80%	%
Metros Lineales de Tubería	1,993.68	Ml
Número de buzones	53.00	Unidad
Caudal Máximo Horario alcantarillado Qmhd	2.62	l/s
Caudal de Infiltración Qi	0.69	l/s
Caudal de Diseño: Qmhd + Qi (l/s)	3.31	l/s
Conex. de Desagües Total Estimadas	134.00	Und.
Contribución por Predio Promedio	0.025	l/s
Velocidad Max. Recomendada, puede ser entre 3 y 5 m/s	5.0	m/s
Tirante máximo Recomendado (h)	máx. 0.75xD	
Q min considerado (l/s)	1.500	l/s
Tensión Tractiva (t) mínimo	1.00	Pa
Densidad del agua ()	1,000.00	Kg/m ³
Gravedad (g)	9.81	m/s ²
Coef. Manning para PVC (n)	0.009	adimensional

Tabla N° 19: Criterio y datos tomados para el diseño del sistema de alcantarillado.

Fuente: propia.

IV. PRESENTACION DE RESULTADOS

4.1. RESULTADOS DEL DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE.

4.1.1. Resultados de población futura en el distrito de Bolívar

POBLACION FUTURA DE LA ZON URBANA DEL DISTRITO DE BOLIVAR

Año		Aritmético (hab)	Geométrico (hab)	I.Simple (hab)	Exponenci. (hab)	Pobla. Elegida
0	2018	2200	2200	2200	2200	2200
1	2019	2245	2263	2270	2263	2263
2	2020	2289	2328	2339	2328	2328
3	2021	2333	2395	2409	2394	2395
4	2022	2378	2463	2478	2462	2463
5	2023	2422	2533	2547	2532	2533
6	2024	2466	2606	2617	2604	2606
7	2025	2511	2680	2686	2679	2680
8	2026	2555	2757	2755	2755	2757
9	2027	2599	2836	2825	2833	2836
10	2028	2644	2917	2894	2914	2917
11	2029	2688	3000	2963	2997	3000
12	2030	2732	3086	3033	3082	3086
13	2031	2777	3174	3102	3170	3174
14	2032	2821	3265	3171	3260	3265
15	2033	2865	3358	3241	3353	3358
16	2034	2910	3454	3310	3449	3454
17	2035	2954	3553	3380	3547	3553
18	2036	2998	3655	3449	3648	3655
19	2037	3043	3759	3518	3752	3759
20	2038	3087	3866	3588	3859	3866

Tabla N° 20: Resultados de los 4 métodos
Fuente: propia.

4.1.2. Comparación de los métodos empleados

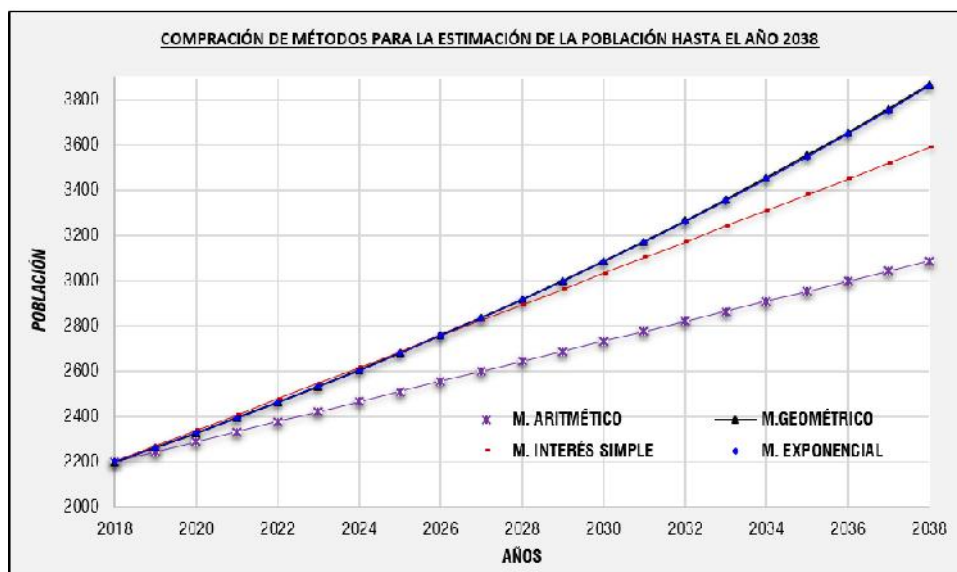


Gráfico N° 6: Grafico de resultados de los métodos empleados.
Fuente: propia.

De los 4 métodos empleados para obtener la población futura, obtuvimos los resultados en la siguiente tabla, en la cual se escogió las cifras mayores. En este caso serían los más desfavorables ya que al haber más población el diseño de los sistemas de agua, alcantarillado y drenaje tendrá más dimensiones.

POBLACIONES FUTURAS CALCULADAS:	HABITANTES
MÉTODO ARITMÉTICO	3087
MÉTODO GEOMÉTRICO	3866
MÉTODO DE INTERÉS SIMPLE	3588
MÉTODO EXPONENCIAL	3859

Tabla N° 21: Grafica de resultados de los métodos
Fuente: propia.

De esta tabla se escogió un solo método el cual fue el de mayor cantidad, por las razones mencionadas en el párrafo anterior, es por eso que el método geométrico es usado para nuestro diseño que cuenta con 3866 habitantes, proyectado para el año 2038 el cual lo tenemos representado en la siguiente tabla.

POBLACIÓN FUTURA AL 2038	
P=	3866 habitantes

4.1.3. Demanda de agua en el distrito de Bolívar

Al realizar los cálculos para el cálculo del caudal de diseño, se obtuvo los resultados y los plasmamos en el siguiente cuadro, en el cual representamos la oferta de agua existente y la demanda de agua que incrementa de acuerdo al tiempo proyectado de 20 años. Al observar el gráfico vemos que existe un déficit a partir del año 10 en adelante es por ello que, tuvimos la necesidad de realizar una ampliación aparte para el barrio San Juan que no sería cubierta por el sistema de agua ya existente en el distrito.

Año	Qmcd	
	Demanda	Oferta Exi
0 2018	2.89	5.07
1 2019	2.89	5.07
2 2020	4.18	5.07
3 2021	4.28	5.07
4 2022	4.38	5.07
5 2023	4.48	5.07
6 2024	4.58	5.07
7 2025	4.69	5.07
8 2026	4.80	5.07
9 2027	4.91	5.07
10 2028	5.03	5.07
11 2029	5.15	5.07
12 2030	5.28	5.07
13 2031	5.40	5.07
14 2032	5.54	5.07
15 2033	5.67	5.07
16 2034	5.81	5.07
17 2035	5.95	5.07
18 2036	6.10	5.07
19 2037	6.25	5.07
20 2038	6.41	5.07

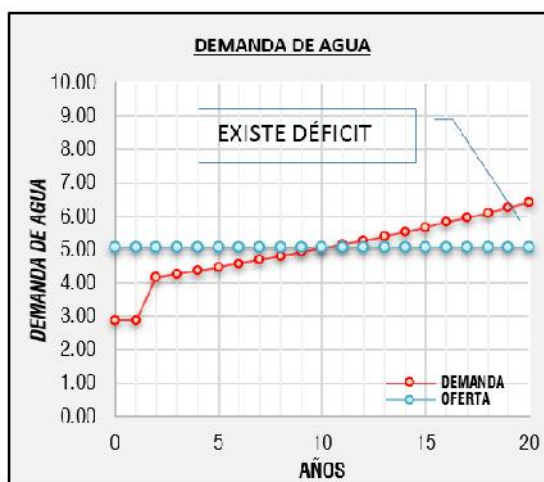


Tabla N° 22: Demanda de agua en déficit en Bolívar
Fuente: propia

Año	Vol. Almacenamiento	
	Demanda	Oferta Exi
0 2018	78	140
1 2019	78	140
2 2020	113	140
3 2021	115	140
4 2022	118	140
5 2023	121	140
6 2024	124	140
7 2025	127	140
8 2026	130	140
9 2027	133	140
10 2028	136	140
11 2029	139	140
12 2030	142	140
13 2031	146	140
14 2032	149	140
15 2033	153	140
16 2034	157	140
17 2035	161	140
18 2036	165	140
19 2037	169	140
20 2038	173	140

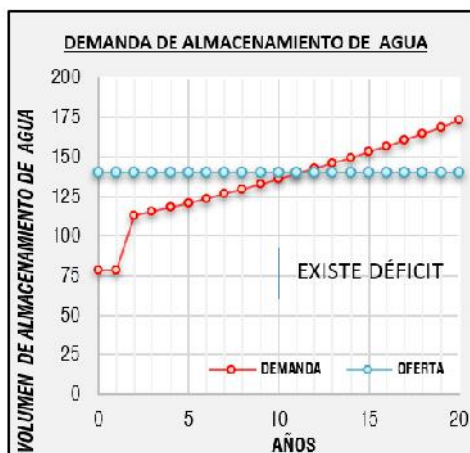


Tabla N° 23: Demanda de almacenamiento de agua en Bolívar
Fuente: propia

4.1.4. Demanda de agua en el barrio San Juan

Los resultados sobre la demanda de agua para el barrio San Juan dieron por encima de la oferta, es decir que estará cubierta durante los 20 años, está demostrado en el siguiente cuadro donde se representa en un gráfico la oferta y demanda donde demuestra el superávit, con ese caudal se diseñara el sistema de agua y nos dará las dimensiones, velocidades y presiones en tuberías.

Año	Caudal		
	Demanda	Oferta	
0	2018	0.78	2.35
1	2019	0.78	2.35
2	2020	0.81	2.35
3	2021	0.83	2.35
4	2022	0.85	2.35
5	2023	0.88	2.35
6	2024	0.90	2.35
7	2025	0.93	2.35
8	2026	0.96	2.35
9	2027	0.99	2.35
10	2028	1.01	2.35
11	2029	1.04	2.35
12	2030	1.07	2.35
13	2031	1.10	2.35
14	2032	1.13	2.35
15	2033	1.17	2.35
16	2034	1.20	2.35
17	2035	1.24	2.35
18	2036	1.27	2.35
19	2037	1.31	2.35
20	2038	1.34	2.35

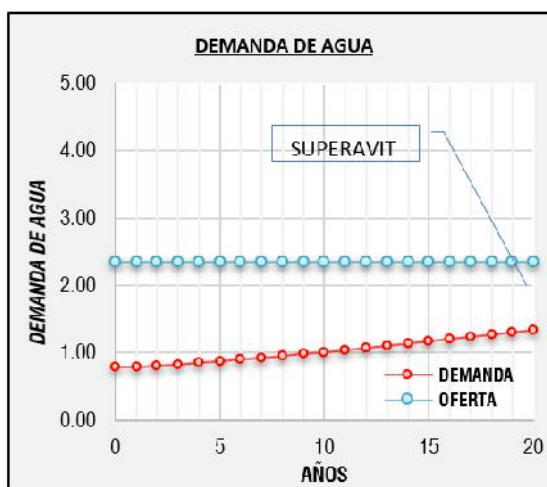


Tabla N° 24: Demanda de agua del barrio San Juan
Fuente: propia

Año	Vol. Almacenamiento		
	Demanda	Oferta	
0	2018	21	40
1	2019	21	40
2	2020	22	40
3	2021	22	40
4	2022	23	40
5	2023	24	40
6	2024	24	40
7	2025	25	40
8	2026	26	40
9	2027	27	40
10	2028	27	40
11	2029	28	40
12	2030	29	40
13	2031	30	40
14	2032	31	40
15	2033	32	40
16	2034	32	40
17	2035	33	40
18	2036	34	40
19	2037	35	40
20	2038	36	40

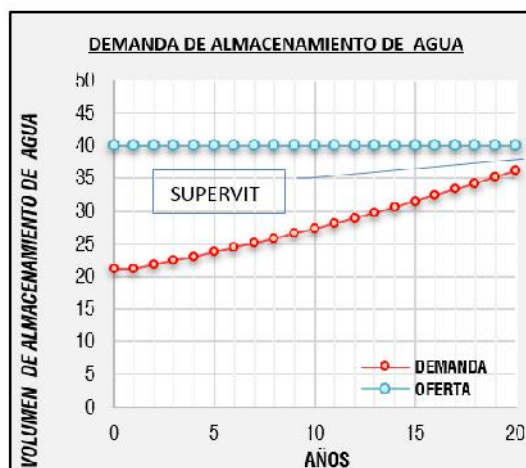


Tabla N° 25: Demanda de almacenamiento de agua
Fuente: propia

4.1.5. Cálculo del número de viviendas y población de diseño

DESCRIPCIÓN	N° de Casas (Unidades)	N° de Personas	Factor de frecuencia	Transformación en casas
C.P. BOLÍVAR	134	536	1.0	134
TOTAL DE VIVIENDAS				134
POBLACION TOTAL DE DISEÑO		536.00		

(*) Densidad pobacional = 4 hab/vivienda

Tabla N° 26: Número de viviendas y población.
Fuente: propia

4.1.6. Cálculo de redes de agua potable.

A.- POBLACION ACTUAL		536
B.- TASA DE CRECIMIENTO (%)		1.029%
C.- PERIODO DE DISEÑO (AÑOS)		20
D.- POBLACION FUTURA	$P_f = P_o * r^{(t-t_o)}$	942
E.- DOTACION (LT/HAB/DIA)		120
F.- CONSUMO PROMEDIO ANUAL (LT/SEG)		
	$Q = \text{Población} * \text{Dotación} / 86,400$	1.045
G.- CONSUMO MAXIMO DIARIO (LT/SEG)		
	$Q_{md} = 1.30 * Q$	1.36
H.- CONSUMO MAXIMO HORARIO (LT/SEG)		
	$Q_{mh} = 2.0 * Q_{md}$	2.09
K.- CONSUMO MAXIMO HORARIO VERIFICACION (LT/SEG)		
	$Q_{mh} = 2.0 * Q_{md} ==> \text{Vol} = 0.25 * Q_{mh} * 86.4$	45.16
	$Q_{mh} = \text{Vol} / (0.25 * 86.4)$	2.09
L.- COEFICIENTE DE FRICCION "C"		
EN LA FORMULA DE HAZEN Y WILLIAMS, SEGÚN RNE		150

4.1.7. Cálculo de caudales en red de distribución.

Caudal de Diseño =	2.091	LI/seg.	En 134 viviendas
Caudal unitario =	0.01560	LI/seg.	Por Vivienda
Caudal de Diseño (verificacion) =	2.091	LI/seg.	En 134 viviendas
Caudal unitario (verificacion) =	0.01560	LI/seg.	Por Vivienda

NUDO/ PUNTO	COTA O NIVEL PIEZOMETRICO	N° DE VIVIENDAS DE INFLUENCIA	CAUDAL DOMICILIARIO	CAUDAL DOMICILIARIO VERIFICACION	CAUDAL DOMIC. (M3/MIN)	CAUDAL DOMIC. VERIFICACION (M3/MIN)
R-1	3240.00	0	0.00 Lt/seg	0.0000 Lt/seg	0.0000 m3/min	0.0000 m3/min
J-1	3223.44	0	0.00 Lt/seg	0.0000 Lt/seg	0.0000 m3/min	0.0000 m3/min
J-2	3190.36	20	0.31 Lt/seg	0.3120 Lt/seg	0.0187 m3/min	0.0187 m3/min
J-3	3178.98	13	0.20 Lt/seg	0.2028 Lt/seg	0.0122 m3/min	0.0122 m3/min
J-4	3197.10	4	0.06 Lt/seg	0.0624 Lt/seg	0.0037 m3/min	0.0037 m3/min
J-5	3199.96	7	0.11 Lt/seg	0.1092 Lt/seg	0.0066 m3/min	0.0066 m3/min
J-6	3190.00	1	0.02 Lt/seg	0.0156 Lt/seg	0.0009 m3/min	0.0009 m3/min
J-7	3177.66	20	0.31 Lt/seg	0.3120 Lt/seg	0.0187 m3/min	0.0187 m3/min
J-8	3173.74	6	0.09 Lt/seg	0.0936 Lt/seg	0.0056 m3/min	0.0056 m3/min
J-9	3184.75	9	0.14 Lt/seg	0.1404 Lt/seg	0.0084 m3/min	0.0084 m3/min
J-10	3167.87	13	0.20 Lt/seg	0.2028 Lt/seg	0.0122 m3/min	0.0122 m3/min
J-11	3189.88	8	0.12 Lt/seg	0.1248 Lt/seg	0.0075 m3/min	0.0075 m3/min
J-12	3160.30	16	0.25 Lt/seg	0.2496 Lt/seg	0.0150 m3/min	0.0150 m3/min
J-13	3165.65	4	0.06 Lt/seg	0.0624 Lt/seg	0.0037 m3/min	0.0037 m3/min
J-14	3157.91	6	0.09 Lt/seg	0.0936 Lt/seg	0.0056 m3/min	0.0056 m3/min
J-15	3155.70	2	0.03 Lt/seg	0.0312 Lt/seg	0.0019 m3/min	0.0019 m3/min
J-17	3168.86	1	0.02 Lt/seg	0.0156 Lt/seg	0.0009 m3/min	0.0009 m3/min
J-18	3171.96	2	0.03 Lt/seg	0.0312 Lt/seg	0.0019 m3/min	0.0019 m3/min
J-19	3160.50	1	0.01 Lt/seg	0.0140 Lt/seg	0.0008 m3/min	0.0008 m3/min
J-20	3190.36	1	0.02 Lt/seg	0.0156 Lt/seg	0.0009 m3/min	0.0009 m3/min
TOTAL		134	2.089 Lt/seg	2.089 Lt/seg	0.125 m3/min	0.125 m3/min

Tabla N° 27: Caudales de red de distribución.

Fuente: propia

4.1.8. Resultados de tuberías de WATERCAD V8I.

ID	NOMBRE	LONGITUD (m)	NUDO DE INICIO	NUDO DE FIN	DIAMETRO (in)	Material	Hazen-Williams C	CAUDAL (L/s)	VELOCIDAD (m/s)	PERDIDA HIDRÁULICA (m/m)
34	T-2	113.59	N-20	N-3	0.50	PVC	150	-0.10	0.79	0.067
36	T-3	77.16	N-3	N-4	0.75	PVC	150	-0.46	1.60	0.155
38	T-4	83.16	N-4	N-5	0.50	PVC	150	0.11	0.87	0.08
39	T-5	161.12	N-4	N-1	1.00	PVC	150	-0.63	1.24	0.068
41	T-6	129.75	N-2	N-6	2.00	PVC	150	1.33	0.66	0.009
43	T-7	145.38	N-6	N-7	1.50	PVC	150	0.74	0.65	0.013
45	T-8	55.46	N-7	N-8	0.50	PVC	150	0.09	0.71	0.055
47	T-9	55.23	N-7	N-9	0.50	PVC	150	0.14	1.11	0.125
49	T-10	99.99	N-7	N-10	0.50	PVC	150	0.20	1.58	0.242
51	T-11	7.19	N-6	N-11	1.00	PVC	150	0.57	1.13	0.058
53	T-12	172.33	N-3	N-12	0.50	PVC	150	0.16	1.23	0.153
55	T-13	70.91	N-12	N-13	0.50	PVC	150	-0.09	0.74	0.059
56	T-14	180.02	N-13	N-11	0.75	PVC	150	-0.25	0.88	0.051
58	T-15	96.56	N-13	N-14	0.50	PVC	150	0.05	0.36	0.016
60	T-16	127.36	N-14	N-15	0.50	PVC	150	-0.04	0.35	0.015
68	T-1	69.24	R-1	N-1	2.50	PVC	150	2.27	0.72	0.009
70	T-17	114.85	N-15	N-18	0.50	PVC	150	-0.07	0.58	0.038
71	T-18	126.57	N-18	N-11	0.75	PVC	150	-0.20	0.72	0.035
73	T-19	221.84	N-18	N-19	0.50	PVC	150	0.03	0.24	0.007
74	T-20	274.83	N-19	N-17	0.50	PVC	150	0.02	0.16	0.003
81	T-21	63.91	N-1	PRV-1	2.00	PVC	150	1.64	0.81	0.014
82	T-22	68.11	PRV-1	N-2	2.00	PVC	150	1.64	0.81	0.014

Tabla N° 28: Resultados de WATERCAD V8I.

Fuente: propia

4.1.9. Resultados de nudos en WATERCAD V8I.

ID	NUDO	COTA (m)	DEMANDA (L/s)	GRADIENTE HIDRAULICO (m)	PRESION (m H2O)
30	N-1	3,223.44	0.00	3240.91	17.00
31	N-2	3,190.36	0.31	3206.47	16.00
33	N-3	3,178.98	0.20	3217.93	39.00
35	N-4	3,197.10	0.06	3229.87	33.00
37	N-5	3,199.96	0.11	3223.22	23.00
40	N-6	3,190.00	0.02	3205.24	15.00
42	N-7	3,177.66	0.31	3203.36	26.00
44	N-8	3,173.74	0.09	3200.30	27.00
46	N-9	3,184.75	0.14	3196.46	12.00
48	N-10	3,167.87	0.20	3179.16	11.00
50	N-11	3,189.88	0.12	3204.82	15.00
52	N-12	3,160.30	0.25	3191.50	31.00
54	N-13	3,165.65	0.11	3195.71	30.00
57	N-14	3,157.91	0.09	3194.16	36.00
59	N-15	3,155.70	0.03	3196.02	40.00
64	N-17	3,168.86	0.02	3197.89	29.00
69	N-18	3,171.96	0.10	3200.42	28.00
72	N-19	3,160.50	0.01	3198.82	38.00
85	N-20	3,190.36	0.10	3210.32	20.00

Tabla N° 29: Resultados de nudos en WATERCAD V8I.

Fuente: propia.

4.1.10. Resultados del reservorio en WATERCAD V8I.

ID	Label	Elevation (Base) (m)	Elevation (Minimum) (m)	Elevation (Initial) (m)	Elevation (Maximu m) (m)	Diameter (m)	Flow (Out net) (L/s)	Hydraulic Grade (m)
66	R-1	3,240.00	3,240.50	3,241.50	3,243.50	3.05	2.27	3,241.50

Tabla N° 30: Resultados del reservorio en WATERCAD V8I.

Fuente: propia.

4.1.11. Resultados de cámaras rompe presión en WATERCAD V8I.

ID	Label	Elevation (m)	Diameter (Valve) (in)	Hydraulic Grade Setting (Initial) (m)	Flow (L/s)	Hydraulic Grade (From) (m)	Hydraulic Grade (To) (m)	Headloss (m)
80	PRV-1	3,207.43	2.00	3,207	1.64	3,240.01	3,207.43	32.59

Tabla N° 31: Resultados de cámaras rompe presión en WATERCAD.

Fuente: propia.

4.1.12. **Resultados del cálculo de la red de distribución con WATERCAD**

V8I.

TRAMO	LONGITUD (mtrs.)	CAUDAL (l/s)			COTA (m.n.m.m)		DESNIVEL (mtrs)	COEFICIENTE DE HAZEN-WILLIAMS (pie*0.5seg)	PENDIENTE (%)	DIAMETRO - Water Cad V8i (Pulgadas)	VELOCIDAD (m/s)	PERDIDA DE CARGA (mtrs.)	COTA PIEZOMETRICA (m.n.m.m)		PRESION (mtrs.H2O)	
		UNITARIO	TRAMO	FINAL (q)	INICIAL	FINAL							INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL
INICIAL	FINAL	INICIAL (q)	FINAL (q)	INICIAL	FINAL								INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL
N-20	N-3	0.10	0.20	3,190.36	3,178.98	11.38	150	10.02%	0.50	0.79	0.067	3210.32	3217.93	20.00	39.00	
N-3	N-4	0.20	0.06	3,178.98	3,197.10	-18.12	150	23.48%	0.75	1.60	0.155	3217.93	3229.87	39.00	33.00	
N-4	N-5	0.06	0.11	3,197.10	3,199.96	-2.86	150	3.44%	0.50	0.87	0.08	3229.87	3223.22	33.00	23.00	
N-4	N-1	0.06	0.00	3,197.10	3,223.44	-26.34	150	16.35%	1.00	1.24	0.068	3229.87	3240.91	33.00	17.00	
N-2	N-6	0.31	0.02	3,190.36	3,190.00	0.36	150	0.28%	2.00	0.66	0.009	3206.47	3205.24	16.00	15.00	
N-6	N-7	0.02	0.31	3,190.00	3,177.66	12.34	150	8.49%	1.50	0.65	0.013	3205.24	3203.36	15.00	26.00	
N-7	N-8	0.31	0.09	3,177.66	3,173.74	3.92	150	7.07%	0.50	0.71	0.055	3203.36	3200.30	26.00	27.00	
N-7	N-9	0.31	0.14	3,177.66	3,184.75	-7.09	150	12.84%	0.50	1.11	0.125	3203.36	3196.46	26.00	12.00	
N-7	N-10	0.31	0.20	3,177.66	3,167.87	9.79	150	9.79%	0.50	1.58	0.242	3203.36	3179.16	26.00	11.00	
N-6	N-11	0.02	0.12	3,190.00	3,189.88	0.12	150	1.67%	1.00	1.13	0.058	3205.24	3204.82	15.00	15.00	
N-3	N-12	0.20	0.25	3,178.98	3,160.30	18.68	150	10.84%	0.50	1.23	0.153	3217.93	3191.50	39.00	31.00	
N-12	N-13	0.25	0.11	3,160.30	3,165.65	-5.35	150	7.54%	0.50	0.74	0.059	3191.50	3195.71	31.00	30.00	
N-13	N-11	0.11	0.12	3,165.65	3,189.88	-24.23	150	13.46%	0.75	0.88	0.051	3195.71	3204.82	30.00	15.00	
N-13	N-14	0.11	0.09	3,165.65	3,157.91	7.74	150	8.02%	0.50	0.36	0.016	3195.71	3194.16	30.00	36.00	
N-14	N-15	0.09	0.09	3,157.91	3,155.70	2.21	150	1.74%	0.50	0.35	0.015	3194.16	3196.02	36.00	40.00	
R-1	N-1		0.00	3,240.00	3,223.44	16.56	150	23.92%	2.50	0.72	0.009	3241.50	3240.91		17.00	
N-15	N-18	0.03	0.10	3,155.70	3,171.96	-16.26	150	14.16%	0.50	0.58	0.038	3196.02	3200.42	40.00	28.00	
N-18	N-11	0.10	0.12	3,171.96	3,189.88	-17.92	150	14.16%	0.75	0.72	0.035	3200.42	3204.82	28.00	15.00	
N-18	N-19	0.10	0.01	3,171.96	3,160.50	11.46	150	5.17%	0.50	0.24	0.007	3200.42	3198.82	28.00	38.00	
N-19	N-17	0.01	0.02	3,160.50	3,168.86	-8.36	150	3.04%	0.50	0.16	0.003	3198.82	3197.89	38.00	29.00	
N-1	PRV-1	0.00		3,223.44	3,207.43	16.01	150	25.05%	2.00	0.81	0.014	3240.91	3240.01	17.00		
PRV-1	N-2		0.31	3,207.43	3,190.36	17.07	150	25.05%	2.00	0.81	0.014	3207.43	3206.47		16.00	

Tabla N° 32: Resultados de cálculos de la red de distribución en WATERCAD V8I.

Fuente: propia.

4.1.13. Distribución de las redes de agua potable.

En esta ilustración se presenta la distribución de la red de agua potable en el barrio San Juan en el distrito de Bolívar. Se observa desde el reservorio se unes a la red matriz y red secundaria, que va pasando por todas las calles, brindando a todos los pobladores de la zona el servicio básico de agua potable, mejorando notablemente la calidad de vida de las personas de cada vivienda. Por otro lado, se presenta una sección típica de la conexión y el diseño de las tuberías para su mejor ejecución del proyecto, esto se verá más a detalle en los anexos donde se encontrarán los planos.

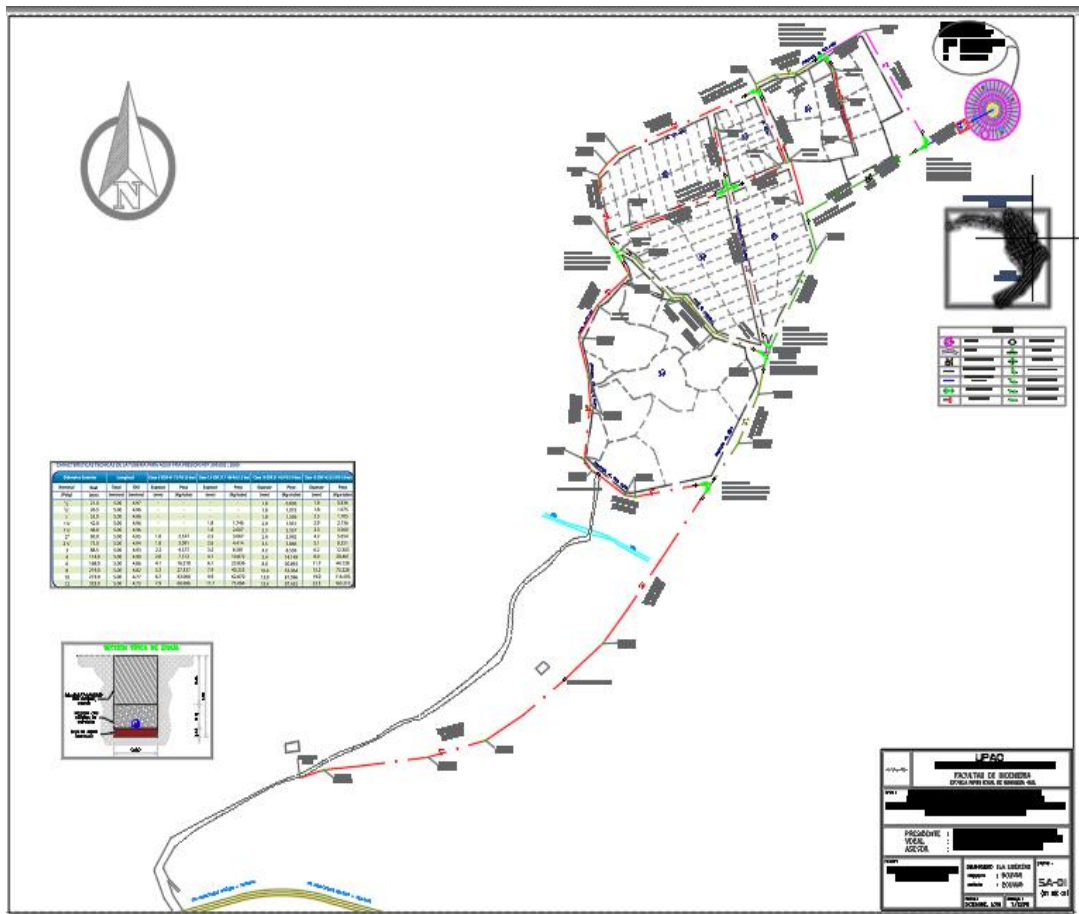


Ilustración 25: Plano en planta de la distribución de la red de agua potable. Fuente: Planos Autocad.

En esta segunda imagen vemos solo la distribución de tubería de acuerdo al modelamiento en WATERCAD V8I que se realizó y dio

como resultado óptimo y se verificó el recorrido del agua en su totalidad, abasteciendo a todos los lotes previsto en la expansión urbana del barrio san juan del distrito de Bolívar.

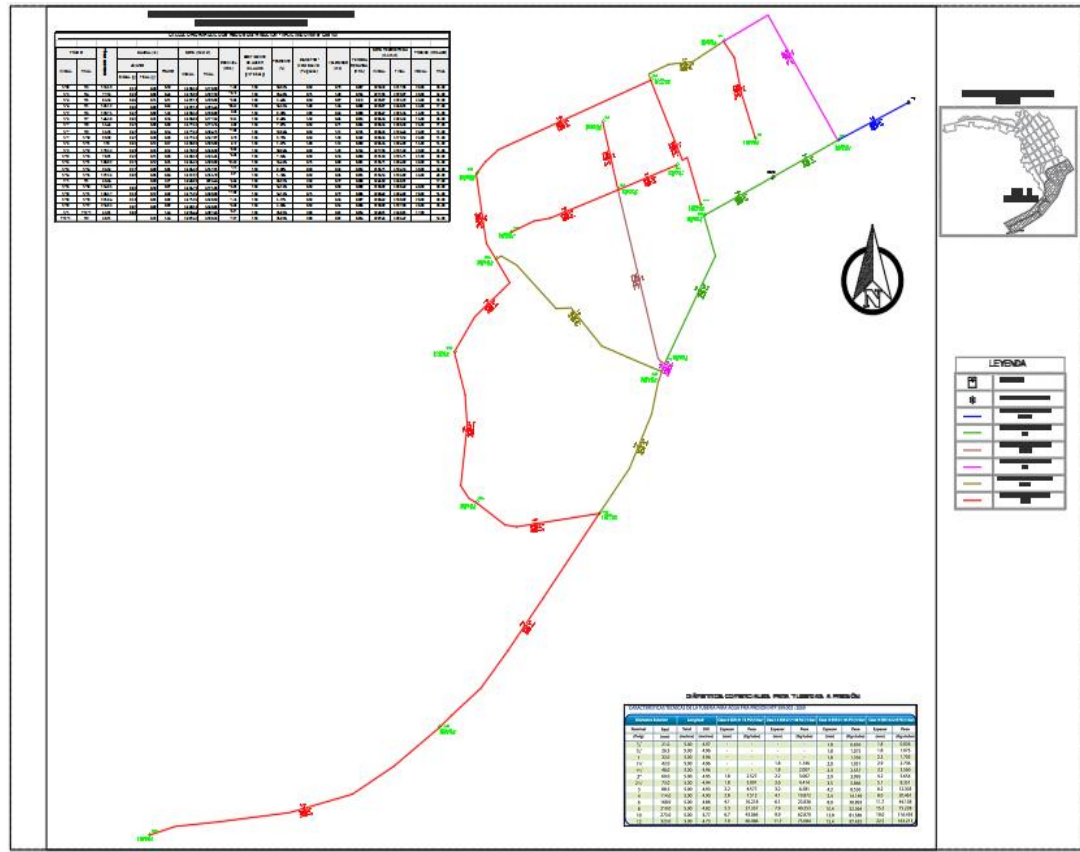


Ilustración 26: Distribución de tuberías modelado en WATERCAD V8i.
Fuente: Planos de Autocad.

4.2. RESULTADOS DEL DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO.

4.2.1. Resultados del cálculo hidráulico del sistema de alcantarillado.

En este recuadro se realizó todos los cálculos manuales, es decir sin software, para hallar las pendientes, tensión tractiva, los caudales y velocidades para el diseño de alcantarillado los cuales son verificados comparando así los resultados de la tabla, como la velocidad tractiva que debe ser mayor a 1 Pa; y que el tirante debe ser mayor al 75% del diámetro de la tubería, al cumplir con estas condiciones se verifica los resultados obtenidos y esto se corrobora con los resultados que se obtendrá en el software; para el llenado de esta hoja de cálculo se rellenó todas las columnas de franjas amarillas, los cuales son obtenidos en campo.

TRAMO	Buzón N° 01	Buzón N° 02	Caudal Considerado (l/s)	Q Caudal Real (l/s)	Q parcial Océano por tramo (L/S)	N° Conex.	Long (m)	Caudal		Buzón N° 01		Buzón N° 02		Pendiente S (mm/m) %	Tensión Tráctica Inicial (Pa)	Tensión Tráctica Final (Pa)	Diámetro D (mm)	Para Ql (caudal inicial)				Para Qd (caudal final)				Velocidad Crítica Vc (m/s)	Velocidad Final Vd (m/s)	VERIFICACION Faa. Tract > (Pa)	VERIFICACION DE TIEMPO			
								Qi (Caudal Inicial)	Qd (Caudal Final)	Cote de Topo C.T. (m)	Cote de Fondo C.F. (m)	H.B.Z. (m)	C.T. (m)					C.F. (m)	H.B.Z. (m)	Transecto h (mm)	F	I/D	Rh (m)	Transecto h (mm)	F					I/D	Rh (m)	
1	2	38.75	3.00	0.025	0.074	-	0.07	1.50	3,193,978	3,192,778	1.20	3,193,978	3,192,778	1.20	11.27%	10.57	10.57	160.00	14.40	0.005	0.080	1.219	0.009	14.40	0.005	0.080	1.219	0.009	1.80	1.67	OK SI CUMPLE	OK CUMPLE
2	3	38.75	3.00	0.025	0.074	0.07	0.15	1.50	3,193,978	3,192,778	1.20	3,193,978	3,192,778	1.20	8.318%	7.50	7.50	160.00	14.40	0.006	0.080	1.219	0.009	14.40	0.006	0.080	1.219	0.009	1.80	1.67	OK SI CUMPLE	OK CUMPLE
3	4	31.14	5.00	0.025	0.124	0.15	0.27	1.50	3,193,978	3,192,778	1.20	3,193,978	3,192,778	1.20	17.594%	14.17	14.17	160.00	12.80	0.004	0.080	1.147	0.008	12.80	0.004	0.080	1.147	0.008	1.70	1.99	OK SI CUMPLE	OK CUMPLE
4	5	31.14	4.00	0.025	0.089	0.27	0.37	1.50	3,193,978	3,192,778	1.20	3,193,978	3,192,778	1.20	9.26%	8.76	8.76	160.00	14.40	0.006	0.080	1.219	0.009	14.40	0.006	0.080	1.219	0.009	1.80	1.67	OK SI CUMPLE	OK CUMPLE
5	6	58.97	7.00	0.025	0.173	0.37	0.54	1.50	3,193,978	3,192,778	1.20	3,193,978	3,192,778	1.20	8.274%	7.46	7.46	160.00	14.40	0.006	0.080	1.219	0.009	14.40	0.006	0.080	1.219	0.009	1.80	1.67	OK SI CUMPLE	OK CUMPLE
6	48	63.67	6.00	0.025	0.146	0.54	0.69	1.50	3,193,978	3,192,778	1.20	3,193,978	3,192,778	1.20	12.927%	10.41	10.41	160.00	12.80	0.005	0.080	1.147	0.008	12.80	0.005	0.080	1.147	0.008	1.70	1.99	OK SI CUMPLE	OK CUMPLE
7	7	48.31	3.00	0.025	0.074	-	0.07	1.50	3,193,978	3,192,778	1.20	3,193,978	3,192,778	1.20	2.665%	3.16	3.16	160.00	19.20	0.011	0.120	1.415	0.012	19.20	0.011	0.120	1.415	0.012	2.06	1.10	OK SI CUMPLE	OK CUMPLE
8	8	52.21	2.00	0.025	0.049	0.07	0.12	1.50	3,193,978	3,192,778	1.20	3,193,978	3,192,778	1.20	6.32%	6.76	6.76	160.00	16.00	0.007	0.100	1.287	0.010	16.00	0.007	0.100	1.287	0.010	1.89	1.43	OK SI CUMPLE	OK CUMPLE
9	9	48.19	4.00	0.025	0.089	0.12	0.22	1.50	3,193,978	3,192,778	1.20	3,193,978	3,192,778	1.20	10.03%	9.46	9.46	160.00	14.40	0.006	0.080	1.219	0.009	14.40	0.006	0.080	1.219	0.009	1.80	1.67	OK SI CUMPLE	OK CUMPLE
10	10	48.19	10.00	0.025	0.247	0.22	0.47	1.50	3,193,978	3,192,778	1.20	3,193,978	3,192,778	1.20	6.47%	6.90	6.90	160.00	16.00	0.007	0.100	1.287	0.010	16.00	0.007	0.100	1.287	0.010	1.89	1.43	OK SI CUMPLE	OK CUMPLE
11	11	48.19	6.00	0.025	0.146	0.47	0.62	1.50	3,193,978	3,192,778	1.20	3,193,978	3,192,778	1.20	6.30%	6.27	6.27	160.00	16.00	0.007	0.100	1.287	0.010	16.00	0.007	0.100	1.287	0.010	1.89	1.43	OK SI CUMPLE	OK CUMPLE
12	12	50.50	2.00	0.025	0.049	0.12	0.17	1.50	3,193,978	3,192,778	1.20	3,193,978	3,192,778	1.20	18.31%	15.11	15.11	160.00	12.80	0.004	0.080	1.147	0.008	12.80	0.004	0.080	1.147	0.008	1.70	1.99	OK SI CUMPLE	OK CUMPLE
13	13	44.12	5.00	0.025	0.124	0.17	0.30	1.50	3,193,978	3,192,778	1.20	3,193,978	3,192,778	1.20	10.02%	9.45	9.45	160.00	14.40	0.006	0.080	1.219	0.009	14.40	0.006	0.080	1.219	0.009	1.80	1.67	OK SI CUMPLE	OK CUMPLE
14	14	13.81	1.00	0.025	0.025	0.30	0.32	1.50	3,193,978	3,192,778	1.20	3,193,978	3,192,778	1.20	12.71%	10.60	10.60	160.00	12.80	0.005	0.080	1.147	0.008	12.80	0.005	0.080	1.147	0.008	1.70	1.99	OK SI CUMPLE	OK CUMPLE
15	15	50.50	4.00	0.025	0.089	0.32	0.42	1.50	3,193,978	3,192,778	1.20	3,193,978	3,192,778	1.20	10.04%	9.46	9.46	160.00	14.40	0.006	0.080	1.219	0.009	14.40	0.006	0.080	1.219	0.009	1.80	1.67	OK SI CUMPLE	OK CUMPLE
16	16	28.97	3.00	0.025	0.074	0.42	0.48	1.50	3,193,978	3,192,778	1.20	3,193,978	3,192,778	1.20	11.27%	10.57	10.57	160.00	14.40	0.005	0.080	1.219	0.009	14.40	0.005	0.080	1.219	0.009	1.80	1.67	OK SI CUMPLE	OK CUMPLE
17	17	56.50	3.00	0.025	0.074	0.15	0.22	1.50	3,193,978	3,192,778	1.20	3,193,978	3,192,778	1.20	7.317%	7.29	7.29	160.00	16.00	0.007	0.100	1.287	0.010	16.00	0.007	0.100	1.287	0.010	1.89	1.43	OK SI CUMPLE	OK CUMPLE
18	18	35.49	3.00	0.025	0.074	0.59	0.67	1.50	3,193,978	3,192,778	1.20	3,193,978	3,192,778	1.20	9.16%	8.67	8.67	160.00	14.40	0.006	0.080	1.219	0.009	14.40	0.006	0.080	1.219	0.009	1.80	1.67	OK SI CUMPLE	OK CUMPLE
19	19	35.06	4.00	0.025	0.089	0.98	1.08	1.50	3,193,978	3,192,778	1.20	3,193,978	3,192,778	1.20	6.70%	7.13	7.13	160.00	16.00	0.007	0.100	1.287	0.010	16.00	0.007	0.100	1.287	0.010	1.89	1.43	OK SI CUMPLE	OK CUMPLE
20	20	35.06	3.00	0.025	0.074	1.08	1.16	1.50	3,193,978	3,192,778	1.20	3,193,978	3,192,778	1.20	7.706%	6.95	6.95	160.00	14.40	0.006	0.080	1.219	0.009	14.40	0.006	0.080	1.219	0.009	1.80	1.67	OK SI CUMPLE	OK CUMPLE
21	21	35.63	4.00	0.025	0.089	-	0.10	1.50	3,193,978	3,192,778	1.20	3,193,978	3,192,778	1.20	8.75%	8.30	8.30	160.00	14.40	0.006	0.080	1.219	0.009	14.40	0.006	0.080	1.219	0.009	1.80	1.67	OK SI CUMPLE	OK CUMPLE
22	22	11.95	1.00	0.025	0.025	0.10	0.12	1.50	3,193,978	3,192,778	1.20	3,193,978	3,192,778	1.20	6.576%	6.56	6.56	160.00	16.00	0.007	0.100	1.287	0.010	16.00	0.007	0.100	1.287	0.010	1.89	1.43	OK SI CUMPLE	OK CUMPLE
23	23	46.91	1.00	0.025	0.025	-	0.02	1.50	3,193,978	3,192,778	1.20	3,193,978	3,192,778	1.20	5.04%	5.47	5.47	160.00	16.00	0.008	0.100	1.287	0.010	16.00	0.008	0.100	1.287	0.010	1.89	1.43	OK SI CUMPLE	OK CUMPLE
24	24	46.86	1.00	0.025	0.025	0.02	0.05	1.50	3,193,978	3,192,778	1.20	3,193,978	3,192,778	1.20	9.85%	9.29	9.29	160.00	14.40	0.006	0.080	1.219	0.009	14.40	0.006	0.080	1.219	0.009	1.80	1.67	OK SI CUMPLE	OK CUMPLE
25	25	44.27	-	0.025	-	0.05	0.05	1.50	3,193,978	3,192,778	1.20	3,193,978	3,192,778	1.20	27.01%	19.46	19.46	160.00	11.20	0.003	0.070	1.071	0.007	11.20	0.003	0.070	1.071	0.007	1.60	2.42	OK SI CUMPLE	OK CUMPLE
26	26	44.28	-	0.025	-	0.05	0.05	1.50	3,193,978	3,192,778	1.20	3,193,978	3,192,778	1.20	25.54%	17.00	17.00	160.00	11.20	0.004	0.070	1.071	0.007	11.20	0.004	0.070	1.071	0.007	1.60	2.42	OK SI CUMPLE	OK CUMPLE
27	27	25.83	1.00	0.025	0.025	0.05	0.07	1.50	3,193,978	3,192,778	1.20	3,193,978	3,192,778	1.20	22.63%	16.35	16.35	160.00	11.20	0.004	0.070	1.071	0.007	11.20	0.004	0.070	1.071	0.007	1.60	2.42	OK SI CUMPLE	OK CUMPLE
28	28	25.81	-	0.025	-	0.07	0.07	1.50	3,193,978	3,192,778	1.20	3,193,978	3,192,778	1.20	2.61%	3.63	3.63	160.00	19.20	0.010	0.120	1.415	0.012	19.20	0.010	0.120	1.415	0.012	2.06	1.10	OK SI CUMPLE	OK CUMPLE

Tabla N° 33: Cálculo hidráulico de alcantarillado.
Fuente: propia.

en esta siguiente tabla se presenta el resultado del cálculo hidráulico para el sistema de alcantarillado para colocar al software SEWERCAD V8i, ya que se toma con diferencia los caudales iniciales.

Nº Tramo	TRAMO		Long (m)	Nº Conex.	Quisno x conexión	Q parcial tramo (L/S)	Q Caudal Real (l/s)		Caudal Considerado (l/s)	Bazón N° 01		Bazón N° 02		Pendiente S (m/m) %	Pendiente Mínima Spinn (m/m) %	(S - Spinn) (m/m) %	Tensión Traccional Hidral (Pa)	Tensión Traccional Final (Pa)	Diámetro D (mm)	Para Qj (caudal final)						VERIFICACION DE TRAMITE			
	Buzón N° 01	Buzón N° 02					Coa de Fondo C.F. (m)	Coa de Tapa C.T. (m)		Coa de Fondo C.F. (m)	Coa de Tapa C.T. (m)	HRZ (m)	C.F. (m)							HRZ (m)	C.F. (m)	Trans h (mm)	F	hd	Rh (m)	Trans h (mm)	F	hd	Rh (m)
1	1	2	38.75	3.00	0.025	0.074	0.12	0.19	1.50	3.193.978	3.192.778	1.20	3.189.455	3.189.235	1.20	11.725%	0.45%	11.27%	10.57	160.00	14.40	0.005	0.090	1.219	0.009	1.80	1.67	OK	SICUMPLE
2	2	3	38.75	3.00	0.025	0.074	0.19	0.27	1.50	3.189.455	3.188.235	1.20	3.185.012	3.185.012	1.20	8.316%	0.45%	7.86%	7.50	160.00	14.40	0.006	0.090	1.219	0.009	1.80	1.67	OK	SICUMPLE
3	3	4	31.14	5.00	0.025	0.124	0.27	0.39	1.50	3.186.212	3.185.012	1.20	3.180.733	3.178.533	1.20	17.594%	0.45%	17.14%	14.17	160.00	12.80	0.004	0.080	1.147	0.008	1.70	1.59	OK	SICUMPLE
4	4	5	31.14	4.00	0.025	0.089	0.39	0.49	1.50	3.180.733	3.178.533	1.20	3.177.708	3.176.508	1.20	9.714%	0.45%	9.26%	8.76	160.00	14.40	0.006	0.090	1.219	0.009	1.80	1.67	OK	SICUMPLE
5	5	6	59.97	7.00	0.025	0.173	0.49	0.68	1.50	3.177.708	3.176.508	1.20	3.172.746	3.171.546	1.20	8.274%	0.45%	7.82%	7.46	160.00	14.40	0.006	0.090	1.219	0.009	1.80	1.67	OK	SICUMPLE
45	6	48	63.67	6.00	0.025	0.148	0.68	0.81	1.50	3.172.746	3.171.546	1.20	3.164.516	3.163.316	1.20	12.927%	0.45%	12.47%	10.41	160.00	12.80	0.005	0.080	1.147	0.008	1.70	1.59	OK	SICUMPLE
6	1	7	49.31	3.00	0.025	0.074	0.12	0.19	1.50	3.193.978	3.192.778	1.20	3.192.864	3.191.464	1.20	2.665%	0.45%	2.21%	3.16	160.00	19.20	0.011	0.120	1.415	0.012	2.06	1.10	OK	SICUMPLE
7	7	8	52.21	2.00	0.025	0.049	0.19	0.24	1.50	3.192.864	3.191.464	1.20	3.188.128	3.187.526	1.20	6.777%	0.45%	6.32%	6.76	160.00	16.00	0.007	0.100	1.287	0.010	1.88	1.43	OK	SICUMPLE
8	8	9	48.19	4.00	0.025	0.089	0.24	0.34	1.50	3.188.128	3.187.326	1.20	3.184.074	3.182.874	1.20	10.465%	0.45%	10.03%	9.46	160.00	14.40	0.006	0.090	1.219	0.009	1.80	1.67	OK	SICUMPLE
9	9	10	48.19	10.00	0.025	0.247	0.34	0.59	1.50	3.184.074	3.182.874	1.20	3.180.739	3.178.539	1.20	6.921%	0.45%	6.47%	6.90	160.00	16.00	0.007	0.100	1.287	0.010	1.88	1.43	OK	SICUMPLE
10	10	5	48.19	6.00	0.025	0.148	0.59	0.74	1.50	3.180.739	3.178.539	1.20	3.177.708	3.176.508	1.20	6.200%	0.45%	5.84%	6.27	160.00	16.00	0.007	0.100	1.287	0.010	1.88	1.43	OK	SICUMPLE
11	8	11	50.50	2.00	0.025	0.049	0.24	0.29	1.50	3.188.128	3.187.326	1.20	3.179.951	3.178.461	1.20	18.762%	0.45%	18.31%	15.11	160.00	12.80	0.004	0.080	1.147	0.008	1.70	1.59	OK	SICUMPLE
12	11	12	44.12	5.00	0.025	0.124	0.29	0.42	1.50	3.179.951	3.178.461	1.20	3.175.029	3.173.829	1.20	10.477%	0.45%	10.02%	9.45	160.00	14.40	0.006	0.090	1.219	0.009	1.80	1.67	OK	SICUMPLE
13	12	13	13.81	1.00	0.025	0.025	0.42	0.42	1.50	3.175.029	3.173.829	1.20	3.173.211	3.172.011	1.20	13.162%	0.45%	12.71%	10.60	160.00	12.80	0.005	0.080	1.147	0.008	1.70	1.59	OK	SICUMPLE
14	13	14	50.50	4.00	0.025	0.089	0.42	0.54	1.50	3.173.211	3.172.011	1.20	3.167.912	3.166.712	1.20	10.493%	0.45%	10.04%	9.46	160.00	14.40	0.006	0.090	1.219	0.009	1.80	1.67	OK	SICUMPLE
46	14	48	28.97	3.00	0.025	0.074	0.54	0.61	1.50	3.167.912	3.166.712	1.20	3.164.516	3.163.316	1.20	11.721%	0.45%	11.27%	10.57	160.00	14.40	0.005	0.090	1.219	0.009	1.80	1.67	OK	SICUMPLE
15	3	16	55.50	3.00	0.025	0.074	0.27	0.34	1.50	3.186.212	3.185.012	1.20	3.182.151	3.180.951	1.20	7.317%	0.45%	6.86%	7.29	160.00	16.00	0.007	0.100	1.287	0.010	1.88	1.43	OK	SICUMPLE
52	6	43	35.49	3.00	0.025	0.074	0.83	0.91	1.50	3.182.151	3.180.951	1.20	3.178.737	3.177.537	1.20	9.819%	0.45%	9.36%	8.67	160.00	14.40	0.006	0.090	1.219	0.009	1.80	1.67	OK	SICUMPLE
16	5	17	35.06	4.00	0.025	0.089	1.23	1.33	1.50	3.177.708	3.176.508	1.20	3.175.200	3.174.000	1.20	7.154%	0.45%	6.70%	7.13	160.00	16.00	0.007	0.100	1.287	0.010	1.88	1.43	OK	SICUMPLE
53	17	44	35.06	3.00	0.025	0.074	1.33	1.40	1.50	3.175.200	3.174.000	1.20	3.172.498	3.171.298	1.20	7.709%	0.45%	7.25%	6.95	160.00	14.40	0.006	0.090	1.219	0.009	1.80	1.67	OK	SICUMPLE
17	16	18	35.63	4.00	0.025	0.089	0.02	0.12	1.50	3.164.577	3.163.177	1.20	3.161.096	3.159.896	1.20	9.207%	0.45%	8.75%	8.30	160.00	14.40	0.006	0.090	1.219	0.009	1.80	1.67	OK	SICUMPLE
44	19	47	11.95	1.00	0.025	0.025	0.12	0.14	1.50	3.161.096	3.159.896	1.20	3.160.910	3.159.110	1.20	6.576%	0.45%	6.12%	6.56	160.00	16.00	0.007	0.100	1.287	0.010	1.88	1.43	OK	SICUMPLE
18	20	21	46.91	1.00	0.025	0.025	0.04	0.06	1.50	3.191.772	3.190.572	1.20	3.189.197	3.187.997	1.20	5.400%	0.45%	5.04%	5.47	160.00	16.00	0.008	0.100	1.287	0.010	1.88	1.43	OK	SICUMPLE
19	21	22	48.66	1.00	0.025	0.025	0.06	0.09	1.50	3.189.197	3.187.997	1.20	3.184.182	3.182.982	1.20	10.306%	0.45%	9.85%	9.29	160.00	14.40	0.006	0.090	1.219	0.009	1.80	1.67	OK	SICUMPLE
20	22	23	44.27	-	0.025	-	0.09	0.09	1.50	3.184.182	3.182.982	1.20	3.172.022	3.170.822	1.20	27.467%	0.45%	27.01%	19.46	160.00	11.20	0.003	0.070	1.071	0.007	1.60	2.42	OK	SICUMPLE
21	23	24	44.28	-	0.025	-	0.09	0.09	1.50	3.172.022	3.170.822	1.20	3.161.995	3.160.195	1.20	24.000%	0.45%	23.54%	17.00	160.00	11.20	0.004	0.070	1.071	0.007	1.60	2.42	OK	SICUMPLE
22	24	25	25.63	1.00	0.025	0.025	0.09	0.11	1.50	3.161.995	3.160.195	1.20	3.155.432	3.154.232	1.20	23.089%	0.45%	22.63%	16.35	160.00	11.20	0.004	0.070	1.071	0.007	1.60	2.42	OK	SICUMPLE
26	25	26	25.81	-	0.025	-	0.11	0.11	1.50	3.155.432	3.154.232	1.20	3.151.421	3.151.421	1.20	3.065%	0.45%	2.61%	3.63	160.00	19.20	0.010	0.120	1.415	0.012	2.06	1.10	OK	SICUMPLE

Tabla N° 35: Cálculos hidráulicos del sistema de alcantarillado para SEWERAD. Fuente: propia.

47	15	49	4275	2,00	0,025	0,049	0,02	0,07	1,50	3,172,340	3,171,140	1,20	3,166,201	3,165,001	1,20	14,390%	0,45%	13,91%	11,57	11,57	1600,0	12,80	0,005	0,080	1,147	0,008	1,147	0,008	0,005	0,080	1,147	1,99	OK SI CUMPLE	OK CUMPLE
48	49	50	2312	2,00	0,025	0,049	0,07	0,12	1,50	3,166,201	3,165,001	1,20	3,163,393	3,162,193	1,20	12,148%	0,45%	11,69%	9,79	9,79	1600,0	12,80	0,005	0,080	1,147	0,008	1,147	0,008	0,005	0,080	1,147	1,99	OK SI CUMPLE	OK CUMPLE
49	50	51	1098	-	0,025	-	0,12	0,12	1,50	3,163,393	3,162,193	1,20	3,161,811	3,160,611	1,20	14,408%	0,45%	13,95%	11,61	11,61	1600,0	12,80	0,005	0,080	1,147	0,008	1,147	0,008	0,005	0,080	1,147	1,99	OK SI CUMPLE	OK CUMPLE
50	51	52	3121	2,00	0,025	0,049	0,12	0,17	1,50	3,161,811	3,160,611	1,20	3,158,270	3,157,070	1,20	11,345%	0,45%	10,89%	10,23	10,23	1600,0	14,40	0,005	0,090	1,219	0,009	1,219	0,009	0,005	0,090	1,219	1,80	OK SI CUMPLE	OK CUMPLE
51	52	26	2678	1,00	0,025	0,025	0,17	0,19	1,50	3,158,270	3,157,070	1,20	3,157,146	3,155,946	1,20	4,198%	0,45%	3,74%	4,53	4,53	1600,0	17,60	0,009	0,110	1,352	0,011	1,352	0,011	0,009	0,110	1,352	1,88	OK SI CUMPLE	OK CUMPLE
23	26	27	2649	1,00	0,025	0,025	0,19	0,22	1,50	3,157,146	3,155,946	1,20	3,155,161	3,153,961	1,20	1,453%	0,45%	1,00%	1,99	1,99	1600,0	22,40	0,015	0,140	1,534	0,014	1,534	0,014	0,015	0,140	1,534	2,22	OK SI CUMPLE	OK CUMPLE
24	27	28	2292	1,00	0,025	0,025	0,22	0,24	1,50	3,155,161	3,153,961	1,20	3,153,572	3,152,372	1,20	1,352%	0,45%	0,94%	2,03	2,03	1600,0	24,00	0,015	0,150	1,591	0,015	1,591	0,015	0,015	0,150	1,591	2,29	OK SI CUMPLE	OK CUMPLE
25	28	29	3289	1,00	0,025	0,025	0,24	0,27	1,50	3,153,572	3,152,372	1,20	3,152,421	3,151,221	1,20	5,476%	0,45%	5,02%	5,46	5,46	1600,0	16,00	0,008	0,100	1,287	0,010	1,287	0,010	0,008	0,100	1,287	1,89	OK SI CUMPLE	OK CUMPLE
27	29	30	1978	-	0,025	-	0,38	0,38	1,50	3,152,421	3,151,221	1,20	3,149,440	3,148,240	1,20	26,293%	0,45%	25,84%	16,79	16,79	2000,0	10,00	0,002	0,050	0,942	0,007	1,000	0,002	0,050	0,942	0,007	1,52	OK SI CUMPLE	OK CUMPLE
28	30	31	4087	1,00	0,025	0,025	0,38	0,41	1,50	3,149,440	3,148,240	1,20	3,145,564	3,142,364	1,20	14,379%	0,45%	13,92%	10,97	10,97	2000,0	12,00	0,003	0,060	0,990	0,008	1,200	0,003	0,060	0,990	0,008	1,66	OK SI CUMPLE	OK CUMPLE
29	31	32	2769	-	0,025	-	0,41	0,41	1,50	3,145,564	3,142,364	1,20	3,142,443	3,141,243	1,20	4,049%	0,45%	3,59%	4,08	4,08	2000,0	16,00	0,005	0,080	1,147	0,010	1,600	0,005	0,080	1,147	0,010	1,90	OK SI CUMPLE	OK CUMPLE
30	32	33	7867	1,00	0,025	0,025	0,41	0,43	1,50	3,142,443	3,141,243	1,20	3,140,195	3,138,995	1,20	2,870%	0,45%	2,42%	3,24	3,24	2000,0	18,00	0,006	0,090	1,219	0,011	1,800	0,006	0,090	1,219	0,011	2,01	OK SI CUMPLE	OK CUMPLE
31	33	34	7862	1,00	0,025	0,025	0,43	0,46	1,50	3,140,195	3,138,995	1,20	3,136,975	3,135,775	1,20	4,083%	0,45%	3,63%	4,11	4,11	2000,0	16,00	0,005	0,080	1,147	0,010	1,600	0,005	0,080	1,147	0,010	1,90	OK SI CUMPLE	OK CUMPLE
32	34	35	7862	2,00	0,025	0,049	0,46	0,51	1,50	3,136,975	3,135,775	1,20	3,129,989	3,128,789	1,20	8,886%	0,45%	8,43%	7,87	7,87	2000,0	14,00	0,003	0,070	1,071	0,009	1,400	0,003	0,070	1,071	0,009	1,79	OK SI CUMPLE	OK CUMPLE
33	35	36	1626	-	0,025	-	0,51	0,51	1,50	3,129,989	3,128,789	1,20	3,128,806	3,127,606	1,20	7,274%	0,45%	6,82%	6,44	6,44	2000,0	14,00	0,004	0,070	1,071	0,009	1,400	0,004	0,070	1,071	0,009	1,79	OK SI CUMPLE	OK CUMPLE
34	36	37	6445	1,00	0,025	0,025	0,51	0,53	1,50	3,128,806	3,127,606	1,20	3,120,729	3,119,529	1,20	12,532%	0,45%	12,08%	9,56	9,56	2000,0	12,00	0,003	0,060	0,990	0,008	1,200	0,003	0,060	0,990	0,008	1,66	OK SI CUMPLE	OK CUMPLE
36	37	38	6483	1,00	0,025	0,025	0,53	0,55	1,50	3,120,729	3,119,529	1,20	3,113,761	3,112,561	1,20	10,777%	0,45%	10,26%	8,17	8,17	2000,0	12,00	0,003	0,060	0,990	0,008	1,200	0,003	0,060	0,990	0,008	1,66	OK SI CUMPLE	OK CUMPLE
246	55a	55a	2000	2,00	0,025	0,049	0,18	0,23	1,50	3,200,499	3,199,299	0,80	3,198,732	3,197,532	0,80	8,766%	0,45%	8,33%	7,92	7,92	1600,0	14,40	0,006	0,090	1,219	0,009	1,440	0,006	0,090	1,219	0,009	1,80	OK SI CUMPLE	OK CUMPLE
247	55a	55a	2000	3,00	0,025	0,074	0,23	0,30	1,50	3,198,732	3,197,532	0,80	3,196,114	3,195,114	1,00	4,090%	0,45%	3,64%	4,46	4,46	1600,0	17,60	0,009	0,110	1,352	0,011	1,760	0,009	0,110	1,352	0,011	1,88	OK SI CUMPLE	OK CUMPLE
251	55a	38	3330	2,00	0,025	0,049	0,30	0,35	1,50	3,196,114	3,195,114	1,00	3,196,625	3,196,625	1,80	8,898%	0,45%	8,41%	1,34	1,34	1600,0	25,60	0,019	0,160	1,646	0,016	2,560	0,019	0,160	1,646	0,016	2,36	OK SI CUMPLE	OK CUMPLE
250	38	38	1484	1,00	0,025	0,025	0,35	0,38	1,50	3,196,625	3,196,625	1,80	3,197,365	3,196,165	1,20	4,447%	0,45%	3,99%	4,85	4,85	1600,0	17,60	0,008	0,110	1,352	0,011	1,760	0,008	0,110	1,352	0,011	1,88	OK SI CUMPLE	OK CUMPLE
36	38	40	3279	2,00	0,025	0,049	0,38	0,43	1,50	3,197,365	3,196,165	1,20	3,188,529	3,187,329	1,20	26,947%	0,45%	26,49%	19,09	19,09	1600,0	11,20	0,003	0,070	1,071	0,007	1,120	0,003	0,070	1,071	0,007	1,60	OK SI CUMPLE	OK CUMPLE
56	43	44	4812	6,00	0,025	0,148	0,91	1,06	1,50	3,176,737	3,175,537	1,20	3,172,498	3,171,298	1,20	12,995%	0,45%	12,51%	10,44	10,44	1600,0	12,80	0,005	0,080	1,147	0,008	1,280	0,005	0,080	1,147	0,008	1,70	OK SI CUMPLE	OK CUMPLE
57	44	45	4252	3,00	0,025	0,074	2,46	2,53	2,46	3,172,498	3,171,298	1,20	3,168,284	3,167,084	1,00	9,486%	0,36%	9,13%	10,35	11,24	1600,0	17,60	0,010	0,110	1,352	0,011	1,920	0,010	0,120	1,415	0,012	2,06	OK SI CUMPLE	OK CUMPLE
58	45	46	4252	5,00	0,025	0,124	2,53	2,66	2,53	3,168,284	3,167,084	1,00	3,163,200	3,162,000	1,20	12,380%	0,36%	12,02%	13,51	13,51	1600,0	17,60	0,009	0,110	1,352	0,011	1,760	0,009	0,110	1,352	0,011	1,88	OK SI CUMPLE	OK CUMPLE
59	46	47	3474	4,00	0,025	0,089	2,66	2,80	2,80	3,163,200	3,162,000	1,20	3,160,310	3,159,110	1,20	8,318%	0,34%	7,98%	10,62	10,62	1600,0	20,80	0,012	0,130	1,475	0,013	2,080	0,012	0,130	1,475	0,013	2,14	OK SI CUMPLE	OK CUMPLE
60	47	53	3010	2,00	0,025	0,049	2,90	2,95	2,90	3,160,310	3,159,110	1,20	3,155,156	3,153,956	1,20	17,124%	0,33%	16,79%	16,69	16,69	1600,0	17,60	0,008	0,110	1,352	0,011	1,760	0,008	0,110	1,352	0,011	1,88	OK SI CUMPLE	OK CUMPLE
62	48	54	5209	5,00	0,025	0,124	1,43	1,55	1,50	3,164,516	3,163,316	1,20	3,157,544	3,156,344	1,20	13,384%	0,45%	12,93%	10,92	10,92	1620,0	12,96	0,005	0,080	1,147	0,008	1,296	0,005	0,080	1,147	0,008	1,71	OK SI CUMPLE	OK CUMPLE
61	54	53	2122	1,00	0,025	0,025	1,55	1,58	1,55	3,157,544	3,156,344	1,20	3,155,156	3,153,956	1,20	11,286%	0,45%	10,81%	10,21	10,21	1610,0	14,49	0,005	0,090	1,219	0,009	1,449	0,005	0,090	1,219	0,009	1,81	OK SI CUMPLE	OK CUMPLE

Tabla N° 36: Cálculo hidráulico del sistema de alcantarillado para SEWERCAD V81.
Fuente: propia.

4.2.2. Resultado de la tabla de buzones.

Se presenta la tabla de buzones proyectados del sistema de alcantarillado según los cálculos en el cual se observa las el número de buzones, las cotas; como las de terreno y de la de fondo, las alturas y la demanda de los buzones.

N° BUZON	COTAS (m.s.n.m)		ALTURA DE BUZON (m)	DEMANDA (L/S)
Bz - 1	C.T.= 3193.978	C.F.= 3192.778	1.20	0.00
Bz - 2	C.T.= 3189.435	C.F.= 3188.235	1.20	0.07
Bz - 3	C.T.= 3186.212	C.F.= 3185.012	1.20	0.15
Bz - 4	C.T.= 3180.733	C.F.= 3179.533	1.20	0.27
Bz - 5	C.T.= 3177.708	C.F.= 3176.508	1.20	0.37
Bz - 6	C.T.= 3172.746	C.F.= 3171.546	1.20	0.54
Bz - 7	C.T.= 3192.664	C.F.= 3191.464	1.20	0.07
Bz - 8	C.T.= 3189.126	C.F.= 3187.926	1.20	0.12
Bz - 9	C.T.= 3184.074	C.F.= 3182.874	1.20	0.22
Bz - 10	C.T.= 3180.739	C.F.= 3179.539	1.20	0.47
Bz - 11	C.T.= 3179.651	C.F.= 3178.451	1.20	0.17
Bz - 12	C.T.= 3175.029	C.F.= 3173.829	1.20	0.30
Bz - 13	C.T.= 3173.211	C.F.= 3172.011	1.20	0.32
Bz - 14	C.T.= 3167.912	C.F.= 3166.712	1.20	0.42
Bz - 15	C.T.= 3172.340	C.F.= 3171.140	1.20	0.00
Bz - 16	C.T.= 3182.151	C.F.= 3180.951	1.20	0.59
Bz - 17	C.T.= 3175.200	C.F.= 3174.000	1.20	1.09
Bz - 18	C.T.= 3164.377	C.F.= 3163.177	1.20	0.00
Bz - 19	C.T.= 3161.096	C.F.= 3159.896	1.20	0.10
Bz - 20	C.T.= 3191.772	C.F.= 3190.572	1.20	0.00
Bz - 21	C.T.= 3189.197	C.F.= 3187.997	1.20	0.02
Bz - 22	C.T.= 3184.182	C.F.= 3182.982	1.20	0.05
Bz - 23	C.T.= 3172.022	C.F.= 3170.822	1.20	0.05
Bz - 24	C.T.= 3161.395	C.F.= 3160.195	1.20	0.05
Bz - 25	C.T.= 3155.432	C.F.= 3154.232	1.20	0.07
Bz - 26	C.T.= 3157.146	C.F.= 3155.946	1.20	0.17
Bz - 27	C.T.= 3159.161	C.F.= 3155.561	3.60	0.20
Bz - 28	C.T.= 3159.572	C.F.= 3155.242	4.33	0.22
Bz - 29	C.T.= 3157.421	C.F.= 3153.441	3.98	0.32
Bz - 30	C.T.= 3149.440	C.F.= 3148.240	1.20	0.32
Bz - 31	C.T.= 3143.564	C.F.= 3142.364	1.20	0.35
Bz - 32	C.T.= 3142.443	C.F.= 3141.243	1.20	0.35
Bz - 33	C.T.= 3140.185	C.F.= 3138.985	1.20	0.37
Bz - 34	C.T.= 3136.975	C.F.= 3135.775	1.20	0.40
Bz - 35	C.T.= 3129.989	C.F.= 3128.789	1.20	0.45
Bz - 36	C.T.= 3128.806	C.F.= 3127.606	1.20	0.45
Bz - 37	C.T.= 3120.729	C.F.= 3119.529	1.20	0.47
Bz - 40	C.T.= 3188.529	C.F.= 3187.329	1.20	0.25
Bz - 43	C.T.= 3178.737	C.F.= 3177.537	1.20	0.67
Bz - 44	C.T.= 3172.498	C.F.= 3171.298	1.20	1.16
Bz - 47	C.T.= 3160.310	C.F.= 3159.110	1.20	0.12

Bz - 48	C.T.= 3164.516	C.F.= 3163.316	1.20	0.49
Bz - 49	C.T.= 3166.201	C.F.= 3165.001	1.20	0.05
Bz - 50	C.T.= 3163.393	C.F.= 3162.193	1.20	0.10
Bz - 51	C.T.= 3161.811	C.F.= 3160.611	1.20	0.10
Bz - 52	C.T.= 3158.270	C.F.= 3157.070	1.20	0.15
Bz - 58	C.T.= 3155.279	C.F.= 3152.109	3.17	0.22
Bz - 84	C.T.= 3113.781	C.F.= 3112.581	1.20	0.49

Bz - 38	C.T.= 3197.365	C.F.= 3196.165	1.20	0.20
Bz - 38''	C.T.= 3198.625	C.F.= 3196.825	1.80	0.17
Bzta - 1	C.T.= 3200.489	C.F.= 3199.689	0.80	0.00
Bzta - 2	C.T.= 3198.732	C.F.= 3197.932	0.80	0.05
Bzta - 3	C.T.= 3198.114	C.F.= 3197.114	1.00	0.12

Tabla N° 37: Resultados de tabla de buzones.
Fuente: propia.

En esta siguiente tabla se presenta los datos de la tabla de buzones, las cuales se utilizarán para el modelamiento en SEWERCAD V8I, también se detallará algunas consideraciones tomadas para el desarrollo del programa.

TABLA DE BUZONES				
N° BUZON	COTAS (m.s.n.m)		ALTURA DE BUZON (m)	DEMANDA (L/S)
Bz - 1	C.T.= 3193.978	C.F.= 3192.778	1.20	0.120
Bz - 2	C.T.= 3189.435	C.F.= 3188.235	1.20	0.194
Bz - 3	C.T.= 3186.212	C.F.= 3185.012	1.20	0.268
Bz - 4	C.T.= 3180.733	C.F.= 3179.533	1.20	0.392
Bz - 5	C.T.= 3177.708	C.F.= 3176.508	1.20	0.491
Bz - 6	C.T.= 3172.746	C.F.= 3171.546	1.20	0.664
Bz - 7	C.T.= 3192.664	C.F.= 3191.464	1.20	0.194
Bz - 8	C.T.= 3189.126	C.F.= 3187.926	1.20	0.244
Bz - 9	C.T.= 3184.074	C.F.= 3182.874	1.20	0.343
Bz - 10	C.T.= 3180.739	C.F.= 3179.539	1.20	0.590
Bz - 11	C.T.= 3179.651	C.F.= 3178.451	1.20	0.293
Bz - 12	C.T.= 3175.029	C.F.= 3173.829	1.20	0.417
Bz - 13	C.T.= 3173.211	C.F.= 3172.011	1.20	0.442
Bz - 14	C.T.= 3167.912	C.F.= 3166.712	1.20	0.541
Bz - 15	C.T.= 3172.340	C.F.= 3171.140	1.20	0.020
Bz - 16	C.T.= 3182.151	C.F.= 3180.951	1.20	0.834
Bz - 17	C.T.= 3175.200	C.F.= 3174.000	1.20	1.328
Bz - 18	C.T.= 3164.377	C.F.= 3163.177	1.20	0.020
Bz - 19	C.T.= 3161.096	C.F.= 3159.896	1.20	0.119
Bz - 20	C.T.= 3191.772	C.F.= 3190.572	1.20	0.040
Bz - 21	C.T.= 3189.197	C.F.= 3187.997	1.20	0.065
Bz - 22	C.T.= 3184.182	C.F.= 3182.982	1.20	0.089
Bz - 23	C.T.= 3172.022	C.F.= 3170.822	1.20	0.089
Bz - 24	C.T.= 3161.395	C.F.= 3160.195	1.20	0.089
Bz - 25	C.T.= 3155.432	C.F.= 3154.232	1.20	0.114

Bz - 26	C.T.= 3157.146	C.F.= 3155.946	1.20	0.193
Bz - 27	C.T.= 3159.161	C.F.= 3155.561	3.60	0.218
Bz - 28	C.T.= 3159.572	C.F.= 3155.242	4.33	0.243
Bz - 29	C.T.= 3157.421	C.F.= 3153.441	3.98	0.382
Bz - 30	C.T.= 3149.440	C.F.= 3148.240	1.20	0.382
Bz - 31	C.T.= 3143.564	C.F.= 3142.364	1.20	0.406
Bz - 32	C.T.= 3142.443	C.F.= 3141.243	1.20	0.406
Bz - 33	C.T.= 3140.185	C.F.= 3138.985	1.20	0.431
Bz - 34	C.T.= 3136.975	C.F.= 3135.775	1.20	0.456
Bz - 35	C.T.= 3129.989	C.F.= 3128.789	1.20	0.505
Bz - 36	C.T.= 3128.806	C.F.= 3127.606	1.20	0.505
Bz - 37	C.T.= 3120.729	C.F.= 3119.529	1.20	0.530
Bz - 40	C.T.= 3188.529	C.F.= 3187.329	1.20	0.427
Bz - 43	C.T.= 3178.737	C.F.= 3177.537	1.20	0.908
Bz - 44	C.T.= 3172.498	C.F.= 3171.298	1.20	2.459
Bz - 47	C.T.= 3160.310	C.F.= 3159.110	1.20	2.899
Bz - 48	C.T.= 3164.516	C.F.= 3163.316	1.20	1.427
Bz - 49	C.T.= 3166.201	C.F.= 3165.001	1.20	0.069
Bz - 50	C.T.= 3163.393	C.F.= 3162.193	1.20	0.119

Bz - 51	C.T.= 3161.811	C.F.= 3160.611	1.20	0.119
Bz - 52	C.T.= 3158.270	C.F.= 3157.070	1.20	0.168
Bz - 58	C.T.= 3155.279	C.F.= 3152.109	3.17	
Bz - 84	C.T.= 3113.781	C.F.= 3112.581	1.20	0.555

Bz - 38	C.T.= 3197.365	C.F.= 3196.165	1.20	0.378
Bz - 38"	C.T.= 3198.625	C.F.= 3196.825	1.80	0.353
Bzta - 1	C.T.= 3200.489	C.F.= 3199.689	0.80	0.180
Bzta - 2	C.T.= 3198.732	C.F.= 3197.932	0.80	0.229
Bzta - 3	C.T.= 3198.114	C.F.= 3197.114	1.00	0.304

Bz - 45	C.T.= 3168.264	C.F.= 3167.064	1.20	2.533
Bz - 46	C.T.= 3163.2	C.F.= 3162.000	1.20	2.800
Bz - 53	C.T.= 3155.156	C.F.= 3153.956	1.20	1.576
Bz - 54	C.T.= 3157.544	C.F.= 3156.344	1.20	1.551

Tabla N° 38: Resultados de tabal de buzones para el modelamiento en SEWERCAD V8I.

Fuente: propia.

Las siguientes consideraciones son:

1. Los buzones número 40, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54 y el 84. Estos ya son existentes y se utilizaran para el modelamiento de diseño de alcantarillado.

2. Para el modelamiento en SEWERCAD V8I, los buzones de arranque tienen que tener un caudal diferente de cero.
3. En aquellos buzones donde llegan más de una tubería se le da un sentido de corte de caudal y se toma una tubería como inicial.
4. No se consideró el Bz-58 en loe modelamiento ya que tiene como antecesor al Bz-52 y es contrario al sentido del flujo.
5. Los buzones número 40, 54 y 84 son usados como fin de red y el buzón 58 no fue usado para el modelamiento.

TABLA DE BUZONES PROYECTADOS			
N° BUZON	COTAS (m.s.n.m)		ALTURA DE BUZON (m)
Bz - 1	C.T.= 3193.978	C.F.= 3192.778	1.20
Bz - 2	C.T.= 3189.435	C.F.= 3188.235	1.20
Bz - 3	C.T.= 3186.212	C.F.= 3185.012	1.20
Bz - 4	C.T.= 3180.733	C.F.= 3179.533	1.20
Bz - 5	C.T.= 3177.708	C.F.= 3176.508	1.20
Bz - 6	C.T.= 3172.746	C.F.= 3171.546	1.20
Bz - 7	C.T.= 3192.664	C.F.= 3191.464	1.20
Bz - 8	C.T.= 3189.126	C.F.= 3187.926	1.20
Bz - 9	C.T.= 3184.074	C.F.= 3182.874	1.20
Bz - 10	C.T.= 3180.739	C.F.= 3179.539	1.20
Bz - 11	C.T.= 3179.651	C.F.= 3178.451	1.20
Bz - 12	C.T.= 3175.029	C.F.= 3173.829	1.20
Bz - 13	C.T.= 3173.211	C.F.= 3172.011	1.20
Bz - 14	C.T.= 3167.912	C.F.= 3166.712	1.20
Bz - 15	C.T.= 3172.340	C.F.= 3171.140	1.20
Bz - 16	C.T.= 3182.151	C.F.= 3180.951	1.20
Bz - 17	C.T.= 3175.200	C.F.= 3174.000	1.20
Bz - 18	C.T.= 3164.377	C.F.= 3163.177	1.20
Bz - 19	C.T.= 3161.096	C.F.= 3159.896	1.20
Bz - 20	C.T.= 3191.772	C.F.= 3190.572	1.20
Bz - 21	C.T.= 3189.197	C.F.= 3187.997	1.20
Bz - 22	C.T.= 3184.182	C.F.= 3182.982	1.20
Bz - 23	C.T.= 3172.022	C.F.= 3170.822	1.20
Bz - 24	C.T.= 3161.395	C.F.= 3160.195	1.20
Bz - 25	C.T.= 3155.432	C.F.= 3154.232	1.20
Bz - 26	C.T.= 3157.146	C.F.= 3155.946	1.20
Bz - 27	C.T.= 3159.161	C.F.= 3155.561	3.60
Bz - 28	C.T.= 3159.572	C.F.= 3155.242	4.33
Bz - 29	C.T.= 3157.421	C.F.= 3153.441	3.98
Bz - 30	C.T.= 3149.440	C.F.= 3148.240	1.20
Bz - 31	C.T.= 3143.564	C.F.= 3142.364	1.20
Bz - 32	C.T.= 3142.443	C.F.= 3141.243	1.20
Bz - 33	C.T.= 3140.185	C.F.= 3138.985	1.20
Bz - 34	C.T.= 3136.975	C.F.= 3135.775	1.20
Bz - 35	C.T.= 3129.989	C.F.= 3128.789	1.20
Bz - 36	C.T.= 3128.806	C.F.= 3127.606	1.20

Bz - 37	C.T.= 3120.729	C.F.= 3119.529	1.20
Bz - 38	C.T.= 3197.365	C.F.= 3196.165	1.20
Bz - 38"	C.T.= 3198.625	C.F.= 3196.825	1.80
Bzta - 1	C.T.= 3200.489	C.F.= 3199.689	0.80
Bzta - 2	C.T.= 3198.732	C.F.= 3197.932	0.80
Bzta - 3	C.T.= 3198.114	C.F.= 3197.114	1.00

Tabla N° 39: Tabla de buzones proyectados.

Fuente: propia.

TABLA DE BUZONES EXISTENTES			
N° BUZON	COTAS		ALTURA DE BUZON (m)
	(m.s.n.m)		
Bz - 40	C.T.= 3188.529	C.F.= 3187.329	1.20
Bz - 43	C.T.= 3178.737	C.F.= 3177.537	1.20
Bz - 44	C.T.= 3172.498	C.F.= 3171.298	1.20
Bz - 45	C.T.= 3168.264	C.F.= 3167.064	1.20
Bz - 46	C.T.= 3163.200	C.F.= 3162.000	1.20
Bz - 47	C.T.= 3160.310	C.F.= 3159.110	1.20
Bz - 48	C.T.= 3164.516	C.F.= 3163.316	1.20
Bz - 49	C.T.= 3166.201	C.F.= 3165.001	1.20
Bz - 50	C.T.= 3163.393	C.F.= 3162.193	1.20
Bz - 51	C.T.= 3161.811	C.F.= 3160.611	1.20
Bz - 52	C.T.= 3158.270	C.F.= 3157.070	1.20
Bz - 53	C.T.= 3155.156	C.F.= 3153.956	1.20
Bz - 54	C.T.= 3157.544	C.F.= 3156.344	1.20
Bz - 84	C.T.= 3113.781	C.F.= 3112.581	1.20

Tabla N° 40: tabla de buzones existentes.

Fuente: propia.

4.2.3. Resultado de la tabla de tuberías.

En esta tabla se presenta los resultados de tuberías del sistema de alcantarillado en la consta del número, la longitud, la pendiente y el diámetro de las tuberías. Las cuales son colocadas estratégicamente para transportar y terminar en buzones ya existentes, estos los lleva hacia un PTAR el cual no es afectado por el incremento que este proyecto producirá.

TABLA DE TUBERIAS			
TUBERIA	LONGITUD (m)	PENDIENTE	DIAMETRO (mm)
TUB - 1	38.747	117.25	160
TUB - 2	38.747	83.18	160
TUB - 3	31.142	175.93	160
TUB - 4	31.142	97.13	160
TUB - 5	59.971	82.74	160
TUB - 6	49.308	26.65	160
TUB - 7	52.206	64.77	160
TUB - 8	48.185	104.85	160
TUB - 9	48.185	69.21	160
TUB - 10	48.185	62.90	160
TUB - 11	50.500	187.62	160

TUB - 12	44.117	104.77	160
TUB - 13	13.812	131.63	160
TUB - 14	50.501	104.93	160
TUB - 15	55.504	114.38	160
TUB - 16	35.055	71.55	160
TUB - 17	35.634	92.07	160
TUB - 18	46.907	54.90	160
TUB - 19	48.661	103.06	160
TUB - 20	44.271	274.67	160
TUB - 21	44.280	239.99	160
TUB - 22	25.831	230.85	160
TUB - 23	26.492	14.53	160
TUB - 24	22.916	14.05	160
TUB - 25	32.889	54.67	160
TUB - 26	25.807	30.65	160
TUB - 27	19.781	262.93	200
TUB - 28	40.865	143.79	200
TUB - 29	27.689	40.49	200
TUB - 30	78.666	28.70	200
TUB - 31	78.621	40.83	200
TUB - 32	78.621	88.86	200
TUB - 33	16.264	72.74	200
TUB - 34	64.453	125.32	200
TUB - 36	32.790	269.48	160
TUB - 44	11.953	65.76	160
TUB - 45	63.665	129.27	160
TUB - 46	28.973	117.21	160
TUB - 47	42.751	143.60	160
TUB - 48	23.115	121.48	160
TUB - 49	10.980	144.08	160
TUB - 50	31.211	113.45	160
TUB - 51	26.776	41.98	160
TUB - 52	35.493	96.19	160
TUB - 53	35.055	77.08	160

TUB - 60	43.988	112.80	160
TUB - 98	64.834	107.17	200

TUB - 251	33.304	5.67	160
TUB - 246	19.998	87.86	160
TUB - 247	20.001	40.90	160
TUB - 250	14.840	207.52	160

Tabla N° 41: Resultado de la tabla de tuberías.

Fuente: propia.

En esta siguiente tabla de tuberías se utilizó para el modelamiento en SEWERCAD V8I, en la cual se ve el número de tuberías su longitud,

pendiente y su diámetro. Estas se tienen algunas ya existentes y se añadió a los proyectados de acuerdo a las tablas de buzones.

TABLA DE TUBERIAS			
TUBERIA	LONGITUD (m)	PENDIENTE	DIAMETRO (mm)
TUB - 1	38.747	117.25	160
TUB - 2	38.747	83.18	160
TUB - 3	31.142	175.93	160
TUB - 4	31.142	97.13	160
TUB - 5	59.971	82.74	160
TUB - 6	49.308	26.65	160
TUB - 7	52.206	64.77	160
TUB - 8	48.185	104.85	160
TUB - 9	48.185	69.21	160
TUB - 10	48.185	62.90	160
TUB - 11	50.500	187.62	160
TUB - 12	44.117	104.77	160
TUB - 13	13.812	131.63	160
TUB - 14	50.501	104.93	160
TUB - 15	55.504	114.38	160
TUB - 16	35.055	71.55	160
TUB - 17	35.634	92.07	160
TUB - 18	46.907	54.90	160
TUB - 19	48.661	103.06	160
TUB - 20	44.271	274.67	160
TUB - 21	44.280	239.99	160
TUB - 22	25.831	230.85	160
TUB - 23	26.492	14.53	160
TUB - 24	22.916	14.05	160
TUB - 25	32.889	54.67	160
TUB - 26	25.807	30.65	160
TUB - 27	19.781	262.93	200
TUB - 28	40.865	143.79	200
TUB - 29	27.689	40.49	200
TUB - 30	78.666	28.70	200
TUB - 31	78.621	40.83	200
TUB - 32	78.621	88.86	200
TUB - 33	16.264	72.74	200
TUB - 34	64.453	125.32	200
TUB - 36	32.790	269.48	160
TUB - 44	11.953	65.76	160
TUB - 45	63.665	129.27	160
TUB - 46	28.973	117.21	160
TUB - 47	42.751	143.60	160
TUB - 48	23.115	121.48	160
TUB - 49	10.980	144.08	160
TUB - 50	31.211	113.45	160
TUB - 51	26.776	41.98	160
TUB - 52	35.493	96.19	160
TUB - 53	35.055	77.08	160

TUB - 98	64.834	107.17	200
----------	--------	--------	-----

TUB - 251	33.304	5.67	160
TUB - 246	19.998	87.86	160
TUB - 247	20.001	40.90	160
TUB - 250	14.840	207.52	160

TUB - 56	48.121	129.65	160
TUB - 57	42.524	99.57	160
TUB - 58	42.521	119.09	160
TUB - 59	34.743	83.18	160
TUB - 60	30.098	171.24	160
TUB - 61	21.216	112.55	160
TUB - 62	52.092	113.84	160

Tabla N° 42:Resultado de la tabla de tuberías para el modelamiento en SEWERCAD V8i.

Fuente: propia.

En esta tabla las tuberías número 48. 49, 50, 56, 57, 58, 59, 60, 61 y 62. Estas tuberías son aquellas existentes y se añadió a los proyectados.

TABLA DE TUBERIAS PROYECTADAS			
TUBERIA	LONGITUD (m)	PENDIENTE (‰)	DIAMETRO (mm)
TUB - 1	38.747	117.25	160
TUB - 2	38.747	83.18	160
TUB - 3	31.142	175.93	160
TUB - 4	31.142	97.13	160
TUB - 5	59.971	82.74	160
TUB - 6	49.308	26.65	160
TUB - 7	52.206	64.77	160
TUB - 8	48.185	104.85	160
TUB - 9	48.185	69.21	160
TUB - 10	48.185	62.90	160
TUB - 11	50.500	187.62	160
TUB - 12	44.117	104.77	160
TUB - 13	13.812	131.63	160
TUB - 14	50.501	104.93	160
TUB - 15	55.504	114.38	160
TUB - 16	35.055	71.55	160
TUB - 17	35.634	92.07	160
TUB - 18	46.907	54.90	160
TUB - 19	48.661	103.06	160
TUB - 20	44.271	274.67	160
TUB - 21	44.280	239.99	160
TUB - 22	25.831	230.85	160

TUB - 23	26.492	14.53	160
TUB - 24	22.916	14.05	160
TUB - 25	32.889	54.67	160
TUB - 26	25.807	30.65	160
TUB - 27	19.781	262.93	200
TUB - 28	40.865	143.79	200
TUB - 29	27.689	40.49	200
TUB - 30	78.666	28.70	200
TUB - 31	78.621	40.83	200
TUB - 32	78.621	88.86	200
TUB - 33	16.264	72.74	200
TUB - 34	64.453	125.32	200
TUB - 36	32.790	269.48	160
TUB - 44	11.953	65.76	160
TUB - 45	63.665	129.27	160
TUB - 46	28.973	117.21	160
TUB - 47	42.751	143.60	160
TUB - 51	26.776	41.98	160
TUB - 52	35.493	96.19	160
TUB - 53	35.055	77.08	160
TUB - 98	64.834	107.17	200
TUB - 246	19.998	87.86	160
TUB - 247	20.001	40.90	160
TUB - 250	14.840	207.52	160
TUB - 251	33.304	5.67	160

Tabla N° 43: Tabla de tuberías existentes.

Fuente: propia.

TABLA DE TUBERIAS EXISTENTES			
TUBERIA	LONGITUD (m)	PENDIENTE (‰)	DIAMETRO (mm)
TUB - 48	23.115	121.48	160
TUB - 49	10.980	144.08	160
TUB - 50	31.211	113.45	160
TUB - 56	48.121	129.65	160
TUB - 57	42.524	99.57	160
TUB - 58	42.521	119.09	160
TUB - 59	34.743	83.18	160
TUB - 60	30.098	171.24	160
TUB - 61	21.216	112.55	160
TUB - 62	52.092	113.84	160

Tabla N° 44: Tabla de tuberías existente.

Fuente: propia.

4.2.4. Resultados de tuberías del SEWERCAD V8I.

Resultados que arroja el mismo software los cuales se utilizan para verificar el modelamiento del sistema de alcantarillado.

DESCRIPCION	Start Node	Invert (Start) (m)	Stop Node	Invert (Stop) (m)	Length (User Defined) (m)	Slope (Calculated) (%)	Section Type	Diameter (mm)	Material	Manning's n	Flow (L/s)	Velocity (m/s)	Depth (Middle) (m)	Capacity (Full Flow) (L/s)	Flow / Design Capacity (%)	Depth (Average End) / Rise (%)	Tractive Stress (Calculated) (Pascals)
Tub-1	Bz-1	3,192.78	Bz-2	3,188.24	38.75	11.725	Circle	160	PVC	0.009	0.015	0.39	0.01	89.47	0.02	4.94	1.317
Tub-2	Bz-2	3,188.24	Bz-3	3,185.01	38.75	8.318	Circle	160	PVC	0.009	0.209	0.81	0.01	75.36	0.02	5.82	3.306
Tub-3	Bz-3	3,185.01	Bz-4	3,179.53	31.14	17.594	Circle	160	PVC	0.009	0.423	1.31	0.02	109.599	0.39	13.34	8.119
Tub-4	Bz-4	3,179.53	Bz-5	3,176.51	31.14	9.714	Circle	160	PVC	0.009	0.815	1.31	0.02	11.436	1.00	11.32	6.96
Tub-5	Bz-5	3,176.51	Bz-6	3,171.55	59.97	8.274	Circle	160	PVC	0.009	2.200	1.66	0.04	75.16	2.93	27.66	9.602
Tub-6	Bz-1	3,192.78	Bz-7	3,191.46	49.31	2.665	Circle	160	PVC	0.009	0.105	0.44	0.01	42.655	0.25	7.42	1.003
Tub-7	Bz-7	3,191.46	Bz-8	3,187.93	52.21	7.777	Circle	160	PVC	0.009	0.299	0.85	0.01	68.021	0.44	7.07	3.314
Tub-8	Bz-8	3,187.93	Bz-9	3,182.87	48.19	10.485	Circle	160	PVC	0.009	0.059	0.62	0.01	84.606	0.07	2.17	1.77
Tub-9	Bz-9	3,182.87	Bz-10	3,179.54	48.19	6.921	Circle	160	PVC	0.009	0.402	0.93	0.02	68.742	0.58	14.01	3.873
Tub-10	Bz-10	3,179.54	Bz-5	3,176.51	48.19	6.29	Circle	160	PVC	0.009	0.992	1.19	0.02	65.534	1.51	12.87	5.409
Tub-11	Bz-8	3,187.93	Bz-11	3,178.45	50.50	18.762	Circle	160	PVC	0.009	0.484	1.42	0.02	113.18	0.43	13.54	8.996
Tub-12	Bz-11	3,178.45	Bz-12	3,173.83	44.12	10.477	Circle	160	PVC	0.009	0.777	1.31	0.03	84.574	0.92	16.98	7.221
Tub-13	Bz-12	3,173.83	Bz-13	3,172.01	13.81	13.162	Circle	160	PVC	0.009	1.194	1.63	0.03	94.797	1.26	10.38	10.38
Tub-14	Bz-13	3,172.01	Bz-14	3,166.71	50.50	10.493	Circle	160	PVC	0.009	1.636	1.64	0.04	84.64	1.93	23.91	10.136
Tub-15	Bz-3	3,185.01	Bz-16	3,180.95	55.50	7.317	Circle	160	PVC	0.009	0.054	0.53	0.02	70.678	0.08	10.06	1.576
Tub-16	Bz-5	3,176.51	Bz-17	3,174.00	35.06	7.154	Circle	160	PVC	0.009	0.098	0.61	0.02	69.89	0.14	13.01	2.077
Tub-17	Bz-18	3,163.18	Bz-19	3,159.90	35.63	9.207	Circle	160	PVC	0.009	0.02	0.41	0.01	79.286	0.03	4.36	1.223
Tub-18	Bz-20	3,190.57	Bz-21	3,188.00	46.91	5.49	Circle	160	PVC	0.009	0.04	0.43	0.01	61.221	0.07	4.44	1.108
Tub-19	Bz-21	3,188.00	Bz-22	3,182.98	48.66	10.306	Circle	160	PVC	0.009	0.105	0.71	0.01	83.883	0.13	6.51	2.831
Tub-20	Bz-22	3,182.98	Bz-23	3,170.82	44.27	27.467	Circle	160	PVC	0.009	0.194	1.2	0.01	136.941	0.14	8.33	8.018
Tub-21	Bz-23	3,170.82	Bz-24	3,160.20	44.28	24	Circle	160	PVC	0.009	0.283	1.28	0.02	128.006	0.22	9.76	8.618
Tub-22	Bz-24	3,160.20	Bz-25	3,154.23	25.83	23.085	Circle	160	PVC	0.009	0.372	1.37	0.02	125.542	0.30	11.17	9.514
Tub-23	Bz-26	3,155.95	Bz-27	3,155.56	26.49	1.453	Circle	160	PVC	0.009	0.688	0.64	0.02	31.499	2.18	15.29	1.478
Tub-24	Bz-27	3,155.56	Bz-28	3,155.24	22.92	1.392	Circle	160	PVC	0.009	0.906	0.68	0.03	30.829	2.94	17.44	1.618
Tub-25	Bz-28	3,155.24	Bz-29	3,153.44	32.89	5.476	Circle	160	PVC	0.009	1.149	1.19	0.03	61.145	1.88	20.85	5.186
Tub-26	Bz-29	3,153.44	Bz-25	3,154.23	25.81	3.065	Circle	160	PVC	0.009	0.486	0.74	0.03	45.745	1.06	17.57	2.256
Tub-27	Bz-29	3,153.44	Bz-30	3,148.24	19.78	26.293	Circle	200	PVC	0.009	2.017	2.33	0.04	242.926	0.83	19.40	21.629
Tub-28	Bz-30	3,148.24	Bz-31	3,142.36	40.87	14.379	Circle	200	PVC	0.009	2.399	2.01	0.04	179.647	1.34	21.10	14.572
Tub-29	Bz-31	3,142.36	Bz-32	3,141.24	27.69	4.049	Circle	200	PVC	0.009	2.805	1.35	0.05	95.324	2.94	22.71	5.887
Tub-30	Bz-32	3,141.24	Bz-33	3,138.99	78.67	2.87	Circle	200	PVC	0.009	3.211	1.25	0.05	80.264	4.00	24.29	4.789
Tub-31	Bz-33	3,138.99	Bz-34	3,135.78	78.62	4.083	Circle	200	PVC	0.009	3.642	1.46	0.05	95.728	3.80	25.87	6.659
Tub-32	Bz-34	3,135.78	Bz-35	3,128.79	78.62	8.886	Circle	200	PVC	0.009	4.098	1.99	0.05	141.221	2.90	27.45	12.84
Tub-33	Bz-35	3,128.79	Bz-36	3,127.61	16.26	7.274	Circle	200	PVC	0.009	4.603	1.92	0.06	127.771	3.60	29.04	11.573
Tub-34	Bz-36	3,127.61	Bz-37	3,119.53	64.45	12.532	Circle	200	PVC	0.009	5.108	2.41	0.06	167.709	3.05	30.59	18.47
Tub-35	Bz-38	3,196.17	Bz-40	3,187.33	32.79	26.947	Circle	160	PVC	0.009	1.444	2.19	0.02	135.639	1.06	14.05	19.852
Tub-36	Bzta-1	3,199.69	Bzta-2	3,197.93	20.00	8.786	Circle	160	PVC	0.009	0.18	0.79	0.01	77.45	0.23	9.09	3.225
Tub-37	Bzta-2	3,197.93	Bzta-3	3,197.11	20.00	4.09	Circle	160	PVC	0.009	0.409	0.78	0.02	52.842	0.77	12.71	2.606
Tub-251	Bzta-3	3,197.11	Bz-38	3,196.83	33.30	0.868	Circle	160	PVC	0.009	0.713	0.54	0.03	24.34	2.93	16.15	1.007
Tub-250	Bz-38	3,196.83	Bz-38	3,196.17	14.84	4.447	Circle	160	PVC	0.009	1.066	1.07	0.03	55.104	1.93	19.31	4.298
Tub-44	Bz-19	3,159.90	Bz-47	3,159.11	11.95	6.576	Circle	160	PVC	0.009	0.139	0.67	0.06	67.004	0.21	36.96	2.268
Tub-45	Bz-6	3,171.55	Bz-48	3,163.32	63.67	12.927	Circle	160	PVC	0.009	2.864	2.11	0.06	93.946	3.05	37.31	15.248
Tub-46	Bz-48	3,163.32	Bz-14	3,166.71	28.97	11.721	Circle	160	PVC	0.009	2.177	1.87	0.06	89.457	2.43	35.37	12.516
Tub-47	Bz-15	3,171.14	Bz-49	3,165.00	42.75	14.36	Circle	160	PVC	0.009	0.02	0.47	0.01	99.015	0.02	3.73	1.735
Tub-48	Bz-49	3,165.00	Bz-50	3,162.19	23.12	12.148	Circle	160	PVC	0.009	0.089	0.73	0.01	91.071	0.10	6.42	2.961
Tub-50	Bz-50	3,162.19	Bz-51	3,160.61	10.98	14.408	Circle	160	PVC	0.009	0.208	0.98	0.01	99.181	0.21	8.75	5.056
Tub-49	Bz-51	3,160.61	Bz-52	3,157.07	31.21	11.345	Circle	160	PVC	0.009	0.327	1.04	0.02	88.011	0.37	10.91	5.14
Tub-51	Bz-52	3,157.07	Bz-26	3,155.95	26.78	4.198	Circle	160	PVC	0.009	0.495	0.83	0.02	53.535	0.92	13.13	2.902
Tub-53	Bz-17	3,174.00	Bz-44	3,171.30	35.06	7.708	Circle	160	PVC	0.009	1.426	1.42	0.05	72.543	1.97	31.41	7.492
Tub-55	Bz-16	3,180.95	Bz-43	3,177.54	35.49	9.619	Circle	160	PVC	0.009	0.888	1.32	0.03	81.038	1.10	19.70	7.179
Tub-98	Bz-3	3,119.53	Bz-84	3,112.58	64.83	10.717	Circle	200	PVC	0.009	5.638	2.34	0.04	155.09	3.64	22.20	17.121
Tub-56	Bz-43	3,177.54	Bz-44	3,171.30	48.12	12.965	Circle	160	PVC	0.009	1.796	1.84	0.05	94.084	1.91	32.67	12.35
Tub-57	Bz-44	3,171.30	Bz-45	3,167.06	42.52	9.957	Circle	160	PVC	0.009	5.681	2.35	0.07	82.449	6.89	46.62	16.933
Tub-58	Bz-45	3,167.06	Bz-46	3,162.00	42.52	11.909	Circle	160	PVC	0.009	8.214	2.79	0.09	90.172	9.11	55.31	22.914
Tub-59	Bz-46	3,162.00	Bz-47	3,159.11	34.74	8.318	Circle	160	PVC	0.009	11.014	2.68	0.1	75.36	14.62	63.54	19.67
Tub-60	Bz-47	3,159.11	Bz-53	3,153.96	30.10	17.124	Circle	160	PVC	0.009	14.052	3.7	0.06	108.126	13.00	45.97	38.534
Tub-61	Bz-53	3,153.96	Bz-54	3,156.34	21.22	11.256	Circle	160	PVC	0.009	8.019	2.72	0.06	87.662	9.15	35.42	21.696
Tub-62	Bz-48	3,163.32	Bz-54	3,156.34	52.09	13.384	Circle	160	PVC	0.009	6.468	2.71	0.08	95.592	6.77	47.75	22.577

Tabla N° 45: Tabla de resultados del SEWERCAD V8I.

Fuente: propia.

4.2.5. Resultados de buzones del SEWERCAD V8I.

DESCRIPCION	Elevation (Ground) (m)	Elevation (Rim) (m)	Elevation (Invert) (m)	Diameter (mm)	Depth (Structure) (m)	Flow (Total In) (L/s)	Flow (Total Out) (L/s)	Depth (Out) (m)	Hydraulic Grade Line (Out) (m)	Hydraulic Grade Line (In) (m)
Bz-1	3,193.98	3,193.98	3,192.78	1,200	1.20	0.000	0.120	0.01	3,192.79	3,192.79
Bz-2	3,189.44	3,189.44	3,188.24	1,200	1.20	0.015	0.209	0.01	3,188.25	3,188.25
Bz-3	3,186.21	3,186.21	3,185.01	1,200	1.20	0.209	0.477	0.01	3,185.02	3,185.02
Bz-4	3,180.73	3,180.73	3,179.53	1,200	1.20	0.423	0.815	0.02	3,179.56	3,179.56
Bz-5	3,177.71	3,177.71	3,176.51	1,200	1.20	1.807	2.298	0.01	3,176.52	3,176.52
Bz-6	3,172.75	3,172.75	3,171.55	1,200	1.20	2.200	2.864	0.05	3,171.59	3,171.59
Bz-7	3,192.66	3,192.66	3,191.46	1,200	1.20	0.105	0.299	0.01	3,191.48	3,191.48
Bz-8	3,189.13	3,189.13	3,187.93	1,200	1.20	0.299	0.543	0.01	3,187.93	3,187.93
Bz-9	3,184.07	3,184.07	3,182.87	1,200	1.20	0.059	0.402	0.02	3,182.89	3,182.89
Bz-10	3,180.74	3,180.74	3,179.54	1,200	1.20	0.402	0.992	0.03	3,179.57	3,179.57
Bz-11	3,179.65	3,179.65	3,178.45	1,200	1.20	0.484	0.777	0.02	3,178.48	3,178.48
Bz-12	3,175.03	3,175.03	3,173.83	1,200	1.20	0.777	1.194	0.03	3,173.86	3,173.86
Bz-13	3,173.21	3,173.21	3,172.01	1,200	1.20	1.194	1.636	0.04	3,172.05	3,172.05
Bz-14	3,167.91	3,167.91	3,166.71	1,200	1.20	1.636	2.177	0.04	3,166.75	3,166.75
Bz-15	3,172.34	3,172.34	3,171.14	1,200	1.20	0.000	0.020	0.00	3,171.14	3,171.14
Bz-16	3,182.15	3,182.15	3,180.95	1,200	1.20	0.054	0.888	0.03	3,180.98	3,180.98
Bz-17	3,175.20	3,175.20	3,174.00	1,200	1.20	0.098	1.426	0.03	3,174.03	3,174.03
Bz-18	3,164.38	3,164.38	3,163.18	1,200	1.20	0.000	0.020	0.00	3,163.18	3,163.18
Bz-19	3,161.10	3,161.10	3,159.90	1,200	1.20	0.020	0.139	0.01	3,159.91	3,159.91
Bz-20	3,191.77	3,191.77	3,190.57	1,200	1.20	0.000	0.040	0.01	3,190.58	3,190.58
Bz-21	3,189.20	3,189.20	3,188.00	1,200	1.20	0.040	0.105	0.01	3,188.01	3,188.01
Bz-22	3,184.18	3,184.18	3,182.98	1,200	1.20	0.105	0.194	0.01	3,182.99	3,182.99
Bz-23	3,172.02	3,172.02	3,170.82	1,200	1.20	0.194	0.283	0.01	3,170.84	3,170.84
Bz-24	3,161.40	3,161.40	3,160.20	1,200	1.20	0.283	0.372	0.02	3,160.21	3,160.21
Bz-25	3,155.43	3,155.43	3,154.23	1,200	1.20	0.372	0.486	0.02	3,154.25	3,154.25
Bz-26	3,157.15	3,157.15	3,155.95	1,200	1.20	0.495	0.688	0.02	3,155.97	3,155.97
Bz-27	3,159.16	3,159.16	3,155.56	1,200	3.60	0.688	0.906	0.03	3,155.59	3,155.59
Bz-28	3,159.57	3,159.57	3,155.24	1,200	4.33	0.906	1.149	0.03	3,155.27	3,155.27
Bz-29	3,157.42	3,157.42	3,153.44	1,200	3.98	1.635	2.017	0.04	3,153.48	3,153.48
Bz-30	3,149.44	3,149.44	3,148.24	1,200	1.20	2.017	2.399	0.04	3,148.28	3,148.28
Bz-31	3,143.56	3,143.56	3,142.36	1,200	1.20	2.399	2.805	0.04	3,142.41	3,142.41
Bz-32	3,142.44	3,142.44	3,141.24	1,200	1.20	2.805	3.211	0.05	3,141.29	3,141.29
Bz-33	3,140.19	3,140.19	3,138.99	1,200	1.20	3.211	3.642	0.05	3,139.04	3,139.04
Bz-34	3,136.98	3,136.98	3,135.78	1,200	1.20	3.642	4.098	0.05	3,135.83	3,135.83
Bz-35	3,129.99	3,129.99	3,128.79	1,200	1.20	4.098	4.603	0.06	3,128.85	3,128.85
Bz-36	3,128.81	3,128.81	3,127.61	1,200	1.20	4.603	5.108	0.06	3,127.67	3,127.67
Bz-37	3,120.73	3,120.73	3,119.53	1,200	1.20	5.108	5.638	0.06	3,119.59	3,119.59
Bz-38	3,197.37	3,197.37	3,196.17	1,200	1.20	1.066	1.444	0.03	3,196.20	3,196.20
Bz-43	3,178.74	3,178.74	3,177.54	1,200	1.20	0.888	1.796	0.04	3,177.57	3,177.57
Bz-44	3,172.50	3,172.50	3,171.30	1,200	1.20	3.222	5.681	0.07	3,171.37	3,171.37
Bz-47	3,160.31	3,160.31	3,159.11	1,200	1.20	11.153	14.052	0.11	3,159.22	3,159.22
Bz-48	3,164.52	3,164.52	3,163.32	1,200	1.20	5.041	6.468	0.07	3,163.39	3,163.39
Bz-49	3,166.20	3,166.20	3,165.00	1,200	1.20	0.089	0.089	0.01	3,165.01	3,165.01
Bz-50	3,163.39	3,163.39	3,162.19	1,200	1.20	0.089	0.208	0.01	3,162.21	3,162.21
Bz-51	3,161.81	3,161.81	3,160.61	1,200	1.20	0.208	0.327	0.02	3,160.63	3,160.63
Bz-52	3,158.27	3,158.27	3,157.07	1,200	1.20	0.327	0.495	0.02	3,157.09	3,157.09
Bz-38''	3,198.63	3,198.63	3,196.83	1,200	1.80	0.713	1.066	0.03	3,196.85	3,196.85
Bzta-3	3,198.11	3,198.11	3,197.11	1,200	1.00	0.409	0.713	0.02	3,197.14	3,197.14
Bzta-2	3,198.73	3,198.73	3,197.93	1,200	0.80	0.180	0.409	0.02	3,197.95	3,197.95
Bzta-1	3,200.49	3,200.49	3,199.69	1,200	0.80	0.000	0.180	0.01	3,199.70	3,199.70
Bz-45	3,168.26	3,168.26	3,167.06	1,200	1.20	5.681	8.214	0.08	3,167.15	3,167.15
Bz-46	3,163.20	3,163.20	3,162.00	1,200	1.20	8.214	11.014	0.10	3,162.10	3,162.10
Bz-54	3,157.54	3,157.54	3,156.34	1,200	1.20	6.468	8.019	0.08	3,156.42	3,156.42

Tabla N° 46: Resultados de buzones del SEWERCAD V8I.

Fuente: propia.

4.2.6. Resultados de la recepción de buzones del SEWERCAD V8I.

Label	Elevation (Ground) (m)	Elevation (Invert) (m)	Depth (Structure) (m)	Hydraulic Grade (m)	Flow (Total Out) (L/s)
Bz-84	3,113.78	3,112.58	1.20	3,112.61	5.638
Bz-53	3,155.16	3,153.96	1.20	3,154.00	22.071
Bz-40	3,188.53	3,187.33	1.20	3,187.34	1.444

Tabla N° 47: Resultado de recepción de buzones del SEWERCAD V8I.
Fuente: propia.

4.2.7. Distribución de red de alcantarillado.

En el plano de Autocad se observa la red de alcantarillado del distrito de Bolívar y además la parte del barrio de San Juan se muestra el sentido del recorrido de las aguas residuales, en el plano se especifica las conexiones para los distintos flujos que existen y a la vez la descripción de cada buzón.

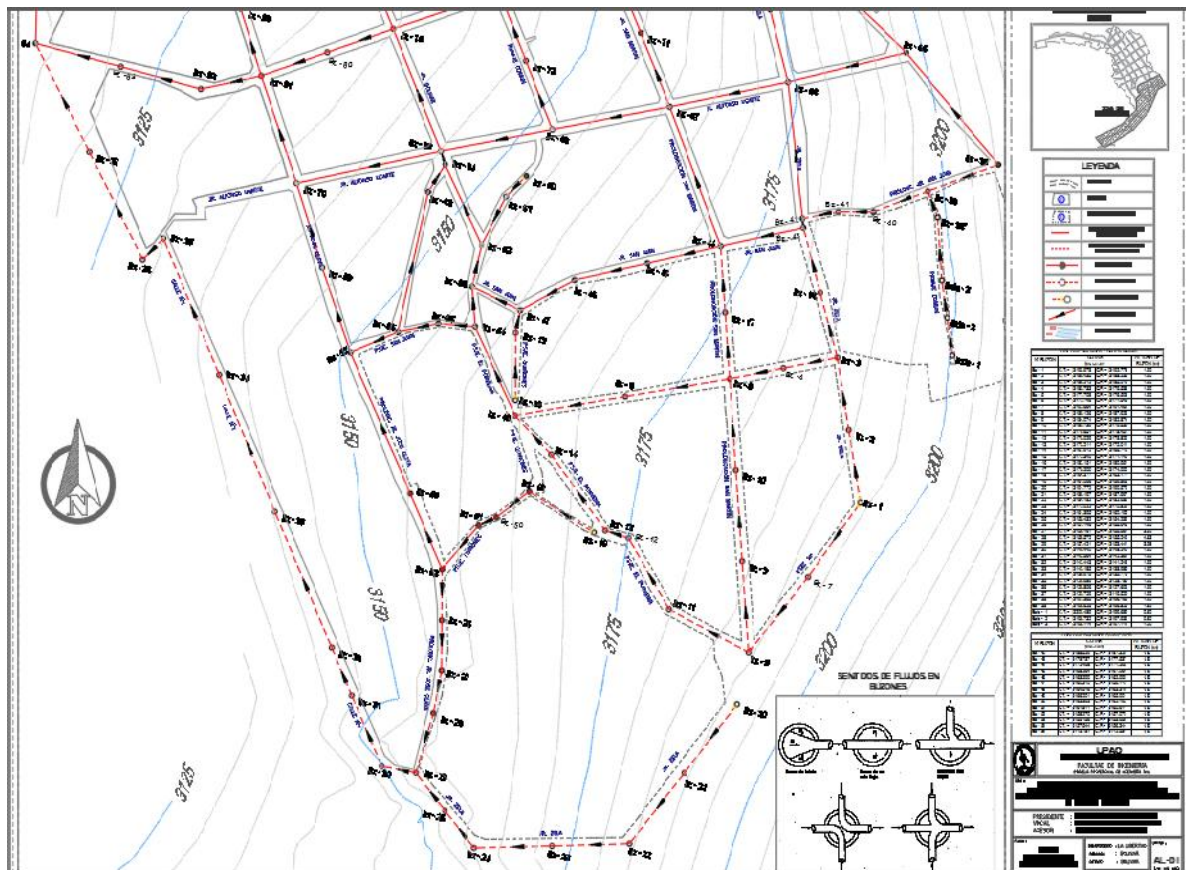


Ilustración 27: Diagrama de flujo de la red de alcantarillado.
Fuente: Planos Autocad.

En esta siguiente ilustración se presenta la distribución de la red de alcantarillado vista en planta, en la cual se diseñó las tuberías, los buzones, también se colocó el cuadro de las tubería y buzones y en cada tubería esta

su longitud, pendiente y el diámetro de la misma y los buzones con su cota de fondo y de terreno.

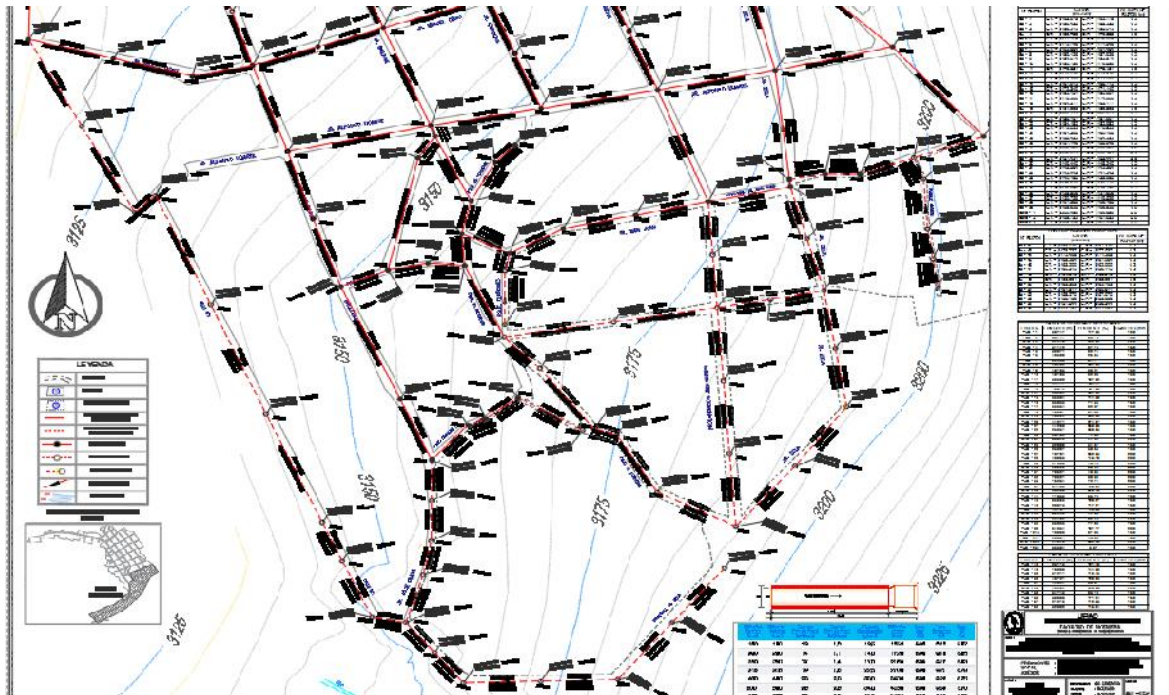


Ilustración 28: Distribución de la red de alcantarillado.
Fuente: Planos Autocad.

En estas laminas se presenta los perfiles de las alcantarillas en las diferentes calles del barrio San Juan, en las cuales se muestran las longitud y pendiente de las tuberías y buzones en vista de perfil y el recorrido que hace por las diferentes calles; están marcadas por progresivas para su mejor ubicación.

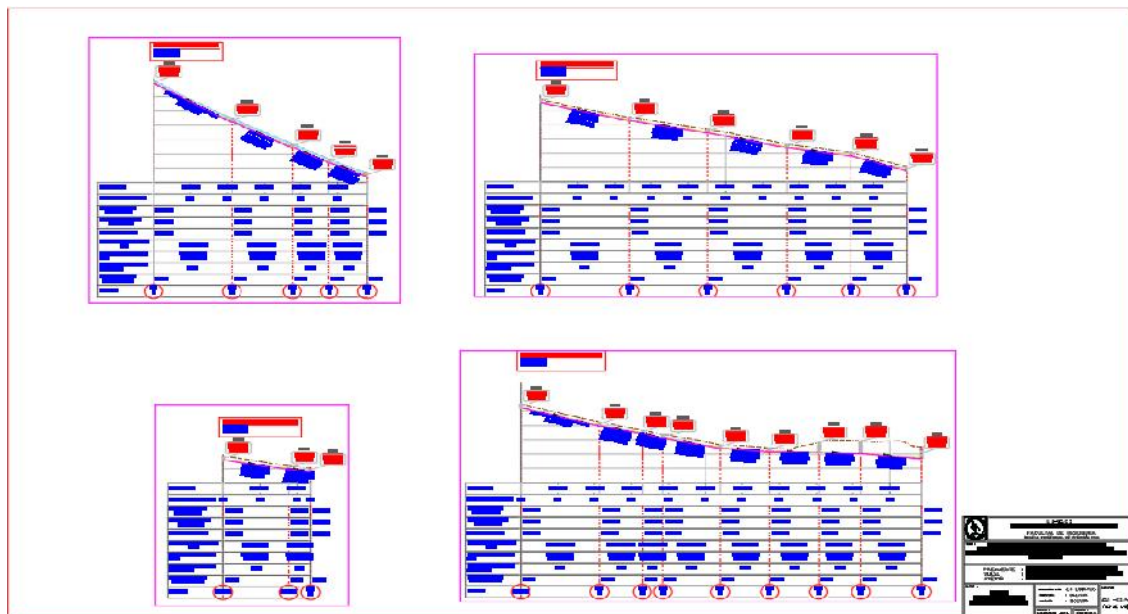


Ilustración 29: Perfil longitudinal de la red de alcantarillado 1.
Fuente: Planos Autocad.

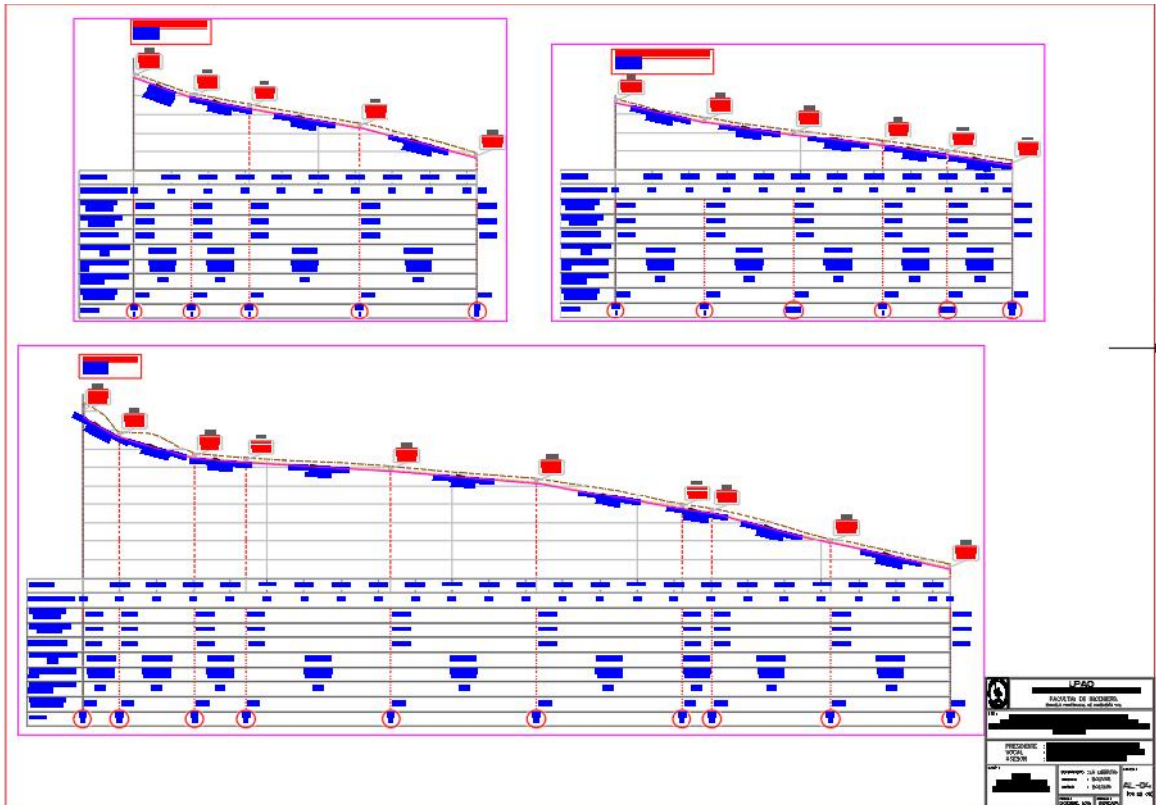


Ilustración 30: Perfil longitudinal de la red de agua alcantarillado 2.
 Fuente: Planos Autocad.

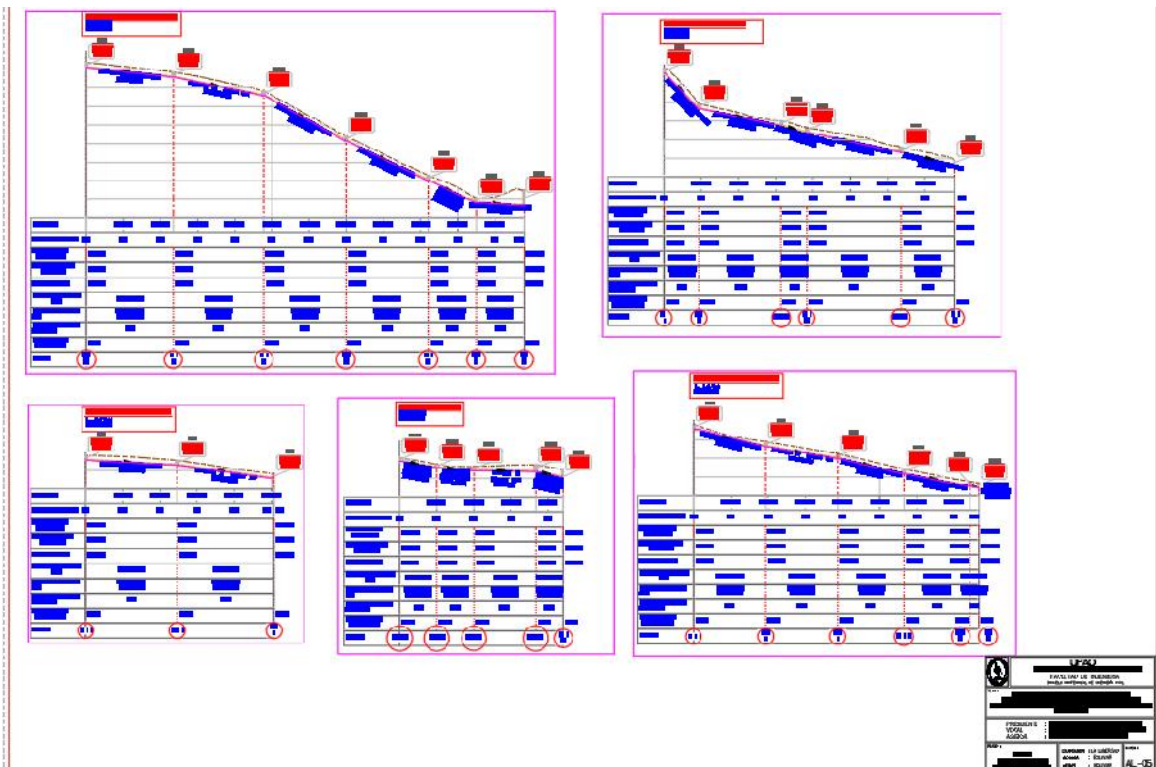


Ilustración 31: Perfil longitud de la red de alcantarillado 3.
 Fuente: Planos Autocad.

4.3. RESULTADOS DEL ESTUDIO HIDROLÓGICO.

4.3.1. Datos mensuales de precipitación en 24hs.

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Máximo
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1963	0.00	0.00	21.50	20.80	25.01	11.80	20.70	14.00	34.80	43.70	8.60	4.60	43.70
1964	33.00	11.50	15.80	2.90	4.50	5.50	0.00	16.10	40.50	0.00	0.00	0.00	40.50
1965	0.00	44.01	45.40	48.80	0.00	0.00	0.00	0.00	40.00	25.50	19.00	14.30	48.80
1966	16.50	9.60	29.30	5.00	6.00	1.80	9.20	0.00	0.00	14.20	14.70	26.20	29.30
1967	15.00	16.30	15.70	16.80	5.50	5.20	8.20	0.00	9.80	17.20	14.50	10.80	17.20
1968	14.50	25.10	14.60	13.50	5.60	0.00	5.20	19.50	19.50	21.50	8.50	11.80	25.10
1969	10.00	41.60	18.40	16.70	0.00	10.40	0.00	1.30	16.20	15.00	12.80	20.90	41.60
1970	23.20	8.20	18.50	21.80	12.50	8.50	3.40	3.60	11.30	25.70	15.60	15.30	25.70
1971	12.90	28.70	30.00	23.40	11.50	5.90	5.40	0.00	3.70	12.40	13.40	25.00	30.00
1972	14.60	21.00	34.20	48.20	7.20	4.50	0.00	20.60	11.70	11.20	14.60	57.60	57.60
1973	45.70	25.10	29.90	40.60	26.40	6.90	4.10	4.70	16.20	21.50	14.10	34.90	45.70
1974	17.00	12.60	34.20	9.50	0.00	15.60	0.00	0.00	10.90	18.00	15.00	8.80	34.20
1975	12.60	24.70	38.90	45.20	11.50	8.90	7.60	7.20	40.90	17.50	11.90	10.00	45.20
1976	24.10	15.40	23.50	11.80	20.30	0.00	0.00	0.00	0.00	38.80	13.70	16.40	38.80
1977	43.50	16.60	30.00	11.70	3.10	1.90	3.00	2.30	15.30	10.80	17.00	22.80	43.50
1978	5.50	14.00	18.20	8.60	14.60	0.00	4.00	0.00	6.10	17.60	19.20	12.80	19.20
1979	23.70	42.20	24.00	26.40	27.00	0.00	3.60	7.20	38.80	0.00	13.10	15.00	42.20
1980	10.00	15.10	31.10	17.50	9.10	0.00	0.00	1.90	1.50	16.40	23.60	26.60	31.10
1981	25.40	42.90	37.80	15.60	9.90	6.10	0.00	6.30	6.50	15.60	31.40	30.10	42.90
1982	16.40	27.00	33.00	10.00	9.40	0.00	0.00	0.00	12.40	24.30	17.70	21.60	33.00
1983	19.80	18.10	34.10	23.70	20.50	0.00	2.80	1.90	12.30	11.80	5.00	16.50	34.10
1984	25.70	35.90	35.30	17.60	20.20	2.00	9.40	7.70	16.20	17.80	9.60	11.30	35.90
1985	16.20	13.00	27.00	5.50	4.80	0.00	1.30	6.40	12.90	7.40	11.70	17.50	27.00
1986	12.30	18.00	20.70	23.60	8.90	9.00	1.20	15.40	1.20	3.60	11.70	15.60	23.60
1987	12.60	14.30	14.90	28.20	3.40	1.60	1.50	2.40	12.30	9.70	34.00	28.60	34.00
1988	31.10	31.60	19.40	20.10	1.60	5.50	1.10	1.00	7.50	18.80	10.00	18.50	31.60
1989	20.20	19.50	15.50	27.70	9.00	2.60	0.00	1.30	9.40	16.10	16.40	1.40	27.70
1990	45.30	13.60	28.00	34.20	10.40	10.10	0.00	30.50	2.00	13.00	25.90	27.50	45.30
1991	21.80	24.60	23.30	23.10	2.60	2.20	0.00	0.00	6.30	34.00	7.80	29.40	34.00
1992	15.60	6.60	21.50	17.50	7.00	6.10	2.00	6.80	32.00	19.80	5.80	35.50	35.50
1993	24.40	27.20	25.40	10.90	4.40	0.00	0.00	0.00	6.70	17.50	22.40	28.40	28.40
1994	19.00	40.30	22.50	23.90	8.70	2.10	0.00	0.00	8.80	30.70	21.60	10.80	40.30
1995	3.00	26.80	39.70	15.90	5.90	1.90	0.60	4.00	14.70	20.20	10.60	10.10	39.70
1996	12.40	24.10	17.30	18.20	2.80	2.70	0.00	1.80	13.00	19.80	9.10	9.20	24.10
1997	27.90	12.30	17.70	16.20	8.00	9.50	0.40	0.00	11.00	25.40	25.30	28.70	28.70
1998	23.80	34.30	27.80	25.00	47.70	1.30	0.00	0.70	9.10	12.00	8.20	18.50	47.70
1999	18.20	45.20	12.70	7.50	16.00	17.60	0.50	2.40	12.20	22.20	10.90	12.00	45.20
2000	19.10	21.80	23.20	9.70	8.10	11.40	7.60	2.20	14.60	3.00	17.50	19.60	23.20
2001	43.20	16.20	26.40	5.50	39.40	0.00	0.00	0.00	8.50	31.50	20.50	38.00	43.20
2002	13.30	19.10	23.40	29.60	5.20	0.50	3.50	0.00	11.90	20.20	19.80	29.80	29.80
2003	16.50	25.20	33.60	13.90	4.50	6.10	2.10	1.50	8.00	22.20	22.90	44.10	44.10
2004	14.20	26.10	24.80	32.20	7.50	3.20	2.00	1.30	8.20	18.70	18.40	37.20	37.20
2005	21.40	32.20	27.60	45.50	1.00	0.70	0.00	4.20	19.60	37.10	14.00	30.30	45.50
2006	46.80	19.00	48.90	21.30	3.30	10.80	1.50	4.40	44.30	18.40	35.80	38.30	48.90
2007	15.70	18.50	28.60	22.10	16.60	0.00	3.00	4.00	14.30	15.80	14.80	22.10	28.60
2008	23.70	24.10	17.30	18.40	8.90	9.20	0.00	2.50	10.00	32.70	29.20	44.20	44.20
2009	39.40	18.40	22.90	29.70	12.40	1.90	0.90	0.00	3.70	36.00	23.10	20.30	39.40
2010	12.60	34.30	22.80	18.40	22.40	3.70	4.50	0.00	10.40	12.50	12.60	18.60	34.30
2011	15.40	27.50	23.20	0.00	3.30	0.00	2.20	0.00	16.30	10.00	13.70	23.30	27.50
2012	48.00	28.50	39.10	16.20	22.60	7.50	0.00	2.00	10.50	16.70	29.60	18.30	48.00
2013	23.20	20.10	38.80	49.70	18.40	0.50	11.40	10.30	7.20	19.30	21.60	34.50	49.70
2014	11.80	42.00	16.10	32.80	26.40	5.50	12.10	9.20	16.20	14.90	27.60	29.70	42.00
2015	14.20	26.10	24.80	32.20	7.50	3.20	2.00	1.30	8.20	18.70	18.40	33.00	33.00
2016	21.40	32.20	27.60	45.50	1.00	0.70	0.00	4.20	19.60	37.10	14.00	30.30	45.50
2017	46.80	19.00	48.90	21.30	3.30	10.80	1.50	4.40	44.30	18.40	35.80	38.30	48.90
2018	18.20	32.10	12.70	7.50	16.00	17.60	0.50	2.40	12.20	22.20	10.90	12.00	32.10

Tabla N° 48: Tabla de precipitaciones mensuales de 24hs.
Fuente: propia.

Estos datos fueron obtenidos del SENAMHI, los cuales pertenecen a todos los meses de enero a diciembre desde el año 1963 al año 2018, con estos datos se obtuvo el máximo valor de la precipitación de cada año y luego se escogió el máximo valor de todos los años el cual está resaltado con otro color en la tabla N°48; También se representó en un gráfico todos los datos máximos anuales.

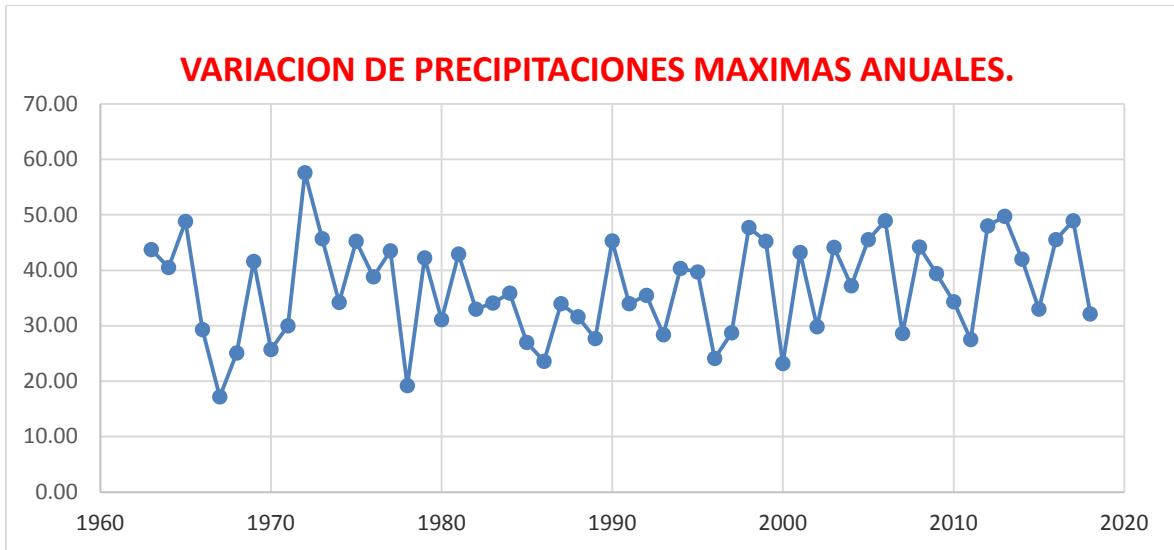


Gráfico N° 7: Variación de precipitaciones máximas anuales.
Fuente: propia.

4.3.2. Resultados de las precipitaciones con $t = 10$ años.

4.3.2.1. Datos del método de distribución normal con $t = 10$ años.

Ajuste de una serie de datos a la distribución Normal

Ingreso de datos:
Nota: Una vez que digite el dato, presionar ENTER.

N°	X
44	48.9
45	28.6
46	44.2
47	39.4
48	34.3
49	27.5
50	48.0
51	49.7
52	42.0
53	33.0
54	45.5
55	48.9
56	32.1
[?]	

Caudal de diseño: 48.27 m³/s
 Período de retorno (T): 10 años
 Probabilidad (P): %

Parámetros distribución normal:
 Con momentos ordinarios:
 De localización (Xm): 36.8429
 De escala (S): 8.9147
 Con momentos lineales:
 Media lineal (Xl): 36.8429
 Dev. Estandar (Sl): 9.0877

m	X	P(X)	F(Z) Ordinario	F(Z) Mom Lineal	Delta
1	17.2	0.0175	0.0138	0.0153	0.0038
2	19.2	0.0351	0.0239	0.0261	0.0112
3	23.2	0.0526	0.0630	0.0666	0.0103
4	23.6	0.0702	0.0687	0.0725	0.0015
5	24.1	0.0877	0.0764	0.0804	0.0113
6	25.1	0.1053	0.0939	0.0982	0.0114
7	25.7	0.1220	0.1057	0.1101	0.0171
8	27.0	0.1404	0.1348	0.1394	0.0056

Tipo de ajuste:
 Parámetros ordinarios
 Momentos lineales

Nivel significación:
 0.20
 0.10
 0.05
 0.01

Ajuste con momentos ordinarios:
 Como el delta teórico 0.0892, es menor que el delta tabular 0.1817. Los datos se ajustan a la distribución Normal, con un nivel de significación del 5%.

Archivos y resultados:
 Crear, Accesar, Excel, Reporte

Ilustración 32: Método distribución normal con $t = 10$ años.
Fuente: software HidroEsta.

4.3.2.2. Datos del método de distribución log-normal de 2 parámetros con t = 10 años.

Ajuste de una serie de datos a la distribución log-Normal de 2 parámetros

Ingreso de datos:
Nota: Una vez que digite el dato, presionar ENTER

N°	X
1	43.7
2	40.5
3	48.8
4	29.3
5	17.2
6	25.1
7	41.6
8	25.7
9	30.0
10	57.6
11	45.7
12	34.2
13	45.2
14	38.8

Caudal de diseño:
 Caudal (Q): 49.83 m³/s
 Período de retorno (T): 10 años
 Probabilidad (P): %

Parámetros distribución log-normal:
 Con momentos ordinarios:
 De escala (μy): 3.5752
 De forma (Sy): 0.2601
 Con momentos lineales:
 De escala (μyl): 3.5752
 De forma (Syl): 0.2602

Tipo de ajuste:
 Parámetros ordinarios
 Momentos lineales

Nivel significación:
 0.20
 0.10
 0.05
 0.01

Ajuste con momentos ordinarios:
 Como el delta teórico 0.1076, es menor que el delta tabular 0.1817. Los datos se ajustan a la distribución logNormal 2 parámetros, con un nivel de significación del 5%

m	X	P(X)	F(Z) Ordinario	F(Z) Mom Lineal	Delta
1	17.2	0.0175	0.0025	0.0025	0.0150
2	19.2	0.0351	0.0085	0.0086	0.0265
3	23.2	0.0526	0.0488	0.0488	0.0039
4	23.6	0.0702	0.0558	0.0558	0.0144
5	24.1	0.0877	0.0654	0.0655	0.0220
6	25.1	0.1053	0.0878	0.0879	0.0175
7	25.7	0.1228	0.1032	0.1033	0.0196
8	27.0	0.1404	0.1414	0.1415	0.0011

Archivos y resultados:
 Calcular, Graficar, Limpiar, Imprimir, Menú Principal, Crear, Accesar, Excel, Reporte

Ilustración 33: Método de distribución log-normal 2p con t = 10 años.
 Fuente: software HidroEsta.

4.3.2.3. Datos del método de distribución log-normal 3 parámetros con t = 10 años.

Ajuste de una serie de datos a la distribución log-Normal de 3 parámetros

Ingreso de datos:
Nota: Una vez que digite el dato, presionar ENTER

N°	X
1	43.7
2	40.5
3	48.8
4	29.3
5	17.2
6	25.1
7	41.6
8	25.7
9	30.0
10	57.6
11	45.7
12	34.2
13	45.2
14	38.8

Caudal de diseño:
 Caudal (Q): 48.30 m³/s
 Período de retorno (T): 10 años
 Probabilidad (P): %

Parámetros distribución log-normal:
 De posición (x0): -203.0485
 De escala (μy): 5.4795
 De forma (Sy): 0.0369

Nivel significación:
 0.20
 0.10
 0.05
 0.01

Ajuste con momentos ordinarios:
 Como el delta teórico 0.0948, es menor que el delta tabular 0.1817. Los datos se ajustan a la distribución logNormal 3 parámetros, con un nivel de significación del 5%

m	X	P(X)	Z	F(Z)	Delta
1	17.2	0.0175	-2.2941	0.0109	0.0067
2	19.2	0.0351	-2.0434	0.0202	0.0149
3	23.2	0.0526	-1.5666	0.0586	0.0060
4	23.6	0.0702	-1.5187	0.0644	0.0058
5	24.1	0.0877	-1.4591	0.0723	0.0154
6	25.1	0.1053	-1.3402	0.0901	0.0152
7	25.7	0.1228	1.2691	0.1022	0.0206
8	27.0	0.1404	-1.1157	0.1323	0.0081

Archivos y resultados:
 Calcular, Graficar, Limpiar, Imprimir, Menú Principal, Crear, Accesar, Excel, Reporte

Ilustración 34: Método de distribución de log-normal 3p con t = 10 años.
 Fuente: software HidroEsta.

4.3.2.4. Datos del método de distribución Gamma 2 parámetros con t = 10 años.

Ajuste de una serie de datos a la distribución Gamma de 2 parámetros

Ingreso de datos:
Nota: Una vez que digite el dato, presionar ENTER

N°	X
1	43.7
2	40.5
3	48.8
4	29.3
5	17.2
6	25.1
7	41.6
8	25.7
9	30.0
10	57.6
11	45.7
12	34.2
13	45.2
14	38.8

m	X	P(X)	G(Y) Ordinario	G(Y) Mom Lineal	Delta
1	17.2	0.0175	0.0044	0.0335	0.0132
2	19.2	0.0351	0.0116	0.0572	0.0235
3	23.2	0.0526	0.0510	0.1310	0.0016
4	23.6	0.0702	0.0575	0.1403	0.0126
5	24.1	0.0877	0.0664	0.1524	0.0213
6	25.1	0.1053	0.0869	0.1779	0.0184
7	25.7	0.1228	0.1009	0.1940	0.0219
8	27.0	0.1404	0.1359	0.2310	0.0045

Caudal de diseño:
 Caudal (Q): 49.00 m³/s
 Período de retorno (T): 10 años
 Probabilidad (P): %

Parámetros distribución Gamma 2 par:
Con momentos ordinarios:
 De forma (gamma): 16.0636
 De escala (beta): 2.2936
Con momentos lineales:
 De forma (gamma): 8.3523
 De escala (beta): 4.4111

Tipo de ajuste:
 Parámetros ordinarios
 Momentos lineales

Nivel significación:
 0.20
 0.10
 0.05
 0.01

Ajuste con momentos ordinarios:
 Como el delta teórico 0.1047, es menor que el delta tabular 0.1817. Los datos se ajustan a la distribución Gamma de 2 parámetros, con un nivel de significación del 5%

Archivos y resultados:
 Crear, Accesar, Excel, Reporte

Ilustración 35: Método de distribución gamma 2p con t = 10 años.
 Fuente: software HidroEsta.

4.3.2.5. Datos del método de distribución gamma 3 parámetros con t = 10 años.

Ajuste de una serie de datos a la distribución Gamma de 3 parámetros

Ingreso de datos:
Nota: Una vez que digite el dato, presionar ENTER

N°	X
1	43.7
2	40.5
3	48.8
4	29.3
5	17.2
6	25.1
7	41.6
8	25.7
9	30.0
10	57.6
11	45.7
12	34.2
13	45.2
14	38.8

m	X	P(X)	G(Y) Ordinario	G(Y) Mom Lineal	Delta
1	17.2	0.0175	0.0000	0.0101	0.0175
2	19.2	0.0351	0.0000	0.0196	0.0351
3	23.2	0.0526	0.0000	0.0600	0.0526
4	23.6	0.0702	0.0000	0.0662	0.0702
5	24.1	0.0877	0.0000	0.0745	0.0877
6	25.1	0.1053	0.0000	0.0934	0.1053
7	25.7	0.1228	0.0000	0.1061	0.1228
8	27.0	0.1404	0.0000	0.1377	0.1404

Caudal de diseño:
 Caudal (Q): 48.70 m³/s
 Período de retorno (T): 10 años
 Probabilidad (P): %

Parámetros distribución Gamma 3 par:
Momentos ordinarios:
 De posición (x0): 210.1133
 De forma (gamma): 377.7782
 De escala (beta): -1.4587
Momentos lineales:
 De posición (x0): -44.1546
 De forma (gamma): 79.1981
 De escala (beta): 1.0228

Tipo de ajuste:
 Parámetros ordinarios
 Momentos lineales

Nivel significación:
 0.20
 0.10
 0.05
 0.01

Ajuste con momentos ordinarios:
 Los parámetros: x0, gamma y B calculada por momentos ordinarios, son incorrectos, por lo que los datos no se ajustan a la distribución gamma de 3 parámetros

Archivos y resultados:
 Crear, Accesar, Excel, Reporte

Ilustración 36: Método de distribución gamma 3p con t = 10 años.
 Fuente: software HidroEsta.

4.3.2.6. Datos del método de distribución log-Pearson tipo III con $t = 10$ años.

Ajuste de una serie de datos a la distribución log-Pearson tipo III

Ingreso de datos:
Nota: Una vez que digite el dato, presionar ENTER

N°	X
1	43.7
2	40.5
3	48.8
4	29.3
5	17.2
6	25.1
7	41.6
8	25.7
9	30.0
10	57.6
11	45.7
12	34.2
13	45.2
14	38.8

m	X	P(X)	G(Y) Ordinario	G(Y) Mom Lineal	Delta
1	17.2	0.0175	0.0000	0.0000	0.0175
2	19.2	0.0351	0.0000	0.0000	0.0351
3	23.2	0.0526	0.0000	0.0000	0.0526
4	23.6	0.0702	0.0000	0.0000	0.0702
5	24.1	0.0877	0.0000	0.0000	0.0877
6	25.1	0.1053	0.0000	0.0000	0.1053
7	25.7	0.1228	0.0000	0.0000	0.1228
8	27.0	0.1404	0.0000	0.0000	0.1404

Caudal de diseño:
 Caudal (Q): 50.11 m³/s
 Período de retorno (T): 10 años
 Probabilidad (P): %
 Q=f(T) T=f(Q) P(Q<q) P(Q>q)

Parámetros distribución LogPearson3:
Momentos ordinarios:
 De posición (x0): 4.3914
 De forma (gamma): 9.8455
 De escala (beta): -0.0829
Momentos lineales:
 De posición (x0): 2.9585
 De forma (gamma): 5.3601
 De escala (beta): 0.1151

Tipo de ajuste:
 Parámetros ordinarios
 Momentos lineales

Nivel significación:
 0.20
 0.10
 0.05
 0.01

Ajuste con momentos ordinarios:
 Los parámetros: α_0 , gamma y β calculada por momentos ordinarios, son incorrectos, por lo que los datos no se ajustan a la distribución Log-Pearson tipo 3

Archivos y resultados:
 Crear Accesar Excel Reporte

01:14 27/07/2019

Ilustración 37: Método de distribución log-Pearson tipo III con $t = 10$ años.
 Fuente: software HidroEsta.

4.3.2.7. Datos del método de distribución Gumbel con $t = 10$ años.

Ajuste de una serie de datos a la distribución Gumbel

Ingreso de datos:
Nota: Una vez que digite el dato, presionar ENTER

N°	X
1	43.7
2	40.5
3	48.8
4	29.3
5	17.2
6	25.1
7	41.6
8	25.7
9	30.0
10	57.6
11	45.7
12	34.2
13	45.2
14	38.8

m	X	P(X)	G(Y) Ordinario	G(Y) Mom Lineal	Delta
1	17.2	0.0175	0.0001	0.0003	0.0175
2	19.2	0.0351	0.0008	0.0022	0.0343
3	23.2	0.0526	0.0184	0.0287	0.0343
4	23.6	0.0702	0.0230	0.0346	0.0472
5	24.1	0.0877	0.0298	0.0431	0.0579
6	25.1	0.1053	0.0478	0.0642	0.0575
7	25.7	0.1228	0.0614	0.0795	0.0614
8	27.0	0.1404	0.0989	0.1195	0.0415

Caudal de diseño:
 Caudal (Q): 48.47 m³/s
 Período de retorno (T): 10 años
 Probabilidad (P): %
 Q=f(T) T=f(Q) P(Q<q) P(Q>q)

Parámetros distribución Gumbel:
Con momentos ordinarios:
 De posición (μ): 32.8308
 De escala (alfa): 6.9508
Con momentos lineales:
 De posición (μ): 32.5732
 De escala (alfa): 7.397

Tipo de ajuste:
 Parámetros ordinarios
 Momentos lineales

Nivel significación:
 0.20
 0.10
 0.05
 0.01

Ajuste con momentos ordinarios:
 Como el delta teórico 0.1393, es menor que el delta tabular 0.1817. Los datos se ajustan a la distribución Gumbel, con un nivel de significación del 5%

Archivos y resultados:
 Crear Accesar Excel Reporte

Ilustración 38: Método de distribución Gumbel con $t = 10$ años.
 Fuente: software HidroEsta.

4.3.2.8. Datos del método de distribución log-Gumbel con $t = 10$ años.

Ajuste de una serie de datos a la distribución log-Gumbel o distribución de Fréchet

Ingreso de datos:
Nota: Una vez que digite el dato, presionar ENTER.

N°	X
1	43.7
2	40.5
3	48.8
4	29.3
5	17.2
6	25.1
7	41.6
8	25.7
9	30.0
10	57.6
11	45.7
12	34.2
13	45.2
14	38.8

Caudal de diseño:
 Caudal (Q): 50.13 m³/s
 Período de retorno (T): 10 años
 Probabilidad (P): %

Parámetros distribución logGumbel:
 Con momentos ordinarios:
 De posición (μ): 3.4581
 De escala (alfa): 0.2028
 Con momentos lineales:
 De posición (μ): 3.4529
 De escala (alfal): 0.2118

Tipo de ajuste:
 Parámetros ordinarios
 Momentos lineales

Nivel significación:
 0.20
 0.10
 0.05
 0.01

Ajuste con momentos ordinarios:
 Como el delta teórico 0.1641, es menor que el delta tabular 0.1817. Los datos se ajustan a la distribución logGumbel, con un nivel de significación del 5%

m	X	P(X)	G(Y) Ordinario	G(Y) Mom Lineal	Delta
1	17.2	0.0175	0.0000	0.0000	0.0175
2	19.2	0.0351	0.0000	0.0000	0.0351
3	23.2	0.0526	0.0091	0.0136	0.0436
4	23.6	0.0702	0.0133	0.0190	0.0569
5	24.1	0.0877	0.0203	0.0276	0.0674
6	25.1	0.1053	0.0412	0.0517	0.0641
7	25.7	0.1228	0.0585	0.0706	0.0643
8	27.0	0.1404	0.1080	0.1225	0.0324

Archivos y resultados:
 Crear, Accesar, Excel, Reporte

Ilustración 39: Método de distribución log-Gumbel con $t = 10$ años.
 Fuente: software HidroEsta.

4.3.3. Resultados de las precipitaciones con $t = 25$ años.

4.3.3.1. Datos del método de distribución normal con $t = 25$ años.

Ajuste de una serie de datos a la distribución Normal

Ingreso de datos:
Nota: Una vez que digite el dato, presionar ENTER.

N°	X
44	48.9
45	28.6
46	44.2
47	39.4
48	34.3
49	27.5
50	48.0
51	49.7
52	42.0
53	33.0
54	45.5
55	48.9
56	32.1

Caudal de diseño:
 Caudal (Q): 52.45 m³/s
 Período de retorno (T): 25 años
 Probabilidad (P): %

Parámetros distribución normal:
 Con momentos ordinarios:
 De localización (μ): 36.8429
 De escala (S): 8.9147
 Con momentos lineales:
 Media lineal (\bar{X}): 36.8429
 Des. Estándar (S): 9.0877

Tipo de ajuste:
 Parámetros ordinarios
 Momentos lineales

Nivel significación:
 0.20
 0.10
 0.05
 0.01

Ajuste con momentos ordinarios:
 Como el delta teórico 0.0892, es menor que el delta tabular 0.1017. Los datos se ajustan a la distribución Normal, con un nivel de significación del 5%

m	X	P(X)	F(Z) Ordinario	F(Z) Mom Lineal	Delta
1	17.2	0.0175	0.0138	0.0153	0.0038
2	19.2	0.0351	0.0239	0.0261	0.0112
3	23.2	0.0526	0.0630	0.0666	0.0103
4	23.6	0.0702	0.0687	0.0725	0.0015
5	24.1	0.0877	0.0764	0.0804	0.0113
6	25.1	0.1053	0.0939	0.0982	0.0114
7	25.7	0.1228	0.1057	0.1101	0.0171
8	27.0	0.1404	0.1348	0.1394	0.0056

Archivos y resultados:
 Crear, Accesar, Excel, Reporte

Ilustración 40: Método de distribución normal con $t = 25$ años.
 Fuente: software HidroEsta.

4.3.3.2. Datos del método de distribución log-normal de 2 parámetros con t = 25años.

Ajuste de una serie de datos a la distribución log-Normal de 2 parámetros

Ingreso de datos:
Nota: Una vez que digite el dato, presionar ENTER

N°	X
1	43.7
2	40.5
3	48.8
4	29.3
5	17.2
6	25.1
7	41.6
8	25.7
9	30.0
10	57.6
11	45.7
12	34.2
13	45.2
14	38.8

Caudal de diseño:
 Caudal (Q): 56.30 m³/s
 Período de retorno (T): 25 años
 Probabilidad (P): %

Parámetros distribución log-normal:
 Con momentos ordinarios:
 De escala (μy): 3.5752
 De forma (Sy): 0.2601
 Con momentos lineales:
 De escala (μyl): 3.5752
 De forma (Syl): 0.2602

Tipo de ajuste:
 Parámetros ordinarios
 Momentos lineales

Nivel significación:
 0.20
 0.10
 0.05
 0.01

Ajuste con momentos ordinarios:
 Como el delta teórico 0.1076, es menor que el delta tabular 0.1817. Los datos se ajustan a la distribución logNormal 2 parámetros, con un nivel de significación del 5%

m	X	P(X)	F(Z) Ordinario	F(Z) Mom Lineal	Delta
1	17.2	0.0175	0.0025	0.0025	0.0150
2	19.2	0.0351	0.0085	0.0086	0.0265
3	23.2	0.0526	0.0488	0.0488	0.0039
4	23.6	0.0702	0.0558	0.0558	0.0144
5	24.1	0.0877	0.0654	0.0655	0.0223
6	25.1	0.1053	0.0878	0.0879	0.0175
7	25.7	0.1220	0.1032	0.1033	0.0106
8	27.0	0.1404	0.1414	0.1415	0.0011

Archivos y resultados:
 Crear, Accesar, Excel, Reporte

Ilustración 41: Método de distribución log-normal con 2 parámetros con t =25años.
 Fuente: software HidroEsta.

4.3.3.3. Datos del método de distribución log-normal 3 parámetros con t = 25años.

Ajuste de una serie de datos a la distribución log-Normal de 3 parámetros

Ingreso de datos:
Nota: Una vez que digite el dato, presionar ENTER

N°	X
1	43.7
2	40.5
3	48.8
4	29.3
5	17.2
6	25.1
7	41.6
8	25.7
9	30.0
10	57.6
11	45.7
12	34.2
13	45.2
14	38.8

Caudal de diseño:
 Caudal (Q): 48.30 m³/s
 Período de retorno (T): 10 años
 Probabilidad (P): %

Parámetros distribución log-normal:
 De posición (x0): -203.0485
 De escala (μy): 5.4795
 De forma (Sy): 0.0369

Nivel significación:
 0.20
 0.10
 0.05
 0.01

Ajuste con momentos ordinarios:
 Como el delta teórico 0.0948, es menor que el delta tabular 0.1817. Los datos se ajustan a la distribución logNormal 3 parámetros, con un nivel de significación del 5%

m	X	P(X)	Z	F(Z)	Delta
1	17.2	0.0175	-2.2941	0.0109	0.0067
2	19.2	0.0351	-2.0494	0.0202	0.0149
3	23.2	0.0526	-1.5666	0.0586	0.0060
4	23.6	0.0702	-1.5187	0.0644	0.0058
5	24.1	0.0877	-1.4591	0.0723	0.0154
6	25.1	0.1053	-1.3402	0.0901	0.0152
7	25.7	0.1228	-1.2691	0.1022	0.0206
8	27.0	0.1404	-1.1157	0.1323	0.0081

Archivos y resultados:
 Crear, Accesar, Excel, Reporte

Ilustración 42: Método de distribución log-normal con 3 parámetros con t =25años.
 Fuente: software HidroEsta.

4.3.3.4. Datos del método de distribución Gamma 2 parámetros con t = 25años.

Ajuste de una serie de datos a la distribución Gamma de 2 parámetros

Ingreso de datos:
Nota: Una vez que digite el dato, presionar ENTER

N°	X
1	43.7
2	40.5
3	48.8
4	29.3
5	17.2
6	25.1
7	41.6
8	25.7
9	30.0
10	57.6
11	45.7
12	34.2
13	45.2
14	38.8

m	X	P(X)	G(Y) Ordinario	G(Y) Mom Lineal	Delta
1	17.2	0.0175	0.0044	0.0335	0.0132
2	19.2	0.0351	0.0116	0.0572	0.0235
3	23.2	0.0526	0.0510	0.1310	0.0016
4	23.6	0.0702	0.0575	0.1403	0.0126
5	24.1	0.0877	0.0664	0.1524	0.0213
6	25.1	0.1053	0.0869	0.1779	0.0184
7	25.7	0.1228	0.1009	0.1940	0.0219
8	27.0	0.1404	0.1359	0.2310	0.0045

Caudal de diseño:
Caudal (Q): 54.39 m³/s
Período de retorno (T): 25 años
Probabilidad (P): %

Parámetros distribución Gamma 2 par:
Con momentos ordinarios:
De forma (gamma): 16.0636
De escala (beta): 2.2936
Con momentos lineales:
De forma (gamma): 8.3523
De escala (beta): 4.4111

Tipo de ajuste:
 Parámetros ordinarios
 Momentos lineales

Nivel significación:
 0.20
 0.10
 0.05
 0.01

Ajuste con momentos ordinarios:
Como el delta teórico 0.1047, es menor que el delta tabular 0.1817. Los datos se ajustan a la distribución Gamma de 2 parámetros, con un nivel de significación del 5%

Archivos y resultados:
Calcular, Graficar, Limpiar, Imprimir, Menú Principal, Crear, Accesar, Excel, Reporte

Ilustración 43: Método de distribución gamma con 2 parámetros con t=25años.
Fuente: software HidroEsta.

4.3.3.5. Datos del método de distribución gamma 3 parámetros con t = 25años.

Ajuste de una serie de datos a la distribución Gamma de 3 parámetros

Ingreso de datos:
Nota: Una vez que digite el dato, presionar ENTER

N°	X
1	43.7
2	40.5
3	48.8
4	29.3
5	17.2
6	25.1
7	41.6
8	25.7
9	30.0
10	57.6
11	45.7
12	34.2
13	45.2
14	38.8

m	X	P(X)	G(Y) Ordinario	G(Y) Mom Lineal	Delta
1	17.2	0.0175	0.0000	0.0101	0.0175
2	19.2	0.0351	0.0000	0.0196	0.0351
3	23.2	0.0526	0.0000	0.0600	0.0526
4	23.6	0.0702	0.0000	0.0662	0.0702
5	24.1	0.0877	0.0000	0.0745	0.0877
6	25.1	0.1053	0.0000	0.0934	0.1053
7	25.7	0.1228	0.0000	0.1061	0.1228
8	27.0	0.1404	0.0000	0.1377	0.1404

Caudal de diseño:
Caudal (Q): 53.45 m³/s
Período de retorno (T): 25 años
Probabilidad (P): %

Parámetros distribución Gamma 3 par:
Momentos ordinarios:
De posición (x0): 210.1133
De forma (gamma): 377.7782
De escala (beta): -0.4587
Momentos lineales:
De posición (x0): -44.1546
De forma (gamma): 79.1881
De escala (beta): 1.0228

Tipo de ajuste:
 Parámetros ordinarios
 Momentos lineales

Nivel significación:
 0.20
 0.10
 0.05
 0.01

Ajuste con momentos ordinarios:
Los parámetros: X₀, gamma y β calculada por momentos ordinarios, son incorrectos, por lo que los datos no se ajustan a la distribución gamma de 3 parámetros

Archivos y resultados:
Calcular, Graficar, Limpiar, Imprimir, Menú Principal, Crear, Accesar, Excel, Reporte

Ilustración 44: Método de distribución gamma con 3 parámetros con t=25años.
Fuente: software HidroEsta.

4.3.3.6. Datos del método de distribución log-Pearson tipo III con $t = 25$ años.

Ajuste de una serie de datos a la distribución log-Pearson tipo III

Ingreso de datos:
Nota: Una vez que digite el dato, presionar **FNTER**

N*	X
1	43.7
2	40.5
3	48.8
4	29.3
5	17.2
6	25.1
7	41.6
8	25.7
9	30.0
10	57.6
11	45.7
12	34.2
13	45.2
14	38.8

m	X	P(X)	G(Y) Ordinario	G(Y) Mom Lineal	Delta
1	17.2	0.0175	0.0000	0.0000	0.0175
2	19.2	0.0351	0.0000	0.0000	0.0351
3	23.2	0.0526	0.0000	0.0000	0.0526
4	23.6	0.0702	0.0000	0.0000	0.0702
5	24.1	0.0877	0.0000	0.0000	0.0877
6	25.1	0.1053	0.0000	0.0000	0.1053
7	25.7	0.1228	0.0000	0.0000	0.1228
8	27.0	0.1404	0.0000	0.0000	0.1404

Caudal de diseño:
 Caudal (Q): 63.56 m³/s
 Período de retorno (T): 25 años
 Probabilidad (P): %

Parámetros distribución LogPearson3:
Momentos ordinarios:
 De posición (x0): 4.3914
 De forma (gamma): 9.8455
 De escala (beta): -0.0020
Momentos lineales:
 De posición (x0): 2.9585
 De forma (gamma): 5.3601
 De escala (beta): 0.1151

Tipo de ajuste:
 Parámetros ordinarios
 Momentos lineales

Nivel significación:
 0.20
 0.10
 0.05
 0.01

Ajuste con momentos ordinarios:
 Los parámetros: X₀, gamma y β calculada por momentos ordinarios, son incorrectos, por lo que los datos no se ajustan a la distribución Log-Pearson tipo 3

Archivos y resultados:
 Crear, Accesar, Excel, Reporte

Calcula, Graficar, Limpiar, Imprimir, Menú Principal

Ilustración 45: Método de distribución log-Pearson tipo III con $t = 25$ años.
 Fuente: software HidroEsta.

4.3.3.7. Datos del método de distribución Gumbel con $t = 25$ años.

Ajuste de una serie de datos a la distribución Gumbel

Ingreso de datos:
Nota: Una vez que digite el dato, presionar **ENTER**

N*	X
1	43.7
2	40.5
3	48.8
4	29.3
5	17.2
6	25.1
7	41.6
8	25.7
9	30.0
10	57.6
11	45.7
12	34.2
13	45.2
14	38.8

m	X	P(X)	G(Y) Ordinario	G(Y) Mom Lineal	Delta
1	17.2	0.0175	0.0001	0.0003	0.0175
2	19.2	0.0351	0.0008	0.0022	0.0343
3	23.2	0.0526	0.0184	0.0287	0.0343
4	23.6	0.0702	0.0230	0.0346	0.0472
5	24.1	0.0877	0.0298	0.0431	0.0579
6	25.1	0.1053	0.0478	0.0642	0.0575
7	25.7	0.1228	0.0614	0.0795	0.0614
8	27.0	0.1404	0.0989	0.1195	0.0415

Caudal de diseño:
 Caudal (Q): 55.06 m³/s
 Período de retorno (T): 25 años
 Probabilidad (P): %

Parámetros distribución Gumbel:
Con momentos ordinarios:
 De posición (μ): 32.8308
 De escala (alfa): 6.9508
Con momentos lineales:
 De posición (μ): 32.5732
 De escala (alfa): 7.397

Tipo de ajuste:
 Parámetros ordinarios
 Momentos lineales

Nivel significación:
 0.20
 0.10
 0.05
 0.01

Ajuste con momentos ordinarios:
 Como el delta teórico 0.1393, es menor que el delta tabular 0.1817. Los datos se ajustan a la distribución Gumbel, con un nivel de significación del 5%

Archivos y resultados:
 Crear, Accesar, Excel, Reporte

Calcula, Graficar, Limpiar, Imprimir, Menú Principal

Ilustración 46: Método de distribución Gumbel con $t = 25$ años.
 Fuente: software HidroEsta.

4.3.3.8. Datos del método de distribución log-Gumbel con t = 25años.

Ajuste de una serie de datos a la distribución log-Gumbel o distribución de Fréchet

Ingreso de datos:
Nota: Una vez que digite el dato, presionar ENTER

N°	X
1	43.7
2	40.5
3	48.8
4	29.3
5	17.2
6	25.1
7	41.6
8	25.7
9	30.0
10	57.6
11	45.7
12	34.2
13	45.2
14	38.8

Caudal de diseño:
 Caudal (Q): 60.76 m³/s
 Período de retorno (T): 25 años
 Probabilidad (P): %

Parámetros distribución logGumbel:
 Con momentos ordinarios:
 De posición (μ): 3.4581
 De escala (alfa): 0.2028
 Con momentos lineales:
 De posición (μl): 3.4529
 De escala (alfa): 0.2118

Tipo de ajuste:
 Parámetros ordinarios
 Momentos lineales

Nivel significación:
 0.20
 0.10
 0.05
 0.01

Ajuste con momentos ordinarios:
 Como el delta teórico 0.1641, es menor que el delta tabular 0.1817. Los datos se ajustan a la distribución logGumbel, con un nivel de significación del 5%.

m	X	P(X)	G(Y) Ordinario	G(Y) Mom Lineal	Delta
1	17.2	0.0175	0.0000	0.0000	0.0175
2	19.2	0.0351	0.0000	0.0000	0.0351
3	23.2	0.0526	0.0091	0.0136	0.0436
4	23.6	0.0702	0.0133	0.0190	0.0569
5	24.1	0.0877	0.0203	0.0276	0.0674
6	25.1	0.1053	0.0412	0.0517	0.0641
7	25.7	0.1228	0.0585	0.0706	0.0643
8	27.0	0.1404	0.1080	0.1225	0.0324

Archivos y resultados:
 Crear, Accesar, Excel, Reporte

Calcular, Graficar, Limpiar, Imprimir, Menú Principal

Ilustración 47:Método de distribución log-Gumbel con t = 25años.
Fuente: software HidroEsta.

Estos datos fueron utilizados en el HidroEsta, donde se colocó las precipitaciones en lugar de los caudales, ya que este programa nos ayuda como métodos estadísticos, y nos permite corroborar el que el delta teórico es menor al delta tabular, esto quiere decir que se ajustan los métodos para el periodo de 10 y 25 años con un nivel de significación del 5%.

4.3.4. Tabla de resultados de los diferentes y periodos.

Estos son los resultados de los diferentes métodos estadísticos para la distribución del cálculo de precipitaciones en (mm), estos se realizaron con diferentes periodos en 10 y 25 años. Con estos datos obtuvimos la precipitación máxima en 24hs, el cual se escogió el método de log-Pearson tipo III, ya que es con el que más se trabaja y este dato es P= 63.56mm. Con este dato se evaluará el perfil SCS tipo II.

METODO	PERIODO	
	10	25
NORMAL	48.27	52.45
LOG NORMAL 2 P	49.83	56.30
LOG NORMAL 3 P	48.30	48.30
GAMMA 2P	49.00	54.39
GAMMA 3P	48.70	53.45
LOG PEARSON T III	50.11	63.56
GUMBEL	48.47	55.06
LOG GUMBEL	50.13	60.76

Tabla N° 49: Resultados de los métodos de distribución.

Fuente: propia.

4.3.5. Resultados del perfil SCS tipo II.

Para esta grafica de curva-intensidad-duración-frecuencia para lluvia máxima. Sin embargo, al no tener mucha información pluviográfica, se trata de armar una ecuación a partir de los datos obtenidos de las precipitaciones y el tiempo en el que fueron tomados, por tal caso se tabula la duración de 24 hs, para utilizar esos datos en la tabla y conseguir la ecuación.

```

name=Type II 24-hr Tabular
timeunits=hours
depthunits=inches
duration=24
comment=Type II 24-hour tabular mass curve 1982
smoothing=false
depth=.0000 .0010 .0020 .0030 .0041 .0051 .0062 .0072 .0083 .0094
depth=.0105 .0116 .0127 .0138 .0150 .0161 .0173 .0184 .0196 .0208
depth=.0220 .0232 .0244 .0257 .0269 .0281 .0294 .0306 .0319 .0332
depth=.0345 .0358 .0371 .0384 .0398 .0411 .0425 .0439 .0452 .0466
depth=.0480 .0494 .0508 .0523 .0538 .0553 .0568 .0583 .0598 .0614
depth=.0630 .0646 .0662 .0679 .0696 .0712 .0730 .0747 .0764 .0782
depth=.0800 .0818 .0836 .0855 .0874 .0892 .0912 .0931 .0950 .0970
depth=.0990 .1010 .1030 .1051 .1072 .1093 .1114 .1135 .1156 .1178
depth=.1200 .1222 .1246 .1270 .1296 .1322 .1350 .1379 .1408 .1438
depth=.1470 .1502 .1534 .1566 .1598 .1630 .1663 .1697 .1733 .1771
depth=.1810 .1851 .1895 .1941 .1989 .2040 .2094 .2152 .2214 .2280
depth=.2350 .2427 .2513 .2609 .2715 .2830 .3068 .3544 .4308 .5679
depth=.6630 .6820 .6986 .7130 .7252 .7350 .7434 .7514 .7588 .7656
depth=.7720 .7780 .7836 .7890 .7942 .7990 .8036 .8080 .8122 .8162
depth=.8200 .8237 .8273 .8308 .8342 .8376 .8409 .8442 .8474 .8505
depth=.8535 .8565 .8594 .8622 .8649 .8676 .8702 .8728 .8753 .8777
depth=.8800 .8823 .8845 .8868 .8890 .8912 .8934 .8955 .8976 .8997
depth=.9018 .9038 .9058 .9078 .9097 .9117 .9136 .9155 .9173 .9192
depth=.9210 .9228 .9245 .9263 .9280 .9297 .9313 .9330 .9346 .9362
depth=.9377 .9393 .9408 .9423 .9438 .9452 .9466 .9480 .9493 .9507
depth=.9520 .9533 .9546 .9559 .9572 .9584 .9597 .9610 .9622 .9635
depth=.9647 .9660 .9672 .9685 .9697 .9709 .9722 .9734 .9746 .9758
depth=.9770 .9782 .9794 .9806 .9818 .9829 .9841 .9853 .9864 .9876
depth=.9887 .9899 .9910 .9922 .9933 .9944 .9956 .9967 .9978 .9989
depth=1.000

```

Ilustración 48: Tabulación de 24hs.
Fuente: propia.

Tiempo	Pinter	Pacum	i (mm/h)
6	8.714	8.714	87.14
12	6.045	14.759	73.79
18	4.856	19.615	65.38
24	3.025	22.640	56.60
30	1.513	24.153	48.31
36	1.208	25.360	42.27
42	1.055	26.416	37.74
48	0.915	27.331	34.16
54	0.775	28.106	31.23
60	0.731	28.837	28.84
66	0.674	29.511	26.83
72	0.623	30.134	25.11
78	0.610	30.744	23.65
84	0.547	31.291	22.35
90	0.534	31.824	21.22
96	0.508	32.333	20.21
102	0.489	32.822	19.31
108	0.470	33.293	18.50
114	0.445	33.738	17.76
120	0.432	34.170	17.08
126	0.419	34.589	16.47
132	0.407	34.996	15.91
138	0.394	35.390	15.39
144	0.381	35.772	14.90
150	0.369	36.140	14.46
156	0.356	36.496	14.04
162	0.343	36.839	13.64
168	0.343	37.183	13.28
174	0.331	37.513	12.94
180	0.324	37.837	12.61
186	0.305	38.142	12.30
192	0.305	38.447	12.01
198	0.292	38.740	11.74
204	0.292	39.032	11.48
210	0.280	39.312	11.23
216	0.280	39.592	11.00
222	0.267	39.858	10.77
228	0.261	40.119	10.56
234	0.254	40.373	10.35
240	0.248	40.621	10.16
246	0.242	40.863	9.97
252	0.242	41.104	9.79
258	0.235	41.339	9.61

264	0.229	41.568	9.45
270	0.229	41.797	9.29
276	0.222	42.020	9.13
282	0.216	42.236	8.99
288	0.216	42.452	8.84
294	0.216	42.668	8.71
300	0.210	42.878	8.58
306	0.210	43.087	8.45
312	0.210	43.297	8.33
318	0.203	43.500	8.21
324	0.203	43.704	8.09
330	0.203	43.907	7.98
336	0.203	44.111	7.88
342	0.203	44.314	7.77
348	0.203	44.517	7.68
354	0.203	44.721	7.58
360	0.197	44.918	7.49
366	0.191	45.109	7.39
372	0.191	45.299	7.31
378	0.191	45.490	7.22
384	0.184	45.674	7.14
390	0.184	45.859	7.06
396	0.184	46.043	6.98
402	0.178	46.221	6.90
408	0.178	46.399	6.82
414	0.172	46.570	6.75
420	0.172	46.742	6.68
426	0.165	46.907	6.61
432	0.165	47.073	6.54
438	0.165	47.238	6.47
444	0.165	47.403	6.41
450	0.159	47.562	6.34
456	0.153	47.714	6.28
462	0.153	47.867	6.22
468	0.153	48.020	6.16
474	0.146	48.166	6.10
480	0.146	48.312	6.04
486	0.146	48.458	5.98
492	0.140	48.598	5.93
498	0.140	48.738	5.87
504	0.140	48.878	5.82
510	0.140	49.017	5.77
516	0.140	49.157	5.72
522	0.140	49.297	5.67

528	0.140	49.437	5.62
534	0.133	49.570	5.57
540	0.133	49.704	5.52
546	0.133	49.837	5.48
552	0.133	49.971	5.43
558	0.133	50.104	5.39
564	0.133	50.238	5.34
570	0.133	50.371	5.30
576	0.133	50.505	5.26
582	0.133	50.638	5.22
588	0.133	50.772	5.18
594	0.127	50.899	5.14
600	0.127	51.026	5.10
606	0.127	51.153	5.06
612	0.127	51.280	5.03
618	0.127	51.407	4.99
624	0.127	51.534	4.96
630	0.127	51.662	4.92
636	0.127	51.789	4.89
642	0.127	51.916	4.85
648	0.121	52.037	4.82
654	0.121	52.157	4.79
660	0.121	52.278	4.75
666	0.121	52.399	4.72
672	0.121	52.520	4.69
678	0.121	52.640	4.66
684	0.121	52.761	4.63
690	0.121	52.882	4.60
696	0.114	52.996	4.57
702	0.114	53.111	4.54
708	0.114	53.225	4.51
714	0.114	53.340	4.48
720	0.114	53.454	4.45
726	0.114	53.568	4.43
732	0.114	53.683	4.40
738	0.114	53.797	4.37
744	0.114	53.912	4.35
750	0.114	54.026	4.32
756	0.108	54.134	4.30
762	0.108	54.242	4.27
768	0.108	54.350	4.25
774	0.108	54.458	4.22
780	0.108	54.566	4.20
786	0.108	54.674	4.17

792	0.108	54.782	4.15
798	0.108	54.890	4.13
804	0.102	54.992	4.10
810	0.102	55.094	4.08
816	0.102	55.196	4.06
822	0.102	55.297	4.04
828	0.102	55.399	4.01
834	0.102	55.501	3.99
840	0.102	55.602	3.97
846	0.102	55.704	3.95
852	0.102	55.806	3.93
858	0.095	55.901	3.91
864	0.095	55.996	3.89
870	0.095	56.092	3.87
876	0.095	56.187	3.85
882	0.095	56.282	3.83
888	0.095	56.378	3.81
894	0.095	56.473	3.79
900	0.095	56.568	3.77
906	0.095	56.664	3.75
912	0.095	56.759	3.73
918	0.089	56.848	3.72
924	0.089	56.937	3.70
930	0.089	57.026	3.68
936	0.089	57.115	3.66
942	0.089	57.204	3.64
948	0.089	57.293	3.63
954	0.089	57.382	3.61
960	0.089	57.471	3.59
966	0.089	57.560	3.58
972	0.089	57.649	3.56
978	0.089	57.738	3.54
984	0.083	57.821	3.53
990	0.083	57.903	3.51
996	0.083	57.986	3.49
1002	0.083	58.068	3.48
1008	0.083	58.151	3.46
1014	0.083	58.234	3.45
1020	0.083	58.316	3.43
1026	0.083	58.399	3.42
1032	0.083	58.482	3.40
1038	0.083	58.564	3.39
1044	0.083	58.647	3.37
1050	0.083	58.729	3.36

1056	0.083	58.812	3.34
1062	0.083	58.895	3.33
1068	0.083	58.977	3.31
1074	0.083	59.060	3.30
1080	0.083	59.143	3.29
1086	0.083	59.225	3.27
1092	0.083	59.308	3.26
1098	0.083	59.390	3.25
1104	0.083	59.473	3.23
1110	0.083	59.556	3.22
1116	0.076	59.632	3.21
1122	0.076	59.708	3.19
1128	0.076	59.785	3.18
1134	0.076	59.861	3.17
1140	0.076	59.937	3.15
1146	0.076	60.013	3.14
1152	0.076	60.090	3.13
1158	0.076	60.166	3.12
1164	0.076	60.242	3.11
1170	0.076	60.318	3.09
1176	0.076	60.395	3.08
1182	0.076	60.471	3.07
1188	0.076	60.547	3.06
1194	0.076	60.624	3.05
1200	0.076	60.700	3.03
1206	0.076	60.776	3.02
1212	0.076	60.852	3.01
1218	0.076	60.929	3.00
1224	0.076	61.005	2.99
1230	0.076	61.081	2.98
1236	0.076	61.157	2.97
1242	0.076	61.234	2.96
1248	0.076	61.310	2.95
1254	0.076	61.386	2.94
1260	0.076	61.463	2.93
1266	0.076	61.539	2.92
1272	0.076	61.615	2.91
1278	0.076	61.691	2.90
1284	0.076	61.768	2.89
1290	0.076	61.844	2.88
1296	0.070	61.914	2.87
1302	0.070	61.984	2.86
1308	0.070	62.054	2.85
1314	0.070	62.124	2.84

1320	0.070	62.193	2.83
1326	0.070	62.263	2.82
1332	0.070	62.333	2.81
1338	0.070	62.403	2.80
1344	0.070	62.473	2.79
1350	0.070	62.543	2.78
1356	0.070	62.613	2.77
1362	0.070	62.683	2.76
1368	0.070	62.753	2.75
1374	0.070	62.823	2.74
1380	0.070	62.893	2.73
1386	0.070	62.963	2.73
1392	0.070	63.032	2.72
1398	0.070	63.102	2.71
1404	0.070	63.172	2.70
1410	0.070	63.242	2.69
1416	0.064	63.306	2.68
1422	0.064	63.369	2.67
1428	0.064	63.433	2.67
1434	0.064	63.496	2.66
1440	0.064	63.560	2.65

63.560

**Tabla N° 50: Tabla de resultados del perfil SCS tipo II.
Fuente: propia.**

Para este siguiente grafico se tomaron en cuenta los datos del tiempo y la intensidad la cual forman una curva y se interpreta como al empezar la lluvia tiene gran precipitación, a medida que avanza el tiempo la precipitación va disminuyendo hasta que deja de llover. Esta curva nos da una ecuación que es la que representa en el grafico N°8. Esta ecuación se utiliza para encontrar la intensidad de lluvia en el método racional en la cual se haya con el tiempo de concentración.

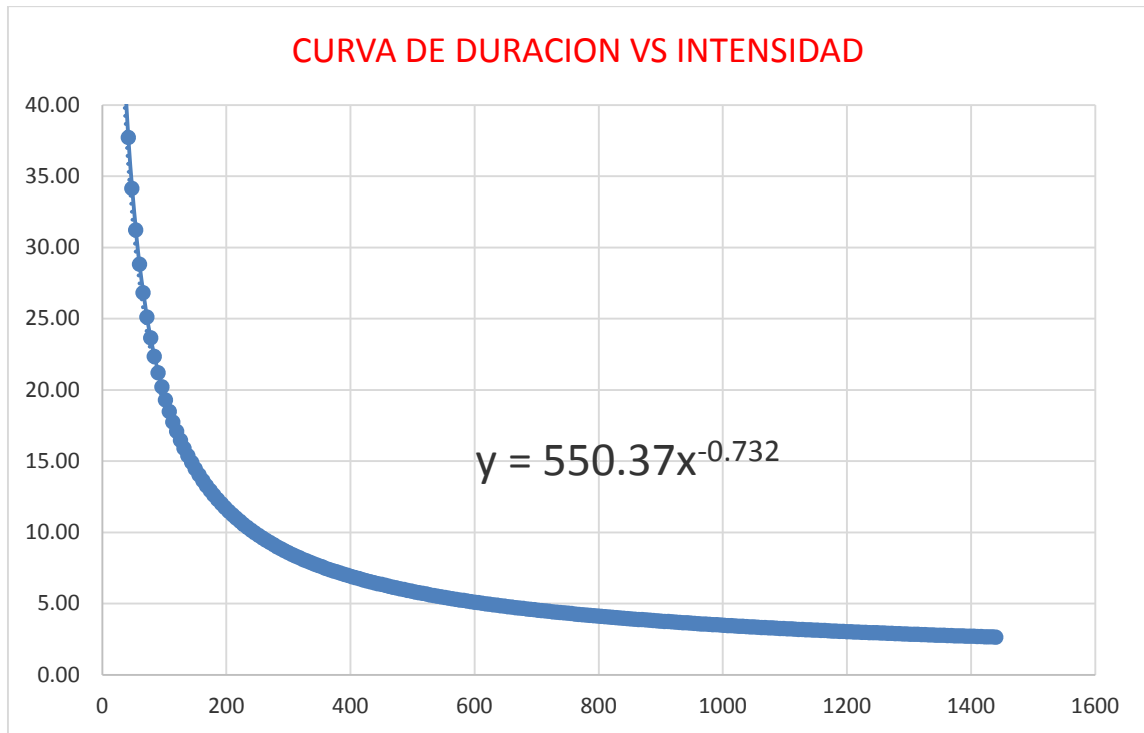


Gráfico N° 8: Curva de duración vs intensidad.
Fuente: propia.

time (min)	SCS II	Pacum	Pint	Pinter	Pacum	i (mm/h)
0.00	0.00	0.00		3.61	3.61	36.13
6.00	0.00	0.06	0.06	2.51	6.12	30.59
12.00	0.00	0.13	0.06	2.01	8.13	27.11
18.00	0.00	0.19	0.06	1.25	9.39	23.46
24.00	0.00	0.26	0.07	0.63	10.01	20.03
30.00	0.01	0.32	0.06	0.50	10.51	17.52
36.00	0.01	0.39	0.07	0.44	10.95	15.64
42.00	0.01	0.46	0.06	0.38	11.33	14.16
48.00	0.01	0.53	0.07	0.32	11.65	12.95
54.00	0.01	0.60	0.07	0.30	11.95	11.95
60.00	0.01	0.67	0.07	0.28	12.23	11.12
66.00	0.01	0.74	0.07	0.26	12.49	10.41
72.00	0.01	0.81	0.07	0.25	12.75	9.80
78.00	0.01	0.88	0.07	0.23	12.97	9.27
84.00	0.02	0.95	0.08	0.22	13.19	8.80
90.00	0.02	1.02	0.07	0.21	13.40	8.38
96.00	0.02	1.10	0.08	0.20	13.61	8.00
102.00	0.02	1.17	0.07	0.19	13.80	7.67
108.00	0.02	1.25	0.08	0.18	13.99	7.36
114.00	0.02	1.32	0.08	0.18	14.17	7.08
120.00	0.02	1.40	0.08	0.17	14.34	6.83
126.00	0.02	1.47	0.08	0.17	14.51	6.59
132.00	0.02	1.55	0.08	0.16	14.67	6.38

138.00	0.03	1.63	0.08	0.16	14.83	6.18
144.00	0.03	1.71	0.08	0.15	14.98	5.99
150.00	0.03	1.79	0.08	0.15	15.13	5.82
156.00	0.03	1.87	0.08	0.14	15.27	5.66
162.00	0.03	1.94	0.08	0.14	15.41	5.51
168.00	0.03	2.03	0.08	0.14	15.55	5.36
174.00	0.03	2.11	0.08	0.13	15.69	5.23
180.00	0.03	2.19	0.08	0.13	15.81	5.10
186.00	0.04	2.28	0.08	0.13	15.94	4.98
192.00	0.04	2.36	0.08	0.12	16.06	4.87
198.00	0.04	2.44	0.08	0.12	16.18	4.76
204.00	0.04	2.53	0.09	0.12	16.30	4.66
210.00	0.04	2.61	0.08	0.12	16.41	4.56
216.00	0.04	2.70	0.09	0.11	16.52	4.47
222.00	0.04	2.79	0.09	0.11	16.63	4.38
228.00	0.05	2.87	0.08	0.11	16.74	4.29
234.00	0.05	2.96	0.09	0.10	16.84	4.21
240.00	0.05	3.05	0.09	0.10	16.94	4.13
246.00	0.05	3.14	0.09	0.10	17.04	4.06
252.00	0.05	3.23	0.09	0.10	17.14	3.99
258.00	0.05	3.32	0.10	0.09	17.23	3.92
264.00	0.05	3.42	0.10	0.09	17.33	3.85
270.00	0.06	3.51	0.10	0.09	17.42	3.79
276.00	0.06	3.61	0.10	0.09	17.51	3.73
282.00	0.06	3.71	0.10	0.09	17.60	3.67
288.00	0.06	3.80	0.10	0.09	17.69	3.61
294.00	0.06	3.90	0.10	0.09	17.78	3.56
300.00	0.06	4.00	0.10	0.09	17.86	3.50
306.00	0.06	4.11	0.10	0.09	17.95	3.45
312.00	0.07	4.21	0.10	0.08	18.03	3.40
318.00	0.07	4.32	0.11	0.08	18.12	3.36
324.00	0.07	4.42	0.11	0.08	18.20	3.31
330.00	0.07	4.53	0.10	0.08	18.29	3.27
336.00	0.07	4.64	0.11	0.08	18.37	3.22
342.00	0.07	4.75	0.11	0.08	18.46	3.18
348.00	0.08	4.86	0.11	0.08	18.54	3.14
354.00	0.08	4.97	0.11	0.08	18.62	3.10
360.00	0.08	5.08	0.11	0.08	18.70	3.07
366.00	0.08	5.20	0.11	0.08	18.78	3.03
372.00	0.08	5.31	0.11	0.08	18.86	2.99
378.00	0.09	5.43	0.12	0.08	18.94	2.96
384.00	0.09	5.56	0.12	0.08	19.01	2.92
390.00	0.09	5.67	0.11	0.08	19.09	2.89
396.00	0.09	5.80	0.13	0.07	19.16	2.86

402.00	0.09	5.92	0.12	0.07	19.24	2.83
408.00	0.10	6.04	0.12	0.07	19.31	2.80
414.00	0.10	6.17	0.13	0.07	19.38	2.77
420.00	0.10	6.29	0.13	0.07	19.45	2.74
426.00	0.10	6.42	0.13	0.07	19.51	2.71
432.00	0.10	6.55	0.13	0.07	19.58	2.68
438.00	0.11	6.68	0.13	0.07	19.65	2.66
444.00	0.11	6.81	0.13	0.07	19.72	2.63
450.00	0.11	6.95	0.13	0.06	19.78	2.60
456.00	0.11	7.08	0.13	0.06	19.84	2.58
462.00	0.11	7.21	0.13	0.06	19.91	2.55
468.00	0.12	7.35	0.13	0.06	19.97	2.53
474.00	0.12	7.49	0.14	0.06	20.03	2.50
480.00	0.12	7.63	0.14	0.06	20.09	2.48
486.00	0.12	7.77	0.14	0.06	20.15	2.46
492.00	0.12	7.92	0.15	0.06	20.21	2.43
498.00	0.13	8.07	0.15	0.06	20.26	2.41
504.00	0.13	8.24	0.17	0.06	20.32	2.39
510.00	0.13	8.40	0.17	0.06	20.38	2.37
516.00	0.14	8.58	0.18	0.06	20.44	2.35
522.00	0.14	8.76	0.18	0.06	20.50	2.33
528.00	0.14	8.95	0.18	0.06	20.55	2.31
534.00	0.14	9.14	0.19	0.06	20.61	2.29
540.00	0.15	9.34	0.20	0.06	20.66	2.27
546.00	0.15	9.55	0.20	0.06	20.72	2.25
552.00	0.15	9.75	0.20	0.06	20.77	2.23
558.00	0.16	9.95	0.20	0.06	20.83	2.22
564.00	0.16	10.16	0.20	0.06	20.88	2.20
570.00	0.16	10.36	0.20	0.06	20.94	2.18
576.00	0.17	10.57	0.21	0.06	20.99	2.16
582.00	0.17	10.79	0.22	0.06	21.05	2.15
588.00	0.17	11.01	0.23	0.05	21.10	2.13
594.00	0.18	11.26	0.24	0.05	21.15	2.12
600.00	0.18	11.50	0.25	0.05	21.21	2.10
606.00	0.19	11.76	0.26	0.05	21.26	2.08
612.00	0.19	12.04	0.28	0.05	21.31	2.07
618.00	0.19	12.34	0.29	0.05	21.36	2.05
624.00	0.20	12.64	0.31	0.05	21.42	2.04
630.00	0.20	12.97	0.32	0.05	21.47	2.03
636.00	0.21	13.31	0.34	0.05	21.52	2.01
642.00	0.22	13.68	0.37	0.05	21.57	2.00
648.00	0.22	14.07	0.39	0.05	21.62	1.98
654.00	0.23	14.49	0.42	0.05	21.67	1.97
660.00	0.24	14.94	0.44	0.05	21.72	1.96

666.00	0.24	15.43	0.49	0.05	21.77	1.94
672.00	0.25	15.97	0.55	0.05	21.82	1.93
678.00	0.26	16.58	0.61	0.05	21.87	1.92
684.00	0.27	17.26	0.67	0.05	21.92	1.91
690.00	0.28	17.99	0.73	0.05	21.97	1.89
696.00	0.31	19.50	1.51	0.05	22.02	1.88
702.00	0.35	22.53	3.03	0.05	22.07	1.87
708.00	0.43	27.38	4.86	0.05	22.11	1.86
714.00	0.57	36.10	8.71	0.05	22.16	1.85
720.00	0.66	42.14	6.04	0.05	22.21	1.84
726.00	0.68	43.35	1.21	0.05	22.26	1.82
732.00	0.70	44.40	1.06	0.05	22.30	1.81
738.00	0.71	45.32	0.92	0.05	22.35	1.80
744.00	0.73	46.09	0.78	0.05	22.40	1.79
750.00	0.74	46.72	0.62	0.04	22.44	1.78
756.00	0.74	47.25	0.53	0.04	22.49	1.77
762.00	0.75	47.76	0.51	0.04	22.53	1.76
768.00	0.76	48.23	0.47	0.04	22.58	1.75
774.00	0.77	48.66	0.43	0.04	22.62	1.74
780.00	0.77	49.07	0.41	0.04	22.67	1.73
786.00	0.78	49.45	0.38	0.04	22.71	1.72
792.00	0.78	49.81	0.36	0.04	22.76	1.71
798.00	0.79	50.15	0.34	0.04	22.80	1.70
804.00	0.79	50.48	0.33	0.04	22.84	1.69
810.00	0.80	50.78	0.31	0.04	22.88	1.68
816.00	0.80	51.08	0.29	0.04	22.92	1.67
822.00	0.81	51.36	0.28	0.04	22.97	1.66
828.00	0.81	51.62	0.27	0.04	23.01	1.66
834.00	0.82	51.88	0.25	0.04	23.05	1.65
840.00	0.82	52.12	0.24	0.04	23.09	1.64
846.00	0.82	52.35	0.24	0.04	23.14	1.63
852.00	0.83	52.58	0.23	0.04	23.17	1.62
858.00	0.83	52.81	0.22	0.04	23.21	1.61
864.00	0.83	53.02	0.22	0.04	23.25	1.60
870.00	0.84	53.24	0.22	0.04	23.29	1.60
876.00	0.84	53.45	0.21	0.04	23.33	1.59
882.00	0.84	53.66	0.21	0.04	23.37	1.58
888.00	0.85	53.86	0.20	0.04	23.41	1.57
894.00	0.85	54.06	0.20	0.04	23.45	1.56
900.00	0.85	54.25	0.19	0.04	23.49	1.56
906.00	0.86	54.44	0.19	0.04	23.53	1.55
912.00	0.86	54.62	0.18	0.04	23.57	1.54
918.00	0.86	54.80	0.18	0.04	23.60	1.53
924.00	0.86	54.97	0.17	0.04	23.64	1.53

930.00	0.87	55.14	0.17	0.04	23.68	1.52
936.00	0.87	55.31	0.17	0.04	23.72	1.51
942.00	0.87	55.48	0.17	0.04	23.75	1.50
948.00	0.88	55.63	0.16	0.04	23.79	1.50
954.00	0.88	55.79	0.15	0.04	23.83	1.49
960.00	0.88	55.93	0.15	0.04	23.86	1.48
966.00	0.88	56.08	0.15	0.04	23.90	1.48
972.00	0.88	56.22	0.14	0.04	23.94	1.47
978.00	0.89	56.37	0.15	0.03	23.97	1.46
984.00	0.89	56.50	0.14	0.03	24.00	1.45
990.00	0.89	56.64	0.14	0.03	24.04	1.45
996.00	0.89	56.78	0.14	0.03	24.07	1.44
1002.00	0.90	56.92	0.13	0.03	24.11	1.43
1008.00	0.90	57.05	0.13	0.03	24.14	1.43
1014.00	0.90	57.18	0.13	0.03	24.18	1.42
1020.00	0.90	57.32	0.13	0.03	24.21	1.42
1026.00	0.90	57.45	0.13	0.03	24.24	1.41
1032.00	0.91	57.57	0.13	0.03	24.28	1.40
1038.00	0.91	57.70	0.13	0.03	24.31	1.40
1044.00	0.91	57.82	0.12	0.03	24.35	1.39
1050.00	0.91	57.95	0.13	0.03	24.38	1.39
1056.00	0.91	58.07	0.12	0.03	24.42	1.38
1062.00	0.92	58.19	0.12	0.03	24.45	1.37
1068.00	0.92	58.30	0.11	0.03	24.48	1.37
1074.00	0.92	58.42	0.12	0.03	24.52	1.36
1080.00	0.92	58.54	0.11	0.03	24.55	1.36
1086.00	0.92	58.65	0.11	0.03	24.59	1.35
1092.00	0.92	58.76	0.11	0.03	24.62	1.35
1098.00	0.93	58.88	0.11	0.03	24.66	1.34
1104.00	0.93	58.98	0.11	0.03	24.69	1.33
1110.00	0.93	59.09	0.11	0.03	24.72	1.33
1116.00	0.93	59.19	0.10	0.03	24.75	1.32
1122.00	0.93	59.30	0.11	0.03	24.78	1.32
1128.00	0.93	59.40	0.10	0.03	24.82	1.31
1134.00	0.94	59.50	0.10	0.03	24.85	1.31
1140.00	0.94	59.60	0.10	0.03	24.88	1.30
1146.00	0.94	59.70	0.10	0.03	24.91	1.30
1152.00	0.94	59.80	0.10	0.03	24.94	1.29
1158.00	0.94	59.89	0.10	0.03	24.97	1.29
1164.00	0.94	59.99	0.10	0.03	25.01	1.28
1170.00	0.95	60.08	0.09	0.03	25.04	1.28
1176.00	0.95	60.17	0.09	0.03	25.07	1.27
1182.00	0.95	60.25	0.09	0.03	25.10	1.27
1188.00	0.95	60.34	0.08	0.03	25.13	1.26

1194.00	0.95	60.43	0.09	0.03	25.16	1.26
1200.00	0.95	60.51	0.08	0.03	25.20	1.25
1206.00	0.95	60.59	0.08	0.03	25.23	1.25
1212.00	0.95	60.67	0.08	0.03	25.26	1.24
1218.00	0.96	60.76	0.08	0.03	25.29	1.24
1224.00	0.96	60.84	0.08	0.03	25.32	1.24
1230.00	0.96	60.92	0.08	0.03	25.35	1.23
1236.00	0.96	61.00	0.08	0.03	25.39	1.23
1242.00	0.96	61.08	0.08	0.03	25.42	1.22
1248.00	0.96	61.16	0.08	0.03	25.45	1.22
1254.00	0.96	61.24	0.08	0.03	25.48	1.21
1260.00	0.96	61.32	0.08	0.03	25.51	1.21
1266.00	0.97	61.40	0.08	0.03	25.54	1.20
1272.00	0.97	61.48	0.08	0.03	25.58	1.20
1278.00	0.97	61.56	0.08	0.03	25.61	1.20
1284.00	0.97	61.63	0.08	0.03	25.64	1.19
1290.00	0.97	61.71	0.08	0.03	25.67	1.19
1296.00	0.97	61.79	0.08	0.03	25.70	1.18
1302.00	0.97	61.87	0.08	0.03	25.73	1.18
1308.00	0.97	61.95	0.08	0.03	25.75	1.18
1314.00	0.98	62.02	0.08	0.03	25.78	1.17
1320.00	0.98	62.10	0.08	0.03	25.81	1.17
1326.00	0.98	62.17	0.08	0.03	25.84	1.16
1332.00	0.98	62.25	0.08	0.03	25.87	1.16
1338.00	0.98	62.33	0.08	0.03	25.90	1.16
1344.00	0.98	62.40	0.08	0.03	25.93	1.15
1350.00	0.98	62.47	0.07	0.03	25.96	1.15
1356.00	0.98	62.55	0.08	0.03	25.99	1.14
1362.00	0.99	62.63	0.08	0.03	26.02	1.14
1368.00	0.99	62.70	0.07	0.03	26.04	1.14
1374.00	0.99	62.77	0.08	0.03	26.07	1.13
1380.00	0.99	62.84	0.07	0.03	26.10	1.13
1386.00	0.99	62.92	0.08	0.03	26.13	1.13
1392.00	0.99	62.99	0.07	0.03	26.16	1.12
1398.00	0.99	63.06	0.08	0.03	26.19	1.12
1404.00	0.99	63.13	0.07	0.03	26.22	1.12
1410.00	0.99	63.20	0.07	0.03	26.24	1.11
1416.00	1.00	63.28	0.08	0.03	26.27	1.11
1422.00	1.00	63.35	0.07	0.03	26.30	1.10
1428.00	1.00	63.42	0.07	0.03	26.32	1.10
1434.00	1.00	63.49	0.07	0.03	26.35	1.10
1440.00	1.00	63.56	0.07	0.03	26.38	

63.56

Tabla N° 51: Tabla de resultados del perfil SCS tipo II.

Fuente: propia.

4.3.6. Morfología de la cuenca.

Estos datos fueron obtenidos del levantamiento topográfico en el cual está en el plano y se tomó los datos del área comprometida de estudio, donde se obtuvo la longitud, sus cotas, el área y el perímetro de la microcuenca a trabajar.

DATOS DE LAS SUBCUENCAS

SUBCUENCA	CN	LONGITUD (m)	Cota superior (m)	Cota inferior (m)	AREA (km2)	PERIMETRO (km)
	50.00	4100.00	3250.00	3065.00	0.60	4.100

Tabla N° 52: Datos de la subcuenca barrio San Juan.

Fuente: propia.

4.3.7. Cálculo de tiempo de concentración.

Fórmula de Kirpich:
$$Tc = 0.06628 \frac{L^{0.77}}{S^{0.385}}$$

También se le conoce como la fórmula de California Highway and Public Works

Fórmula de Témez:
$$Tc = 0.3L^{0.76}S^{-0.19}$$

Fórmula de Ven Te Chow:
$$Tc = 0.273 \left(\frac{L}{S^{0.5}} \right)^{0.64}$$

Fórmula de Hathaway:
$$Tc = 0.606 \frac{(Ln)^{0.467}}{S^{0.234}}$$

donde los valores de rugosidad (n) recomendados son los siguientes:

Tipo de superficie	Valor de n
Suelo liso impermeable	0,02
Suelo desnudo	0,10
Pastos pobres, cultivos en hileras o suelo desnudo algo rugoso	0,20
Pastizales	0,40
Bosques de frondosas	0,60
Bosque de coníferas, o de frondosas con una capa densa de residuos orgánicos o de césped.	0,80

En las fórmulas anteriores:

Tc – tiempo de concentración, en horas

L – longitud del cauce principal, en km

<p>California Culverts Practice (1942)</p>	$t_c = 0.0195 \left(\frac{L^3}{H} \right)^{0.385}$ <p>L = longitud del curso de agua más largo, m. H = diferencia de nivel entre la divisoria de aguas y la salida, m.</p>
---	---

Federal Aviation Administration (1970)	$t_c = 0.7035 \frac{(1.1 - C)L^{0.50}}{S^{0.333}}$ <p>C = coeficiente de escorrentía del método racional. L = longitud del flujo superficial, m. S = pendiente de la superficie, m/m</p>
---	--

Ecuación de retardo SCS (1973)	$t_c = \frac{0.0136.L^{0.8} \left(\frac{1000}{CN} - 9 \right)^{0.7}}{S^{0.5}}$ <p>L = longitud hidráulica de la cuenca mayor trayectoria de flujo), m. CN = Número de curva SCS S = pendiente promedio de la cuenca, m/m.</p>
---	--

Ilustración 49: Formulas para el cálculo de tiempo de concentración.
Fuente: Soil Conservation Service.

Con estas fórmulas se trabajó el tiempo de concentración, cada una están especificadas sus variables y de esta manera se obtuvo los resultados del tiempo de concentración para cada formula, luego se sacó el promedio del tiempo de concentración en horas de todas las fórmulas obtenidas la cual dio como resultado 1.72hs y con este tiempo de concentración es con el que se trabajará los siguientes métodos que servirán para hallar los caudales máximos.

SUBCUENCA	LONGITUD (m)	ElevUP	ElevDS	SLOPE	n	C	CN
	4,100.00	3,250.00	3,065.00	0.045	0.10	0.10	50.00

TEMEZ	KIRPICH	VEN TE CHOW	HATHAWAY	CALIFORNIA	FAA	SCS	PROMEDIO
TC (horas)	TC (horas)	TC (horas)	TC (horas)	TC (horas)	TC (horas)	TC (horas)	TC (horas)
1.58	0.65	1.82	0.83	0.65	2.11	4.44	1.72

4.3.8. Cálculo del caudal máximo por el método racional.

Para utilizar este método primero se recurre al reconocimiento de terreno en el observaremos la cobertura del suelo, para este caso q es un terreno sin vegetación, su tipo de suelo es permeable y sus pendientes se encuentran entre 1 a 5% por lo tanto se escogió el dato 0.35 para la variable "C".

En el TC se utilizó los promedios de todas las ecuaciones para hallar el tiempo de concentración, la intensidad se utilizó la formula obtenida del grafico N°8, y de esta manera se obtuvo el caudal máximo por el método racional.

$$Q = 0,278 \text{ CIA}$$

- Q : Descarga máxima de diseño (m³/s)
 C : Coeficiente de escorrentía (Ver Tabla N° 55)
 I : Intensidad de precipitación máxima horaria (mm/h)
 A : Área de la cuenca (Km²).

COBERTURA DEL SUELO	TIPO DE SUELO	PENDIENTE (%)				
		> 50	20-50	5-20	1-5	0-1
Sin vegetación	Impermeable	0,80	0,75	0,70	0,65	0,60
	Semipermeable	0,70	0,65	0,60	0,55	0,50
	Permeable	0,50	0,45	0,40	0,35	0,30
Cultivos	Impermeable	0,70	0,65	0,60	0,55	0,50
	Semipermeable	0,60	0,55	0,50	0,45	0,40
	Permeable	0,40	0,35	0,30	0,25	0,20
Pastos, vegetación ligera	Impermeable	0,65	0,60	0,55	0,50	0,45
	Semipermeable	0,55	0,50	0,45	0,40	0,35
	Permeable	0,35	0,30	0,25	0,20	0,15
Hierba	Impermeable	0,60	0,55	0,50	0,45	0,40
	Semipermeable	0,50	0,45	0,40	0,35	0,30
	Permeable	0,30	0,25	0,20	0,15	0,10
Bosque, vegetación densa	Impermeable	0,55	0,50	0,45	0,40	0,35
	Semipermeable	0,45	0,40	0,35	0,30	0,25
	Permeable	0,25	0,20	0,15	0,10	0,05

Tabla N° 53: Tabla de coeficiente de escorrentía y tipo de suelo.

Fuente: Manual de hidrología, hidráulica y drenaje.

Area (km ²)	TC	INTENSIDAD (mm/h)	COBERTURA DE SUELO	TIPO DE SUELO	PENDIENTE (%)	C	Q max (m ³ /seg)
0.60	1.72	18.45	Sin vegetación	Permeable	1-5.	0.35	1.08

4.3.9. Cálculo del caudal por el método envolvente de descargas máximas de Creager.

Para este método se necesita la ubicación de la zona por regiones, así como nos muestra en la ilustración 50, en la cual se escoge la región 3, ya que esta encierra a nuestro lugar de estudio; para la región 3 nos ubicamos en la tabla N°57, donde obtenemos los datos C1, C2, m y n. Los cuales son datos que se utiliza en la fórmula del método de Creager y así encontrar el caudal máximo.



Ilustración 50: Mapa del Perú donde representa las regiones.
Fuente: Método Creager.

Región	C ₁	C ₂	m	n
1	1.01	4.37	1.02	0.04
2	0.10	1.28	1.02	0.04
3	0.27	1.48	1.02	0.04
4	0.09	0.36	1.24	0.04
5	0.11	0.26	1.24	0.04
6	0.18	0.31	1.24	0.04
7	0.22	0.37	1.24	0.04

Tabla N° 54: Tabla para el método de Creager.
Fuente: Método Creager.

$$Q_{max} = (C_1 + C_2) * \log(T) * A^m - n$$

AREA (km2)	REGIÓN	C1	C2	m	n	T (años)	Q max (m ³ /seg)
0.60	3	0.27	1.48	1.02	0.04	10.00	1.03

4.3.10. Cálculo del método del HU triangular.

Para este método necesitaremos un gráfico, en el cual tenemos que obtener las siguientes variables identificadas en la siguiente ilustración 51, con estas variables se reemplazan en las siguientes ecuaciones especificadas.

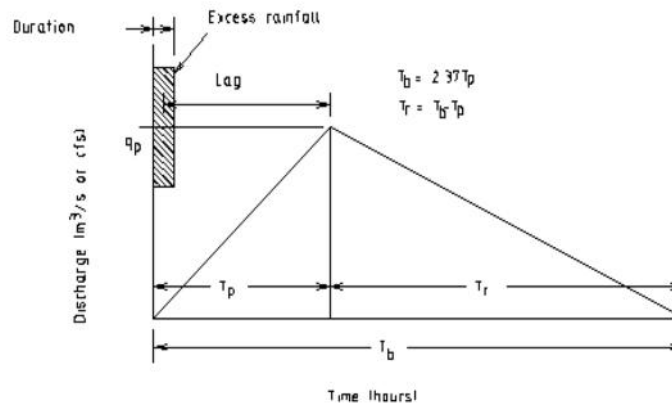


Ilustración 51: Hidrograma unitario triangular de SCS.
Fuente: Hidrología aplicada (Ven Te Chow).

Luego con los datos obtenidos del gráfico se reemplazará en las siguientes ecuaciones de la precipitación de 24hrs se halla la duración e intensidad que se utilizará posteriormente para otra ecuación.

$$P = P_{24h} \left(\frac{D}{1440} \right)^{0.25}$$

SUBCUENCA	AREA (km ²)	PROMEDIO	de (hrs)	D (min)	Pmax 24h (mm)	P (duración)	i (mm/h)
		TC (horas)					
	0.60	1.72	2.626	157.53	63.560	36.55	13.923

Con estos datos y los datos de la subcuenca se trabajará la siguiente ecuación para hallar el tiempo de ocurrencia o T_p .

$$t_p = \frac{de}{2} + t_r$$

SUBCUENCA	Tc (hrs)	Tr (hrs)	de/2 (hrs)	Tp (hrs)	Tp (min)	CN	S
	1.72	1.03	1.313	2.347	140.80	50.000	10.00

Con estos datos se reemplazará en las siguientes ecuaciones, para de esta manera hallar el caudal máximo por el método del hidrograma unitario triangular.

$$Pe = \frac{(P - Ia)^2}{P + 0.80 S} = \frac{(P - 0.20 S)^2}{P + 0.80 S} \quad Q_{max} = 0.208 \frac{A \cdot Pe}{T_p}$$

SUBCUENCA	P (durac)	P (pulg)	PE (Pulg)	PE (mm)	Qmax (m ³ /s)
	36.55	1.439	1.439	36.55	1.945

4.3.11. Resumen de caudales calculados.

En este siguiente recuadro se presenta el resultado de los 3 métodos para hallar el caudal máximo, de los cuales se extrae el promedio para trabajar con ese caudal de diseño para el diseño de los sistemas de drenaje como son de cunetas y de alcantarillas lo cual es necesario para este proyecto.

SUBCUENCA	AREA (km ²)	CAUDAL (m ³ /seg)			
		F. Racional	Creager	H.U.SCS	Promedio
	0.60	1.08	1.03	1.95	1.350

4.4. RESULTADOS DEL DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE.

4.4.1. Resultados del diseño de cunetas.

Se determinó que la cuneta será diseñada de hormigón simple, con el tipo de sección triangular, con taludes de 3 y 1.5, la rugosidad del concreto es de $n=0.015$, los coeficientes de escorrentía para pavimento asfáltico y concreto es de 0.83 y el de terrenos granulares 0.30.

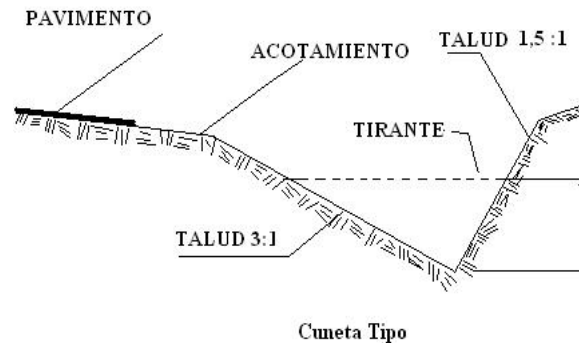


Ilustración 52: Sección de cuneta en vista de perfil.
Fuente: Propia.

con estos datos nos dará el coeficiente ponderado que es igual a 0.825, su intensidad será la que se utilizó para el método racional de 18.45, luego con estos datos se halla el caudal demandado para los tramos de las cunetas proyectadas; brindando así el transporte de las aguas pluviales hasta su desembocadura al río más cercano.

$$Q_d = 2.752 * C * i * A_{ap}$$

Con esta fórmula se halla el caudal demandado para cada tramo, en la cual se colocó en una tabla las dimensiones del tramo para ambos lados tanto el izquierdo y derecho, y de esta manera se verifica que el caudal a transportar en la cuneta es menor al caudal diseñado. Por lo tanto, el agua circulará por las cunetas sin que rebalse y llegue a su destino sin que haya complicaciones.

DISEÑO DE CUNETAS											
TRAMO	LADO	L [m]	d [m]	a [m]	imax [mm/h]	Aap [m ²]	Aap [has]	C	i [cm/hrs]	Qd [lt/s]	Qd [m ³ /s]
01--03	IZQUIERDO	89	2.50	2.50	18.45	222.5	0.02225	0.825	1.85	0.93182	0.00093
	DERECHO	89	2.50	2.50	18.45	222.5	0.02225	0.825	1.85	0.93182	0.00093
02--03	IZQUIERDO	43	2.50	2.50	18.45	107.5	0.01075	0.825	1.85	0.45021	0.00045
	DERECHO	43	2.50	2.50	18.45	107.5	0.01075	0.825	1.85	0.45021	0.00045
03--04	IZQUIERDO	78	2.50	2.50	18.45	195	0.0195	0.825	1.85	0.81666	0.00220
	DERECHO	78	2.50	2.50	18.45	195	0.0195	0.825	1.85	0.81666	0.00220
05--06	IZQUIERDO	78	2.50	2.50	18.45	195	0.0195	0.825	1.85	0.81666	0.00347
	DERECHO	78	2.50	2.50	18.45	195	0.0195	0.825	1.85	0.81666	0.00347
06--04	IZQUIERDO	77	2.50	2.50	18.45	192.5	0.01925	0.825	1.85	0.80619	0.00427
	DERECHO	77	2.50	2.50	18.45	192.5	0.01925	0.825	1.85	0.80619	0.00427
05--20	IZQUIERDO	98	3.30	3.30	18.45	323.4	0.03234	0.825	1.85	1.35439	0.00135
	DERECHO	98	3.30	3.30	18.45	323.4	0.03234	0.825	1.85	1.35439	0.00135
20--21	IZQUIERDO	144	3.50	3.50	18.45	504	0.0504	0.825	1.85	2.11074	0.00347
	DERECHO	144	3.50	3.50	18.45	504	0.0504	0.825	1.85	2.11074	0.00347
06--21	IZQUIERDO	58	3.30	3.30	18.45	191.4	0.01914	0.825	1.85	0.80158	0.00080
	DERECHO	58	3.30	3.30	18.45	191.4	0.01914	0.825	1.85	0.80158	0.00080
21--22	IZQUIERDO	144	3.50	3.50	18.45	504	0.0504	0.825	1.85	2.11074	0.00638
	DERECHO	144	3.50	3.50	18.45	504	0.0504	0.825	1.85	2.11074	0.00638
04--22	IZQUIERDO	45	3.50	3.50	18.45	157.5	0.01575	0.825	1.85	0.65961	0.00066
	DERECHO	45	3.50	3.50	18.45	157.5	0.01575	0.825	1.85	0.65961	0.00066
60--61	IZQUIERDO	107	3.20	3.20	18.45	342.4	0.03424	0.825	1.85	1.43396	0.00143
	DERECHO	107	3.20	3.20	18.45	342.4	0.03424	0.825	1.85	1.43396	0.00143
61--62	IZQUIERDO	121	3.20	3.20	18.45	387.2	0.03872	0.825	1.85	1.62158	0.00306
	DERECHO	121	3.20	3.20	18.45	387.2	0.03872	0.825	1.85	1.62158	0.00306
22--46	IZQUIERDO	118	3.10	3.10	18.45	365.8	0.03658	0.825	1.85	1.53196	0.00153
	DERECHO	118	3.10	3.10	18.45	365.8	0.03658	0.825	1.85	1.53196	0.00153
45--46	IZQUIERDO	46	3.10	3.10	18.45	142.6	0.01426	0.825	1.85	0.59721	0.00060
	DERECHO	46	3.10	3.10	18.45	142.6	0.01426	0.825	1.85	0.59721	0.00060
46--48	IZQUIERDO	27	3.10	3.10	18.45	83.7	0.00837	0.825	1.85	0.35053	0.00248
	DERECHO	27	3.10	3.10	18.45	83.7	0.00837	0.825	1.85	0.35053	0.00248
48--47	IZQUIERDO	18	3.10	3.10	18.45	55.8	0.00558	0.825	1.85	0.23369	0.00271
	DERECHO	18	3.10	3.10	18.45	55.8	0.00558	0.825	1.85	0.23369	0.00271
20--43	IZQUIERDO	105	3.10	3.10	18.45	325.5	0.03255	0.825	1.85	1.36319	0.00136
	DERECHO	105	3.10	3.10	18.45	325.5	0.03255	0.825	1.85	1.36319	0.00136
43--44	IZQUIERDO	79	3.10	3.10	18.45	244.9	0.02449	0.825	1.85	1.02564	0.00239
	DERECHO	79	3.10	3.10	18.45	244.9	0.02449	0.825	1.85	1.02564	0.00239
21--44	IZQUIERDO	115	3.10	3.10	18.45	356.5	0.03565	0.825	1.85	1.49301	0.00149
	DERECHO	115	3.10	3.10	18.45	356.5	0.03565	0.825	1.85	1.49301	0.00149
44--47	IZQUIERDO	79	3.00	3.00	18.45	237	0.0237	0.825	1.85	0.99255	0.00249
	DERECHO	79	3.00	3.00	18.45	237	0.0237	0.825	1.85	0.99255	0.00249
47--63	IZQUIERDO	37	2.50	2.50	18.45	92.5	0.00925	0.825	1.85	0.38739	0.00559
	DERECHO	37	2.50	2.50	18.45	92.5	0.00925	0.825	1.85	0.38739	0.00559
63--62	IZQUIERDO	25	2.50	2.50	18.45	62.5	0.00625	0.825	1.85	0.26175	0.00585
	DERECHO	25	2.50	2.50	18.45	62.5	0.00625	0.825	1.85	0.26175	0.00585

Tabla N° 55: Resultados del diseño de cunetas.
Fuente: Propia.

4.4.2. Resultados del diseño de alcantarillas.

Se determinó que el diseño de alcantarilla, tendrá una altura mínima de 1.20 metros y un sobrancho de 0.50 metros, y se hallará los de más de la ilustración 53.

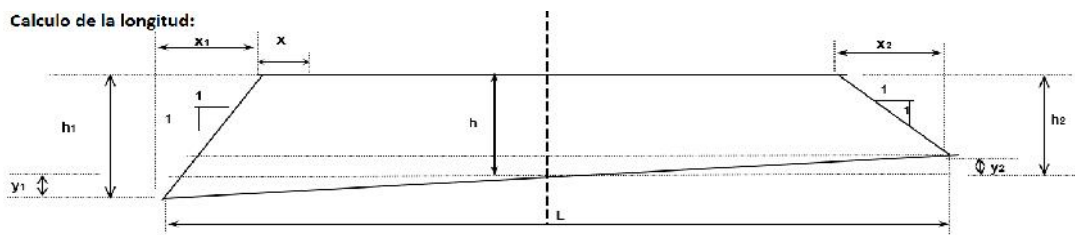


Ilustración 53: Sección del diseño de alcantarilla.
Fuente: Propia.

Para hallar los datos especificados en la ilustración se utilizará las siguientes fórmulas que usará datos de la tabla N°55 y así completar el diseño de alcantarilla.

$$\theta = X \cdot 2 \cdot \arccos \frac{D - Z}{2Y}$$

$$A = X \frac{D^2}{8} * f_{\theta} \text{ rad} \quad Z = \text{sen } \theta * A$$

$$P = X \frac{D * \theta \text{ rad}}{2}$$

$$Q = X \frac{1}{n} * \frac{A^5}{P^2}^{1/3} * S^{1/2}$$

Con estas fórmulas se obtiene todos los datos para completar la siguiente tabla N°56 y así terminar con el diseño de alcantarillas, la cual esta especificada en ciertos tramos que los requiere, también se muestra las dimensiones de la sección sus alturas y longitud de las alcantarillas.

		DISEÑO DE ALCANTARILLA											
TRAMO	LADO	D [m]	θ [grad]	A=	P=	V=	LADO D	LADO IZ	h min [m]	Sa [m/m]	h1=	h2=	L [m]
05-06	IZQUIERDO	0.15	203.074	0.011	0.266	0.313	2.50	2.50	1.2	2%	1.26	1.14	7.90
	DERECHO												
06-04	IZQUIERDO	0.15	203.074	0.011	0.266	0.386	2.50	2.50	1.2	2%	1.26	1.14	7.90
	DERECHO												
20-21	IZQUIERDO	0.5	203.074	0.123	0.886	0.028	3.50	3.50	1.2	2%	1.25	1.13	9.88
	DERECHO												
21-22	IZQUIERDO	0.5	203.074	0.123	0.886	0.052	3.50	3.50	1.2	2%	1.25	1.13	9.88
	DERECHO												
61-62	IZQUIERDO	0.8	203.074	0.315	1.418	0.010	3.20	3.20	1.2	2%	1.25	1.13	9.28
	DERECHO												

Tabla N° 56: Resultados del diseño de alcantarilla.
Fuente: Propia.

V. ANALISIS DE DISCUSIÓN DE RESULTADOS

- Para el análisis de demanda del diseño de agua potable se observó que para el distrito de Bolívar hubiese tenido un déficit a partir de los 10 años es por ello que para el barrio San Juan se hizo un nuevo análisis a partir de otra toma de agua, con la cual cubre las expectativas para los 20 años de diseño de agua potable.
- Para el diseño de agua potable se tuvieron algunos inconvenientes en los resultados de velocidades de ciertos tramos los cuales no cumplían con la norma que especifica la velocidad de 0.6 m/s como mínimo y en el proyecto hubo velocidades menores a la mínima, lo cual se utilizara tuberías con diámetros mínimos para que de esta manera se tenga una buena presión de agua.
- En cuanto al diseño de alcantarillado no se tuvo problemas con el sistema ya existente. Por lo tanto, se proyectó los nuevos buzones y tuberías anexando con las que ya existentes, evacuando por su mismo recorrido hacia su misma poza de oxidación ya existente sin tener problemas por el nuevo proyecto.
- Para el sistema de drenaje de acuerdo con los datos de SENAMHI se obtuvo un caudal máximo de diseño 1.35 m³/s. Con el cual se diseño las cunetas y alcantarillas de los cuales sus caudales demandados son menores a 1 m³/s. queriendo decir que no habrá ningún inconveniente con las lluvias salvo que haya una precipitación mayor, con la cual produzca que se llene por completo la cuneta, evitando su correcto funcionamiento de ellos.
- En este proyecto se beneficiará 536 habitantes y que crecerá a 942 habitantes brindado así un efecto positivo para el distrito de Bolívar ya que mejorará el factor socioeconómico, con mayor calidad de vida para los pobladores dándoles mayores oportunidades para desarrollar y surgir.

VI. CONCLUSIONES

- Se determino 134 viviendas y lotes de las diferentes manzanas en el barrio San Juan, con un total de 536 habitantes como población actual y para el 2038 se beneficiará un total de 942 habitantes con los servicios básicos de sistema agua, alcantarillado y drenaje; mejorando así su calidad de vida. (Ver tabla N°16 y 17; plano UB-01).
- En el levantamiento topográfico se determinó que en el terreno a trabajar se encuentra con presencia de vegetación y algunas partes con presencia de material rocoso, sus características de terreno se encuentra partes llanas y desniveles tipo terreno accidentado con cotas de 3150 a 3200 m.s.n.m. (Ver plano PT-01).
- Se propuso un diseño de sistema de agua con un $Q_{md} = 1.36\text{lt/s.}$ y $Q_{mh} = 2.09\text{lt/s.}$; con un total de 69.30ml de línea de aducción y 2445ml de línea de distribución, con tubería de diámetro de 2" ½" y 1" a ½" PVC C-7.5 respectivamente, con 20 nudos. (Ver plano SA-01).
- Se propuso el diseño de sistema de alcantarillado con un caudal de diseño de 3.31lt/s. para un total de 134 conexiones de desagüe, se tuvo un total de 1994 ml de tubería PVC S-25, con un diámetro de 6", se obtuvo un total de 53 buzones de 1.2 m. y con otras variaciones especificadas en los planos. Este diseño se añadió al sistema de alcantarillado ya existente de Bolivar en el cual no hubo ninguna sobrecarga para el tiempo proyectado. (Ver plano AL-01 al 05).
- Se propone en el diseño de sistema de drenaje, el cual consiste en cunetas para ambos lados con taludes de 3:1 y 1.5:1 de hormigón y alcantarillas de 1.2 m. de altura mínima y sobreanchos de 0.50m. al 2% de pendiente; con dimensiones señaladas indicadas en los planos en anexos. (Ver tablas N°37 y 45; plano SD-01).
- Se realizó el modelamiento de los sistemas de agua potable, alcantarillado y drenaje, dando como resultados en WATERCAD V8I la verificación de las

velocidades y presiones, velocidad mínima de 0.16 m/s. y de máxima de 1.6 m/s. y la presión mínima de 11m.c.a. y máxima de 40m.c.a en las tuberías presentando su optimo uso de ellos. (Ver plano SA-02).

Para los resultados en SEWERCAD V8I se verificó las velocidades, dando la mínima 0.72 m/s. y máxima 2.55 m/s; la tensión tractiva supera 1Pa. y el tirante es menor al 75% en todos los tramos de las tuberías. (Ver plano AL-06).

Para los resultados del HidroEsta se evaluó todos los métodos estadísticos en 10 y 25 años de periodo de retorno; hallando así la precipitación máxima en 24hrs, por el método de log Pearson tipo III, de 63.56mm. luego se obtiene el tiempo de concentración en 1.72hrs, con estos datos se haya el caudal máximo de 1.35 m³/s. (Ver plano SD-01).

VII. RECOMENDACIONES

- Para este proyecto se recomienda tomar en cuenta el periodo de diseño ya que se tendrá que realizar una ampliación, mejoramiento y mantenimiento de las redes de servicio de agua potable y alcantarillado, puesto que puede haber variaciones al transcurrir el tiempo y se debe tener en cuenta los parámetros de diseño de este estudio.
- Se recomienda que al momento de la ejecución se realice un buen replanteo para obtener un buen levantamiento topográfico, para no tener inconvenientes en las pendientes de las tuberías, así como también ampliar el estudio de suelos y tener más muestras de las mismas en otros puntos de la zona de estudio.
- Se recomienda dar mantenimiento a las cunetas y alcantarillas del sistema de drenaje, ya que según los cálculos el caudal demandado no sería mucho. Sin embargo, si hubiese una precipitación mayor a la estimada o un fenómeno del niño el cual arrastra con materiales, se obstruyera el paso y no funcionaría el sistema de evacuación de agua pluviales.

- Se recomienda una junta directiva encargada del mantenimiento, control y regulación del agua, ya que es un recurso de necesidad básica y debe tener un correcto uso para que alcance para todos, para ello se debe contar con personal calificado para su correcto y óptimo uso para el bienestar de la población del nuevo barrio San Juan, de esta manera se una de las necesidades básicas, brindándoles salud y bienestar elevando su calidad de vida de la comunidad.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agua, C.N.D., MANUAL DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO. 2007.
- JIMENEZ TERAN, J. (2004). En el “Manual para el diseño de sistema de agua potable y alcantarillado sanitario”. Xalapa, México.
- AGÜERO, R. (2006). Agua Potable Para Poblaciones Rurales. Lima: Asociación Servicios Educativos Rurales.
- AGÜERO, R. (2004) en “Guía para el diseño y construcción de reservorios apoyados 2004”
- MAGNE AYLLÓN, F. (2008). Abastecimiento, diseño y construcción de sistemas de agua potable modernizando el aprendizaje y enseñanza en la asignatura de ingeniería sanitaria I. Cochabamba, Bolivia.
- SURICHAQUI QUISPE, M. (2015). Análisis de las presiones de servicio de redes de distribución de agua de dos sectores de la localidad de Ingahuasi, distrito de Pillpichaca, región Huancavelica Trujillo, Perú.
- MOYA SÁCIGA, J. (2002). Abastecimiento de Agua Potable y Alcantarillado. Segunda Edición. Lima, Perú.
- ALIAGA ARAUJO Vito (1983), Tratamiento de datos hidrometeorológicos, Lima.

- GARCIA TRISOLINI, EDUARDO (2009), Manual de proyectos de agua potable en poblaciones rurales. Lima, Perú.
- CAMPOS, A. (1992). Procesos del ciclo hidrológico: Infiltración. UASLP. San Luis Potosí, México. 132 p.
- CÁRDENAS ROPERO, F. (2012). Ciudad compacta - ciudad eficiente. En: VÁZQUEZ MAO. X. (Ed.). Retos de la acción de gobierno para las ciudades del siglo XXI. Eixo Atlántico do Noroeste Peninsular, pp. 305-328.
- CARRERAS MOYSI, B., FERNÁNDEZ LAFUENTE, F., ARIAS GOYTRE, F. y DÓMINE REDONDO, V. (1995). "Una política activa de suelo". Revista Ciudad y Territorio. Madrid: Ministerio de Obras Públicas, Transporte y Medio Ambiente, Vol. III, N° 103.
- CEPEDA, L. (1998). Procesos de hidrología: Método de Kirpich (1940) de tiempo de concentración. México, Editorial Armendaris. 368 p.
- CLICHEVSKY, N. (2006) Regularizando la informalidad del suelo en América Latina y el Caribe, Una evaluación sobre la base de 13 países y 71 programas. Serie Manuales 50. CEPAL, División de Desarrollo Sostenible y Asentamientos Humanos.
- CHEREQUE MORAN Wendor (1989), Hidrología para estudiantes de ingeniería civil, Pontificia Universidad Católica del Perú, obra auspiciada por CONCYTEC, Lima, Perú, 223 pp.
- DÍAZ, A. (2006). Pobreza y precariedad urbana en México: un enfoque municipal. SERIE Medio ambiente y desarrollo 130. Publicaciones de la CEPAL. División de Desarrollo Sostenible y Asentamientos Humanos.

- ESTRELA Teodoro (1992), Metodología y recomendaciones para la evaluación de los recursos hídricos. Centro de Estudios Hidrográficos – Madrid: Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas, Gabinete de Formación y Documentación, Madrid España. 52 p.
- GARCIA VILLANUEVA Jerónimo (1994), Principios físicos de Climatología, Lima, Perú 243 p.
- GOMEZ LORA Walter (1987), Primer curso nacional de recursos hídricos, Lima. Perú
- INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS NATURALES – INRENA (1992), Estudio básico situacional de los recursos hídricos del Perú, Lima.
- LEY ORGANICA DE MUNICIPALIDADES DEL PERU ACTUALIZADA.2018.
- MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCION Y SANEAMIENTO, (2018) Reglamento Nacional de Edificaciones, Lima.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO. ANA (2015). Estudio, evaluación de los recursos hídricos de la cuenca del rio Marañón
- MINISTERIO DE TRANSPORTE Y COMUNICACIONES. (2008). Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje. Rímac (Lima, Perú).
- MONSALVE, E. (2000). Hidrología en la Ingeniería: Evapotranspiración. Editorial Alfaomega. Ed 2. México. 382 p
- RAZKAZOV ET AL, (2008). Estructuras Hidráulicas. Moscú (Rusia). Ed. Asociación de Entidades de Educación.
- RUIZ VÁZQUEZ Mariano & GONZÁLEZ HUESCA Silvia (2009). Geología Aplicada a la Ingeniería Civil. Edit. Limusa. Mexico.

- SOTELO, A. G. (2017). Hidráulica General. Volumen 1 Fundamentos. Limusa, México D.F. pp. 285-286

- TRIVELLI, P. (1982). "Accesibilidad al suelo urbano y la vivienda por parte de los sectores de menores ingresos en América Latina". Revista EURE, Santiago: Vol. IX, N° 26. pp. 7-32.

IX. ANEXOS