



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO  
**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**TESIS**

---

---

**«EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE  
ALCANTARILLADO SANITARIO DE LAS ASOCIACIONES PRO VIVIENDA  
28 DE JULIO, KANTU, VILLA MERCEDES Y VISTA ALEGRE – CUSCO»**

---

PRESENTADO POR LA BACHILLER:

Flores Palomino, Adriana Paola

**Para optar al Título Profesional de  
Ingeniero Civil**

ASESOR:

Mgt. Ing. Álvaro Horacio Flores Boza



**CUSCO, 2016**



## DEDICATORIA

A:

*Dios, por darme la oportunidad de vivir y por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.*

*Mis padres, Julio Flores Valencia y Sonia Palomino Zamalloa, por darme la vida, quererme, creer en mí y porque siempre y a pesar de todo me apoyaron. Gracias por darme una carrera para mi futuro, todo esto se lo debo a ustedes.*

*Mis hermanas, Daniela y Giuliana, por estar conmigo y apoyarme siempre, las quiero mucho.*

*Mis abuelos, tíos y primos, por quererme y apoyarme siempre, esto también se lo debo a ustedes.*

*Todos mis amigos por compartir los buenos y malos momentos.*

*Con cariño, Adriana*





## AGRADECIMIENTOS

### ***A mi Universidad.***

*Por darme la oportunidad de estudiar y ser profesional.*

### ***A mi Asesor.***

*Al Ingeniero Álvaro Horacio Flores Boza, por el tiempo dedicado al apoyo de la tesis y por la orientación brindada, sus conocimientos prácticos ayudaron a la conceptualización de la idea hecha investigación.*

### ***A mis maestros.***

*Por su apoyo ofrecido en las aulas de la universidad, por su tiempo compartido y por impulsar el desarrollo de nuestra formación profesional.*

*Al Ingeniero Víctor Manuel Arangoitia Valdivia por su valiosa enseñanza y dedicación al momento de resolver mis dudas y sobre todo por su paciencia, gracias.*

### ***A mis padres***

*Por darme la oportunidad de estudiar, por presionarme y al mismo tiempo tenerme paciencia, gracias por llenarme de valores y por mostrarme que todo se puede lograr si es que se desea, simplemente hay que poner todas nuestras fuerzas y nuestro corazón en ello, estos es por ustedes y sobre todo gracias a ustedes, los amo.*

### ***A mis hermanas***

*Gracias por ser siempre mi empuje y mi apoyo, por ser la presión que siempre necesito para avanzar, ustedes son la motivación para seguir creciendo como persona y profesionalmente, gracias por ayudarme en el desarrollo de esta tesis, no hubiera podido sin ustedes, las amo!*



**A mi familia**

*Gracias a mis abuelitos por siempre preocuparse por mí, por estar pendientes, por acompañarme, ustedes son mis guías, porque gracias a ustedes entendí lo importante que es luchar por lo que queremos, pero siempre con humildad y con un gran corazón, los quiero muchísimo.*

*Gracias a mis tíos, porque tuvieron también el papel de padres conmigo no solo a lo largo de mi carrera, sino durante toda mi vida, gracias por su tiempo, preocupación, empuje y apoyo, todo esto también es por ustedes, los quiero*

*Gracias a mis primos, que más que eso son mis hermanos, gracias por prestarme su tiempo y ayudarme a desarrollar de manera satisfactoria esta tesis, porque nunca importo el clima, ni la hora, siempre estuvieron dispuestos a ayudarme en lo que necesite, sé que siempre juntos lograremos cosas grandes, los quiero.*

**A mis mejores amigas.**

*Gracias por estar conmigo a lo largo de estos muchísimos años, por entender que muchas veces no era posible salir a divertirnos por cumplir con nuestras responsabilidades, y esta era una de las más importantes, nos quedan muchas cosas por vivir, aventuras y sobre todo muchos triunfos por celebrar, siempre juntas, las quiero.*

**A mis amigos.**

*Por haber compartido buenos momentos a lo largo de nuestra formación profesional así como en los momentos de diversión, gracias a todos.*





## RESUMEN

La presente investigación fue desarrollada en las Asociaciones Pro Vivienda 28 de Julio, Kantu, Villa Mercedes y Vista Alegre en el distrito de San Sebastián de la ciudad del Cusco, tuvo como finalidad evaluar el sistema de alcantarillado sanitario y la influencia de las aguas pluviales que ingresan a la red colectora de aguas residuales de la zona.

Para la investigación se realizó la recolección de información brindada por la EPS SEDACUSCO como planos de conexiones de desagüe y altura de buzones de la red actual, la búsqueda de los datos hidrológicos corresponden a las estaciones meteorológicas de Kayra y Perayoc, las cuales se encuentran próximas a la zona de estudio; se contó también con datos de la población actual obtenidos por el INEI.

Posteriormente se realizó el levantamiento topográfico para obtener las pendientes de las calles de la zona de estudio. También se hizo la verificación de la dirección de las tuberías de la red de aguas residuales junto con la inspección de los buzones para corroborar con los planos.

Para la obtención del caudal de conducción de red colectora actual se utilizaron los métodos: Ganguillet-Kutter, Bazin, Manning y Pavloski, siendo los valores obtenidos por el Método de Manning los empleados en el proceso de evaluación de la red.

De la misma manera se determinó el caudal de aguas pluviales por los métodos: Racional, Burkli Ziegler y Mac Math, siendo el caudal obtenido por el Método Racional el utilizado para la investigación, ya que este es el que se menciona en la Norma OS-060 de Drenaje Pluvial Urbano del Reglamento Nacional de Edificaciones.

El aporte de la presente investigación en base a los resultados obtenidos es brindar el planteamiento de un estudio y diseño capaz de conducir los caudales de aguas residuales; y así solucionar el problema que afecta a la población de las Asociaciones Pro Vivienda 28 de Julio, Kantu, Villa Mercedes y Vista Alegre.





## ABSTRACT

This research was developed in the Associations Pro Housing 28 de Julio, Kantu, Villa Mercedes and Vista Alegre in the district of San Sebastian, Cusco city, was aimed to evaluating the sanitary sewer system and the influence of rainwater entering the wastewater collection network in the area.

For research the collection of information provided by the EPS SEDACUSCO as flat drain connections and height of mailboxes in the current network was performed, finding hydrological data correspond to weather stations Kayra and Perayoc, which are close to the study area; It also featured the current population data obtained by the INEI.

Subsequently, the survey was conducted to obtain the slopes of the streets of the study area. the address verification piping sewage network together with the inspection of the mailboxes to corroborate with the plans was also made.

To obtain the flow of driving current network collection methods were used: Ganguillet-Kutter, Bazin, Manning and Pavloski, the values obtained by the method of Manning employees in the process of evaluation of the network.

In the same way the flow of rainwater was determined by the methods: Rational, Bürkli Ziegler and Mac Math, the flow rate obtained by the Rational Method used for research, as this is mentioned in the Standard OS- 060 Urban Drainage of the National Building Regulations.

The contribution of this research based on the results of the approach is to provide a study and design capable of conducting wastewater flows; and thus solve the problem affecting the population of the Associations for Housing July 28, Kantu, Villa Mercedes and Vista Alegre.





## INTRODUCCIÓN

En esta tesis se presenta la evaluación de la red de alcantarillado sanitario existente en los sectores de las A.P.V.s 28 de Julio, Kantu, Villa Mercedes, Vista Alegre, ubicados en el Distrito de San Sebastián, en la ciudad del Cusco.

Se realizará la descripción de la situación actual del Sistema para posteriormente realizar una evaluación de este.

Evaluaremos si el sistema actual cumple o no con la norma OS.070, norma de redes de aguas residuales, para esto, se evalúan los caudales, pendientes, tirantes, velocidades, diámetros de tubería, profundidad de buzones entre otros parámetros. De acuerdo a los resultados que se obtengan se determinará si la red tiene la capacidad de conducir los caudales de agua existentes o se planteara una propuesta más adecuada tomando en cuenta la norma previamente mencionada.

Esta investigación es necesaria y factible ya que se trata de una problemática de la actualidad y de preocupación de los habitantes de la zona.





**INDICE**

1. CAPÍTULO I: “PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA” ..... 34

1.1. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA..... 34

1.1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA ..... 34

1.1.2. FORMULACIÓN INTERROGATIVA DEL PROBLEMA ..... 35

1.1.2.1. FORMULACIÓN INTERROGATIVA DEL PROBLEMA GENERAL ..... 35

1.1.2.2. FORMULACIÓN INTERROGATIVA DE LOS PROBLEMAS ESPECÍFICOS ..... 35

1.2. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN ..... 35

1.2.1. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA ..... 36

1.2.2. JUSTIFICACIÓN SOCIAL..... 36

1.2.3. JUSTIFICACIÓN POR VIABILIDAD ..... 36

1.2.4. JUSTIFICACIÓN POR RELEVANCIA ..... 36

1.3. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN ..... 36

1.3.1. DELIMITACIÓN DE LA ZONA DE INVESTIGACIÓN..... 36

1.3.2. LIMITACIONES DEL ESTUDIO..... 37

1.3.3. LIMITACIONES DE INFORMACIÓN ..... 37

1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN ..... 37

1.4.1. OBJETIVO GENERAL..... 37

1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS..... 38

1.4.2.1. OBJETIVO ESPECÍFICO N° 01 ..... 38

1.4.2.2. OBJETIVO ESPECÍFICO N° 02 ..... 38

1.4.2.3. OBJETIVO ESPECÍFICO N° 03 ..... 38

1.4.2.4. OBJETIVO ESPECÍFICO N° 04 ..... 38

1.4.2.5. OBJETIVO ESPECÍFICO N° 05 ..... 38

1.5. HIPÓTESIS..... 39

1.5.1. HIPÓTESIS GENERAL ..... 39

1.5.2. SUB-HIPÓTESIS..... 39

1.5.2.1. SUB-HIPÓTESIS N°01..... 39

1.5.2.2. SUB-HIPÓTESIS N°02..... 39

1.5.2.3. SUB-HIPÓTESIS N°03..... 39

1.5.2.4. SUB-HIPÓTESIS N°04..... 39

1.5.2.5. SUB-HIPÓTESIS N°05..... 40







1.6.	DEFINICIÓN DE VARIABLES.....	40
1.6.1.	VARIABLES INDEPENDIENTES.....	40
1.6.2.	VARIABLES DEPENDIENTES.....	40
1.6.3.	CUADRO DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	41
2.	CAPÍTULO II: “MARCO TEÓRICO”.....	43
2.1.	ANTECEDENTES DE LA TESIS.....	43
2.1.1.	ANTECEDENTES A NIVEL LOCAL.....	43
2.1.2.	ANTECEDENTES A NIVEL NACIONAL.....	44
2.1.3.	ANTECEDENTES A NIVEL INTERNACIONAL.....	46
2.2.	ASPECTOS TEÓRICOS PERTINENTES.....	48
2.2.1.	TOPOGRAFÍA.....	48
2.2.1.1.	PLANIMETRÍA.....	49
2.2.1.2.	ALTIMETRÍA.....	49
2.2.1.3.	TOPOGRAFÍA INTEGRAL.....	49
2.2.1.4.	IMPORTANCIA DE LA TOPOGRAFÍA EN LA INGENIERÍA.....	50
2.2.1.4.1.	ESTUDIO.....	50
2.2.1.4.2.	EJECUCIÓN.....	50
2.2.1.5.	LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO.....	50
2.2.1.5.1.	ETAPAS DE UN LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO.....	51
2.2.1.5.1.1.	RECONOCIMIENTO DE TERRENO Y PLAN DE TRABAJO.....	51
2.2.1.5.1.2.	TRABAJO DE CAMPO.....	51
2.2.1.5.1.3.	TRABAJO DE GABINETE.....	52
2.2.1.5.2.	CLASES DE LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO.....	52
2.2.1.5.2.1.	LEVANTAMIENTOS CATASTRALES.....	52
2.2.1.5.2.2.	LEVANTAMIENTOS PARA LA CONSTRUCCIÓN.....	52
2.2.1.5.2.3.	LEVANTAMIENTO PARA VÍAS DE COMUNICACIÓN.....	52
2.2.1.5.2.4.	LEVANTAMIENTO PARA TRABAJOS SUBTERRÁNEOS.....	52
2.2.1.5.2.5.	LEVANTAMIENTOS HIDROGRÁFICOS.....	52
2.2.1.5.2.6.	LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS PROPIAMENTE DICHO.....	52
2.2.2.	HIDRÁULICA.....	53
2.2.2.1.	DEFINICIÓN.....	53
2.2.2.2.	ESTUDIO HIDRÁULICO.....	53



2.2.2.3. CANALES .....	53
2.2.2.3.1. SECCIONES ABIERTAS.....	54
2.2.2.3.2. SECCIONES CERRADAS.....	54
2.2.2.3.3. CONSIDERACIONES PARA EL DISEÑO DE CANALES... ..	56
2.2.2.3.3.1. CAUDAL .....	56
2.2.2.3.3.2. VELOCIDAD MEDIA DE LOS CANALES (V).....	56
2.2.2.3.3.3. VELOCIDAD CRÍTICA ( $V_c$ ) .....	56
2.2.2.3.3.4. TENSIÓN TRACTIVA ( $\tau$ ).....	57
2.2.2.3.3.5. PENDIENTE ADMISIBLE (S).....	59
2.2.2.3.3.6. BORDE LIBRE (B. L.) .....	59
2.2.2.3.3.7. COEFICIENTE DE RUGOSIDAD .....	60
2.2.2.3.4. CLASIFICACIÓN DEL FLUJO DE CANALES ABIERTOS..	60
2.2.2.3.5. CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DE CONDUCCIÓN DE LOS CANALES .....	63
2.2.2.3.5.1. FÓRMULA DE GANGUILLET – KUTTER .....	63
2.2.2.3.5.2. FÓRMULA DE BAZIN .....	65
2.2.2.3.5.3. ECUACIÓN DE MANNING .....	66
2.2.2.3.5.4. MÉTODO PAVLOVSKI .....	68
2.2.3. AGUAS RESIDUALES .....	69
2.2.3.1. DEFINICIÓN .....	69
2.2.3.2. FUENTES DE AGUAS RESIDUALES.....	69
2.2.3.3. TIPOS DE AGUAS RESIDUALES .....	70
2.2.3.3.1. DOMÉSTICAS.....	70
2.2.3.3.2. INDUSTRIALES .....	70
2.2.3.3.3. INFILTRACIÓN Y CAUDALES ADICIONALES.....	70
2.2.3.4. SISTEMAS DE AGUAS RESIDUALES .....	70
2.2.3.4.1. ALCANTARILLADO.....	72
2.2.3.4.1.1. SISTEMAS DE SANEAMIENTO Y DRENAJE .....	73
2.2.3.4.1.2. COMPONENTES DE UNA RED DE ALCANTARILLADO	74
2.2.3.5. MÉTODO DE CÁLCULO DE LA DEMANDA AGREGADA....	76
2.2.3.5.1. DOTACIÓN DE AGUA.....	77
2.2.3.5.2. DEMANDA .....	78
2.2.3.5.2.1. CÁLCULO DE LA DEMANDA .....	78
2.2.3.5.2.2. FACTORES QUE AFECTAN EL CONSUMO .....	79



2.2.4.	NORMA OS-070 REDES DE AGUAS RESIDUALES .....	79
2.2.4.1.	OBJETIVO .....	79
2.2.4.2.	DISPOSICIONES ESPECÍFICAS PARA DISEÑO .....	79
2.2.4.2.1.	DIMENSIONAMIENTO HIDRÁULICO .....	79
2.2.4.2.2.	CÁMARAS DE INSPECCIÓN.....	80
2.2.4.2.3.	UBICACIÓN DE TUBERÍAS .....	80
2.2.5.	HIDROLOGÍA.....	80
2.2.5.1.	IMPORTANCIA DE LA HIDROLOGÍA.....	81
2.2.5.2.	CUENCA HIDROLÓGICA .....	81
2.2.5.2.1.	CARACTERÍSTICAS DE LA CUENCA HIDROLÓGICA .....	82
2.2.5.2.1.1.	CARACTERÍSTICAS GEOMORFOLÓGICAS DE LA CUENCA	82
2.2.5.2.1.2.	CARACTERÍSTICAS GEOMORFOLÓGICAS DEL CAUCE	83
2.2.5.3.	REGISTROS METEOROLÓGICOS.....	83
2.2.5.3.1.	PRECIPITACIÓN PLUVIAL .....	83
2.2.5.3.2.	REGISTROS DE PRECIPITACIÓN Y ANÁLISIS.....	84
2.2.5.4.	AGUAS PLUVIALES .....	84
2.2.5.4.1.	DEFINICIÓN.....	84
2.2.5.4.2.	FORMAS DE PRECIPITACIÓN.....	85
2.2.5.4.2.1.	LLOVIZNA .....	85
2.2.5.4.2.2.	LLUVIA .....	85
2.2.5.4.2.3.	ESCARCHA.....	85
2.2.5.4.2.4.	NIEVE.....	85
2.2.5.4.2.5.	GRANIZO .....	85
2.2.5.4.3.	CLASIFICACIÓN DE LA PRECIPITACIÓN .....	86
2.2.5.4.3.1.	PRECIPITACIÓN CONVECTIVA .....	86
2.2.5.4.3.2.	PRECIPITACIÓN OROGRÁFICA .....	86
2.2.5.4.3.3.	PRECIPITACIÓN CICLÓNICA.....	86
2.2.5.4.4.	MEDICIÓN DE LA PRECIPITACIÓN.....	86
2.2.5.4.4.1.	PLUVIÓMETRO.....	87
2.2.5.4.5.	ESTUDIO DE UNA TORMENTA .....	88
2.2.5.4.5.1.	DEFINICIÓN .....	88
2.2.5.4.5.2.	IMPORTANCIA DEL ANÁLISIS DE LAS TORMENTAS	88
2.2.5.4.5.3.	ELEMENTOS DEL ANÁLISIS DE LAS TORMENTAS ..	89



A.	INTENSIDAD .....	89
B.	LA DURACIÓN.....	89
C.	LA FRECUENCIA .....	89
D.	PERÍODO DE RETORNO.....	89
E.	TIEMPO DE CONCENTRACIÓN .....	90
2.2.5.4.6.	DETERMINACIÓN DE LA INTENSIDAD DE LLUVIA .....	91
2.2.5.4.6.1.	MÉTODOS UTILIZADOS PARA LA DETERMINACIÓN DE INTENSIDADES MÁXIMAS DE PRECIPITACIÓN.....	92
A.	MÉTODO GUMBEL .....	92
B.	MÉTODO DE LOG PEARSON III.....	93
2.2.5.4.6.2.	DETERMINACIÓN DE LA TORMENTA DE DISEÑO ...	94
2.2.5.4.6.3.	CURVAS INTENSIDAD – DURACIÓN – FRECUENCIA (IDF)      95	
2.2.5.4.7.	CÁLCULO DEL COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA .....	98
2.2.5.4.8.	ESCURRIMIENTOS DE LA PRECIPITACIÓN PLUVIAL ....	99
2.2.5.4.8.1.	DEFINICIÓN .....	99
2.2.5.4.8.2.	MEDICIÓN DEL ESCURRIMIENTO .....	100
2.2.5.4.8.3.	PRECIPITACIÓN PLUVIAL Y ESCURRIMIENTO .....	100
2.2.5.4.8.4.	MÉTODO RACIONAL.....	101
2.2.5.4.8.5.	MÉTODO BURKLIZIEGLER .....	102
2.2.5.4.8.6.	MÉTODO DE MAC MATH .....	103
2.2.6.	NORMA OS-060 DRENAJE PLUVIAL URBANO.....	104
2.2.6.1.	OBJETIVO .....	104
2.2.6.2.	OBLIGATORIEDAD DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL	105
2.2.6.3.	DISEÑO HIDRÁULICO .....	105
2.2.6.4.	VELOCIDAD MÍNIMA.....	105
2.2.6.5.	VELOCIDAD MÁXIMA .....	105
2.2.6.6.	PENDIENTE MÍNIMA.....	106
2.2.6.7.	EVACUACIÓN DE LAS AGUAS RECOLECTADAS.....	106
2.2.6.8.	SISTEMA DE EVACUACIÓN .....	107
2.2.6.8.1.	SISTEMA DE EVACUACIÓN POR GRAVEDAD .....	107
2.2.6.8.2.	SISTEMA DE BOMBEO .....	107
3.	CAPÍTULO III: “METODOLOGÍA” .....	108
3.1.	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....	108



- 3.1.1. TIPO DE LA INVESTIGACIÓN .....108
- 3.1.2. NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN .....108
- 3.1.3. MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN .....108
- 3.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN .....109
  - 3.2.1. DISEÑO METODOLÓGICO .....109
  - 3.2.2. DISEÑO DE INGENIERÍA .....110
    - 3.2.2.1. DIAGRAMA DE FLUJO.....110
    - 3.2.2.2. SECUENCIA DE LA INVESTIGACIÓN .....111
      - 3.2.2.2.1. DETERMINACIÓN DE LA SECCIÓN DE LA TUBERÍA.....111
      - 3.2.2.2.2. DETERMINACIÓN DE LA PENDIENTE .....111
      - 3.2.2.2.3. DETERMINACIÓN DEL COEFICIENTE DE RUGOSIDAD112
      - 3.2.2.2.4. DETERMINACIÓN DEL CAUDAL DE LA RED DE CONDUCCIÓN ACTUAL .....112
      - 3.2.2.2.5. DETERMINACIÓN DE NÚMERO DE CONEXIONES DE AGUA 112
      - 3.2.2.2.6. DETERMINACIÓN DEL CAUDAL DE AGUAS RESIDUALES GENERADAS POR CONSUMO DE LA POBLACIÓN.....112
      - 3.2.2.2.7. DETERMINACIÓN DEL COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA 113
      - 3.2.2.2.8. DETERMINACIÓN DE INTENSIDAD DE LLUVIAS .....113
      - 3.2.2.2.9. DETERMINACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA .....113
      - 3.2.2.2.10. DETERMINACIÓN DEL CAUDAL DE AGUAS PLUVIALES 113
- 3.3. UNIVERSO Y MUESTRA.....114
  - 3.3.1. UNIVERSO.....114
    - 3.3.1.1. DESCRIPCIÓN DEL UNIVERSO .....114
  - 3.3.2. MUESTRA.....114
    - 3.3.2.1. DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA.....114
    - 3.3.2.2. MÉTODO DE MUESTREO .....114
  - 3.3.3. CRITERIOS DE INCLUSIÓN .....115
- 3.4. INSTRUMENTOS .....115
  - 3.4.1. INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS O INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS .....115
    - 3.4.1.1. ENCUESTAS .....115
    - 3.4.1.2. FICHA TOPOGRÁFICA .....117
  - 3.4.2. INSTRUMENTOS DE INGENIERÍA.....118



3.4.2.1.	INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN EN CAMPO .....	118
3.4.2.1.1.	ESTACIÓN TOTAL.....	118
3.4.2.1.2.	PRISMAS Y PORTA PRISMAS .....	119
3.4.2.1.3.	BRÚJULA.....	119
3.4.2.1.4.	CINTA MÉTRICA.....	120
3.4.2.1.5.	GPS.....	121
3.4.2.2.	PROGRAMAS PARA EL PROCESAMIENTO DE DATOS...122	
3.4.2.2.1.	AUTOCAD 2015 .....	122
3.4.2.2.2.	SEWERCAD V8i.....	122
3.5.	PROCEDIMIENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS .....	123
3.5.1.	RECOLECCIÓN DE DATOS POR ENCUESTAS .....	123
3.5.2.	RECOLECCIÓN DE DATOS REFERIDOS A LA POBLACIÓN Y A LA DOTACIÓN DE SERVICIO .....	124
3.5.3.	RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN REFERIDA A LOS ATASCAMIENTOS EN LA RED .....	125
3.5.4.	RECOLECCIÓN DE DATOS DE LA RED DE AGUAS RESIDUALES ACTUAL.....	127
3.5.5.	RECOLECCIÓN DE DATOS TOPOGRÁFICOS.....	129
3.5.6.	RECOLECCIÓN DE DATOS PLUVIOMÉTRICOS.....	130
3.6.	PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS DE DATOS .....	135
3.6.1.	ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN DE LAS ENCUESTAS .....	135
3.6.2.	CÁLCULO DEL CAUDAL DE AGUAS RESIDUALES GENERADAS POR CONSUMO DE LA POBLACIÓN .....	140
3.6.2.1.	OBTENCIÓN DE LA DEMANDA AGREGADA POR CONEXIONES DOMICILIARIAS APORTANTES A LA RED DE AGUAS RESIDUALES .....	140
3.6.3.	CÁLCULO DEL CAUDAL DE LA RED ACTUAL.....	143
3.6.3.1.	CÁLCULO DE PENDIENTES DE LA RED DE CONDUCCIÓN DE LAS CALLES DE LA ZONA DE ESTUDIO EN LAS ASOCIACIONES PRO VIVIENDA 28 DE JULIO, KANTU, VILLA MERCEDES Y VISTA ALEGRE	144
3.6.3.2.	DETERMINACIÓN DE CAPACIDAD DE LA RED DE ALCANTARILLADO POR CALLES DE LA ZONA DE ESTUDIO EN LAS ASOCIACIONES PRO VIVIENDA 28 DE JULIO, KANTU, VILLA MERCEDES Y VISTA ALEGRE .....	152
3.6.3.2.1.	MÉTODO GANGUILLET-KUTTER.....	152
3.6.3.2.2.	MÉTODO BAZIN .....	158



3.6.3.2.3. MÉTODO MANNING .....	165
3.6.3.2.4. MÉTODO PAVLOVSKI.....	171
3.6.4. CÁLCULO DEL CAUDAL DE ESCORRENTÍA ORIGINADA POR LLUVIAS.....	177
3.6.4.1. CÁLCULO DE LAS ÁREAS DE INFLUENCIA DE LAS MICROCUENCAS DE LA ZONA DE ESTUDIO .....	177
3.6.4.2. OBTENCIÓN DEL TIEMPO DE CONCENTRACIÓN .....	178
3.6.4.2.1. MÉTODO KIRPICH .....	178
3.6.4.2.2. MÉTODO CALIFORNIA CULVERTS PRACTICE .....	179
3.6.4.2.3. MÉTODO FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION.....	180
3.6.4.3. OBTENCIÓN DE LA INTENSIDAD DE PRECIPITACIÓN DENTRO DE LA ZONA DE ESTUDIO .....	180
3.6.4.4. OBTENCIÓN DEL CAUDAL GENERADO POR LAS PRECIPITACIONES EN LA ZONA DE ESTUDIO DENTRO DE LAS ASOCIACIONES PRO VIVIENDA 28 DE JULIO, KANTU, VILLA MERCEDES Y VISTA ALEGRE .....	187
3.6.4.4.1. ECUACIÓN DEL MÉTODO RACIONAL .....	187
3.6.4.4.1.1. OBTENCIÓN DEL COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA DEL MÉTODO RACIONAL .....	187
3.6.4.4.1.2. OBTENCIÓN DEL CAUDAL POR EL MÉTODO RACIONAL .....	189
3.6.4.4.2. MÉTODO BURKLI ZIEGLER.....	189
3.6.4.4.2.1. OBTENCIÓN DEL COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA DEL MÉTODO BURKLI ZIEGLER .....	190
3.6.4.4.2.2. OBTENCIÓN DEL CAUDAL DEL MÉTODO BURKLI ZIEGLER .....	190
3.6.4.4.3. MÉTODO DE MAC MATH.....	190
3.6.4.4.3.1. OBTENCIÓN DEL COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA MÉTODO MAC MATH .....	191
3.6.4.4.3.2. OBTENCIÓN DEL CAUDAL DEL MÉTODO DE MAC MATH .....	192
4. CAPÍTULO IV: “RESULTADOS” .....	193
4.1. CAUDALES DE CONTRIBUCIÓN A LA RED POR LA POBLACIÓN .....	193
4.2. CAUDALES DE LA RED ACTUAL DE AGUAS RESIDUALES .....	193
4.3. CAUDALES POR PRECIPITACIONES PLUVIALES.....	200
4.3.1. CAUDAL OBTENIDO POR EL MÉTODO RACIONAL .....	200



4.4. ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD DE LA RED DE RECOLECCIÓN DE AGUAS RESIDUALES SEGÚN LOS CAUDALES OBTENIDOS. ....207

4.5. PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO. ....216

    4.5.1. DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PARA LAS ASOCIACIONES PRO VIVIENDA 28 DE JULIO, KANTU, VILLA MERCEDES Y VISTA ALEGRE .....216

        4.5.1.1. DETERMINAR LA VELOCIDAD MÍNIMA Y MÁXIMA.....216

        4.5.1.2. COLOCACIÓN DE BUZONES Y TUBERIAS PARA EL DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO .....217

        4.5.1.3. CAUDAL DE CONTRIBUCIÓN A LOS BUZONES.....217

        4.5.1.4. RESULTADOS DE DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO .....218

        4.5.1.5. DISEÑO DE LA PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DE LAS ASOCIACIONES PRO VIVIENDA 28 DE JULIO, KANTU, VILLA MERCEDES Y VISTA ALEGRE 218

        4.5.1.6. RESUMEN COMPARATIVO DE LA SITUACIÓN ACTUAL Y LA PROPUESTA DE MEJORAMIENTO PARA LA ZONA DE ESTUDIO 224

5. CAPÍTULO V: “DISCUSIÓN” .....230

GLOSARIO .....232

CONCLUSIONES .....236

RECOMENDACIONES .....238

REFERENCIAS .....239

PÁGINAS WEB.....240

ANEXOS.....240



**INDICE DE TABLAS**

Tabla N° 1: Operacionalización de Variables .....	41
Tabla N° 2: Relaciones geométricas transversales más frecuentes .....	55
Tabla N° 3: Coeficientes de rugosidad de Manning.....	60
Tabla N° 4: Valores del coeficiente “n” de Kutter, usados para diseños .....	64
Tabla N° 5: Valores del coeficiente “G” de rugosidad, usados en la fórmula de Bazin.....	65
Tabla N° 6: Valores de “n” dados por Horton para ser usados en la fórmula de Manning .....	67
Tabla N° 7: Dotación en litros por persona diario (lppd) de habilitaciones de tipo comercial .....	78
Tabla N° 8: Fórmulas para el cálculo de Tiempo de concentración, Método Kirpich.....	90
Tabla N° 9: Fórmulas para el cálculo de Tiempo de Concentración – CPP.....	91
Tabla N° 10: Fórmulas para el cálculo de Tiempo de concentración – FAA ....	91
Tabla N° 11: Coeficientes de duración de lluvias entre 48 horas y una hora ...	97
Tabla N° 12: Coeficientes de escorrentía promedio para áreas urbanas desde 2 a 500 años de Período de Retorno .....	99
Tabla N° 13: Valores de “C” para la fórmula de Burkli Ziegler .....	103
Tabla N° 14: Factor de escorrentía de Mac Math .....	104
Tabla N° 15: Coeficientes de Rugosidad de Manning según Norma OS-060. ....	105
Tabla N° 16: Velocidad Máxima para Tuberías de alcantarillado según Norma OS-060. ....	106
Tabla N° 17: Viviendas particulares, por condición de ocupación de vivienda en el Distrito de San Sebastián .....	124
Tabla N° 18: Población en viviendas, urbana o rural en el Distrito de San Sebastián.....	125
Tabla N° 19: Número de atoros registrados en la red de desagüe, sectorizada, año 2014.....	126
Tabla N° 20: Cantidad de solicitudes de servicio por atoro de desagüe atendido hasta las 22 horas de presentado el reporte .....	127
Tabla N° 21: Cantidad de solicitudes de servicio por atoro de desagüe .....	127
Tabla N° 22: Precipitaciones Máximas en 24 horas - PERAYOC .....	130



Tabla N° 23: Precipitaciones Máximas en 24 horas – GRANJA KAYRA .....131

Tabla N° 24: Precipitaciones Acumuladas Mensuales - PERAYOC .....132

Tabla N° 25: Precipitaciones Acumuladas Mensuales – GRANJA KAYRA ....134

Tabla N° 26: Datos estadísticos de población y vivienda pertenecientes al Distrito de San Sebastián.....141

Tabla N° 27: Índice de personas por vivienda, Distrito de San Sebastián. Año 2007 .....141

Tabla N° 28: Índice de personas por vivienda, Distrito de San Sebastián. Año 2016.....142

Tabla N° 29: Número de habitantes y número de viviendas dentro de la zona de Estudio.....142

Tabla N° 30: Dotación por conexión clima frío Norma OS.100 .....142

Tabla N° 31: Demanda de Agua por vivienda .....143

Tabla N° 32: Cálculo del consumo de la población .....143

Tabla N° 33: Relaciones geométricas transversales más frecuentes .....144

Tabla N° 34: Pendientes de la red de aguas residuales obtenidas – Calle Prolongación Diego de Almagro.....145

Tabla N° 35: Pendientes de la red de aguas residuales obtenidas – Calle Perú .....145

Tabla N° 36: Pendientes de la red de aguas residuales obtenidas – Calle Prolongación Sucre.....145

Tabla N° 37: Pendientes de la red de aguas residuales obtenidas – Calle Espinar.....146

Tabla N° 38: Pendientes de la red de aguas residuales obtenidas – Jr. Tarapaca.....146

Tabla N° 39: Pendientes de la red de aguas residuales obtenidas – Jr. Zarumilla .....146

Tabla N° 40: Pendientes de la red de aguas residuales obtenidas – Calle Junín .....147

Tabla N° 41: Pendientes de la red de aguas residuales obtenidas – Jr. 2 de Mayo .....147

Tabla N° 42: Pendientes de la red de aguas residuales obtenidas – Jr. Pacífico .....147



Tabla N° 43: Pendientes de la red de aguas residuales obtenidas – Jr. Tacna.....	148
Tabla N° 44: Pendientes de la red de aguas residuales obtenidas – Jr. Arica.....	148
Tabla N° 45: Pendientes de la red de aguas residuales obtenidas – Av. Las Palmeras.....	148
Tabla N° 46: Pendientes de la red de aguas residuales obtenidas – Calle Los Rosales.....	149
Tabla N° 47: Pendientes de la red de aguas residuales obtenidas – Jr. Las Gardenias.....	149
Tabla N° 48: Pendientes de la red de aguas residuales obtenidas – Jr. Los Claveles.....	149
Tabla N° 49: Pendientes de la red de aguas residuales obtenidas – Jr. Los Gladiolos.....	150
Tabla N° 50: Pendientes de la red de aguas residuales obtenidas – Jr. Las Magnolias.....	150
Tabla N° 51: Pendientes de la red de aguas residuales obtenidas – Jr. Los Geranios.....	150
Tabla N° 52: Pendientes de la red de aguas residuales obtenidas – Vía Expresa 01.....	151
Tabla N° 53: Pendientes de la red de aguas residuales obtenidas – Vía Expresa 02.....	152
Tabla N° 54: Caudales obtenidos por el método de Ganguillet-Kutter en la Calle Prolongación Diego de Almagro.....	153
Tabla N° 55: Caudales obtenidos por el método de Ganguillet-Kutter en la Calle Perú.....	153
Tabla N° 56: Caudales obtenidos por el método de Ganguillet-Kutter en la Calle Prolongación Sucre.....	153
Tabla N° 57: Caudales obtenidos por el método de Ganguillet-Kutter en la Calle Espinar.....	154
Tabla N° 58: Caudales obtenidos por el método de Ganguillet-Kutter en el Jr. Tarapaca.....	154



Tabla N° 59: Caudales obtenidos por el método de Ganguillet-Kutter en el Jr. Zarumilla .....154

Tabla N° 60: Caudales obtenidos por el método de Ganguillet-Kutter en la Calle Junin .....154

Tabla N° 61: Caudales obtenidos por el método de Ganguillet-Kutter en el Jr. 2 de Mayo .....154

Tabla N° 62: Caudales obtenidos por el método de Ganguillet-Kutter en el Jr. Pacífico .....155

Tabla N° 63: Caudales obtenidos por el método de Ganguillet-Kutter en el Jr. Tacna.....155

Tabla N° 64: Caudales obtenidos por el método de Ganguillet-Kutter en el Jr. Arica .....155

Tabla N° 65: Caudales obtenidos por el método de Ganguillet-Kutter en la Av. Las Palmeras .....155

Tabla N° 66: Caudales obtenidos por el método de Ganguillet-Kutter en la Calle Los Rosales .....156

Tabla N° 67: Caudales obtenidos por el método de Ganguillet-Kutter en el Jr. Las Gardenias.....156

Tabla N° 68: Caudales obtenidos por el método de Ganguillet-Kutter en el Jr. Los Claveles .....156

Tabla N° 69: Caudales obtenidos por el método de Ganguillet-Kutter en el Jr. Los Gladiolos .....156

Tabla N° 70: Caudales obtenidos por el método de Ganguillet-Kutter en el Jr. Las Magnolias.....157

Tabla N° 71: Caudales obtenidos por el método de Ganguillet-Kutter en el Jr. Los Geranios.....157

Tabla N° 72: Caudales obtenidos por el método de Ganguillet-Kutter en la Vía Expresa 01.....157

Tabla N° 73: Caudales obtenidos por el método de Ganguillet-Kutter en la Vía Expresa 02.....158

Tabla N° 74: Caudales obtenidos por el método de Bazin en la Calle Prolongación Diego de Almagro.....159



Tabla N° 75: Caudales obtenidos por el método de Bazin en la Calle Perú .....159

Tabla N° 76: Caudales obtenidos por el método de Bazin en la Calle Prolongación Sucre.....159

Tabla N° 77: Caudales obtenidos por el método de Bazin en la Calle Espinar.....160

Tabla N° 78: Caudales obtenidos por el método de Bazin en el Jr. Tarapaca.....160

Tabla N° 79: Caudales obtenidos por el método de Bazin en el Jr. Zarumilla .....160

Tabla N° 80: Caudales obtenidos por el método de Bazin en la Calle Junín .....160

Tabla N° 81: Caudales obtenidos por el método de Bazin en el Jr. 2 de Mayo .....161

Tabla N° 82: Caudales obtenidos por el método de Bazin en el Jr. Pacífico .....161

Tabla N° 83: Caudales obtenidos por el método de Bazin en el Jr. Tacna.....161

Tabla N° 84: Caudales obtenidos por el método de Bazin en el Jr. Arica.....161

Tabla N° 85: Caudales obtenidos por el método de Bazin en la Av. Las Palmeras .....162

Tabla N° 86: Caudales obtenidos por el método de Bazin en la Calle Los Rosales .....162

Tabla N° 87: Caudales obtenidos por el método de Bazin en el Jr. Las Gardenias.....162

Tabla N° 88: Caudales obtenidos por el método de Bazin en el Jr. Las Claveles .....162

Tabla N° 89: Caudales obtenidos por el método de Bazin en el Jr. Los Gladiolos .....163

Tabla N° 90: Caudales obtenidos por el método de Bazin en el Jr. Las Magnolias .....163



Tabla N° 91: Caudales obtenidos por el método de Bazin en el Jr. Los Geranios.....163

Tabla N° 92: Caudales obtenidos por el método de Bazin en la Vía Expresa 01 .....164

Tabla N° 93: Caudales obtenidos por el método de Bazin en la Vía Expresa 02 .....164

Tabla N° 94: Caudales obtenidos por el método de Manning en la Calle Prolongación Diego de Almagro.....165

Tabla N° 95: Caudales obtenidos por el método de Manning en la Calle Perú .....165

Tabla N° 96: Caudales obtenidos por el método de Manning en la Calle Prolongación Sucre.....166

Tabla N° 97: Caudales obtenidos por el método de Manning en la Calle Espinar.....166

Tabla N° 98: Caudales obtenidos por el método de Manning en el Jr. Tarapaca.....166

Tabla N° 99: Caudales obtenidos por el método de Manning en el Jr. Zarumilla .....166

Tabla N° 100: Caudales obtenidos por el método de Manning en la Calle Junín .....167

Tabla N° 101: Caudales obtenidos por el método de Manning en el Jr. 2 de Mayo .....167

Tabla N° 102: Caudales obtenidos por el método de Manning en el Jr. Pacífico .....167

Tabla N° 103: Caudales obtenidos por el método de Manning en el Jr. Tacna.....167

Tabla N° 104: Caudales obtenidos por el método de Manning en el Jr. Arica.....168

Tabla N° 105: Caudales obtenidos por el método de Manning en la Av. Las Palmeras .....168

Tabla N° 106: Caudales obtenidos por el método de Manning en la Calle Los Rosales .....168



Tabla N° 107: Caudales obtenidos por el método de Manning en el Jr. Las Gardenias.....	168
Tabla N° 108: Caudales obtenidos por el método de Manning en el Jr. Las Claveles .....	168
Tabla N° 109: Caudales obtenidos por el método de Manning en el Jr. Los Gladiolos .....	169
Tabla N° 110: Caudales obtenidos por el método de Manning en el Jr. Las Magnolias .....	169
Tabla N° 111: Caudales obtenidos por el método de Manning en el Jr. Los Geranios.....	169
Tabla N° 112: Caudales obtenidos por el método de Manning en la Vía Expresa 01 .....	170
Tabla N° 113: Caudales obtenidos por el método de Manning en la Vía Expresa 02 .....	170
Tabla N° 114: Caudales obtenidos por el método de Pavlovski en la Calle Prolongación Diego de Almagro.....	171
Tabla N° 115: Caudales obtenidos por el método de Pavlovski en la Calle Perú .....	172
Tabla N° 116: Caudales obtenidos por el método de Pavlovski en la Calle Prolongación Sucre.....	172
Tabla N° 117: Caudales obtenidos por el método de Pavlovski en la Calle Espinar.....	172
Tabla N° 118: Caudales obtenidos por el método de Pavlovski en el Jr. Tarapaca.....	172
Tabla N° 119: Caudales obtenidos por el método de Pavlovski en el Jr. Zarumilla .....	173
Tabla N° 120: Caudales obtenidos por el método de Pavlovski en la Calle Junín .....	173
Tabla N° 121: Caudales obtenidos por el método de Pavlovski en el Jr. 2 de Mayo .....	173
Tabla N° 122: Caudales obtenidos por el método de Pavlovski en el Jr. Pacífico .....	173



Tabla N° 123: Caudales obtenidos por el método de Pavlovski en el Jr. Tacna.....	174
Tabla N° 124: Caudales obtenidos por el método de Pavlovski en el Jr. Arica.....	174
Tabla N° 125: Caudales obtenidos por el método de Pavlovski en la Av. Las Palmeras.....	174
Tabla N° 126: Caudales obtenidos por el método de Pavlovski en la Calle Los Rosales.....	174
Tabla N° 127: Caudales obtenidos por el método de Pavlovski en el Jr. Las Gardenias.....	175
Tabla N° 128: Caudales obtenidos por el método de Pavlovski en el Jr. Las Claveles.....	175
Tabla N° 129: Caudales obtenidos por el método de Pavlovski en el Jr. Los Gladiolos.....	175
Tabla N° 130: Caudales obtenidos por el método de Pavlovski en el Jr. Las Magnolias.....	175
Tabla N° 131: Caudales obtenidos por el método de Pavlovski en el Jr. Los Geranios.....	176
Tabla N° 132: Caudales obtenidos por el método de Pavlovski en la Vía Expresa 01.....	176
Tabla N° 133: Caudales obtenidos por el método de Pavlovski en la Vía Expresa 02.....	177
Tabla N° 134: Área de la zona de estudio.....	178
Tabla N° 135: Datos topográficos de la Zona de estudio.....	178
Tabla N° 136: Tiempo de concentración de la zona de estudio – Método Kirpich.....	179
Tabla N° 137: Tiempo de concentración de la zona de estudio – Método California Culverts Practice.....	179
Tabla N° 138: Tiempo de concentración de la zona de Estudio – Método Federal Aviation Administration.....	180
Tabla N° 139: Factores de corrección de precipitaciones.....	181
Tabla N° 140: Precipitaciones Máximas estimadas en 24 hrs. Dentro de las Asociaciones Pro Vivienda 28 de Julio, Kantu, Villa Mercedes y Vista Alegre.....	182





Tabla N° 141: Media y Desviación estándar de las precipitaciones máximas.183

Tabla N° 142: F(y) para cada período de tiempo.....183

Tabla N° 143: Valor de “y” .....184

Tabla N° 144: Precipitación estimada (promedio) máxima en 24 horas .....184

Tabla N° 145: Precipitación “Pd” en (mm), de acuerdo con el tiempo de duración de la lluvia .....185

Tabla N° 146: Intensidades Máximas según su duración y período de retorno .....187

Tabla N° 147: Coeficientes de Escorrentía para ser utilizadas en el Método Racional.....188

Tabla N° 148: Coeficiente de Escorrentía de la Zona de Estudio .....188

Tabla N° 149: Caudal para la Zona de Estudio por la Ecuación del Método Racional.....189

Tabla N° 150: Coeficientes de Escorrentía para ser utilizadas en el Método Burkli Ziegler .....190

Tabla N° 151: Caudal para la Zona de Estudio por el Método Burkli Ziegler ..190

Tabla N° 152: Coeficientes de Escorrentía para ser utilizadas en el Método Mac Math .....191

Tabla N° 153: Coeficiente de Escorrentía de la Zona de Estudio .....191

Tabla N° 154: Caudal para la Zona de Estudio por el Método Mac Math .....192

Tabla N° 155: Caudal de Aporte de la Población a la red de Aguas Residuales .....193

Tabla N° 156: Resultado de Caudales por los Diferentes Métodos para la Calle Prolongación Diego de Almagro.....193

Tabla N° 157: Resultado de Caudales por los Diferentes Métodos para la Calle Perú .....194

Tabla N° 158: Resultado de Caudales por los Diferentes Métodos para la Calle Prolongación Sucre.....194

Tabla N° 159: Resultado de Caudales por los Diferentes Métodos para la Calle Espinar.....194

Tabla N° 160: Resultado de Caudales por los Diferentes Métodos para el Jr. Tarapacá.....195



Tabla N° 161: Resultado de Caudales por los Diferentes Métodos para el Jr. Zarumilla .....195

Tabla N° 162: Resultado de Caudales por los Diferentes Métodos para la Calle Junín .....195

Tabla N° 163: Resultado de Caudales por los Diferentes Métodos para el Jr. 2 de Mayo .....195

Tabla N° 164: Resultado de Caudales por los Diferentes Métodos para el Jr. Pacífico .....196

Tabla N° 165: Resultado de Caudales por los Diferentes Métodos para el Jr. Tacna .....196

Tabla N° 166: Resultado de Caudales por los Diferentes Métodos para el Jr. Arica.....196

Tabla N° 167: Resultado de Caudales por los Diferentes Métodos para la Av. Las Palmeras .....196

Tabla N° 168: Resultado de Caudales por los Diferentes Métodos para la Calle Los Rosales .....197

Tabla N° 169: Resultado de Caudales por los Diferentes Métodos para el Jr. Las Gardenias.....197

Tabla N° 170: Resultado de Caudales por los Diferentes Métodos para el Jr. Los Claveles .....197

Tabla N° 171: Resultado de Caudales por los Diferentes Métodos para el Jr. Los Gladiolos .....197

Tabla N° 172: Resultado de Caudales por los Diferentes Métodos para el Jr. Las Magnolias .....198

Tabla N° 173: Resultado de Caudales por los Diferentes Métodos para el Jr. Los Geranios.....198

Tabla N° 174: Resultado de Caudales por los Diferentes Métodos para la Vía Expresa 01 .....198

Tabla N° 175: Resultado de Caudales por los Diferentes Métodos para la Vía Expresa 02 .....199

Tabla N° 176: Resumen General de Caudales Mínimos y Máximos por calles .....199

Tabla N° 177: Caudales de Precipitaciones Totales para la zona de Estudio.200



Tabla N° 178: Caudales de precipitaciones por área tributaria de los tramos de la calle Prolongación Diego de Almagro.....201

Tabla N° 179: Caudales de precipitaciones por área tributaria de los tramos de la calle Perú .....202

Tabla N° 180: Caudales de precipitaciones por área tributaria de los tramos de la calle Prolongación Sucre.....202

Tabla N° 181: Caudales de precipitaciones por área tributaria de los tramos de la calle Espinar.....202

Tabla N° 182: Caudales de precipitaciones por área tributaria de los tramos del Jr. Tarapaca.....202

Tabla N° 183: Caudales de precipitaciones por área tributaria de los tramos del Jr. Zarumilla .....203

Tabla N° 184: Caudales de precipitaciones por área tributaria de los tramos de la Calle Junín .....203

Tabla N° 185: Caudales de precipitaciones por área tributaria de los tramos del Jr. 2 de Mayo .....203

Tabla N° 186: Caudales de precipitaciones por área tributaria de los tramos del Jr. Pacífico .....203

Tabla N° 187: Caudales de precipitaciones por área tributaria de los tramos del Jr. Tacna.....204

Tabla N° 188: Caudales de precipitaciones por área tributaria de los tramos del Jr. Arica.....204

Tabla N° 189: Caudales de precipitaciones por área tributaria de los tramos de la Av. Las Palmeras .....204

Tabla N° 190: Caudales de precipitaciones por área tributaria de los tramos de la Calle Los Rosales .....204

Tabla N° 191: Caudales de precipitaciones por área tributaria de los tramos del Jr. Las Gardenias.....205

Tabla N° 192: Caudales de precipitaciones por área tributaria de los tramos del Jr. Los Claveles .....205

Tabla N° 193: Caudales de precipitaciones por área tributaria de los tramos del Jr. Los Gladiolos .....205



Tabla N° 194: Caudales de precipitaciones por área tributaria de los tramos del Jr. Las Magnolias .....205

Tabla N° 195: Caudales de precipitaciones por área tributaria de los tramos del Jr. Los Geranios.....206

Tabla N° 196: Caudales de precipitaciones por área tributaria de los tramos de la Vía Expresa 01 .....206

Tabla N° 197: Caudales de precipitaciones por área tributaria de los tramos de la Vía Expresa 02.....207

Tabla N° 198: Comparación de los Caudales con la capacidad de la Red en la calle Prolongación Diego de Almagro .....208

Tabla N° 199: Comparación de los Caudales con la capacidad de la Red en la calle Perú.....208

Tabla N° 200: Comparación de los Caudales con la capacidad de la Red en la calle Prolongación Sucre .....208

Tabla N° 201: Comparación de los Caudales con la capacidad de la Red en la calle Espinar .....209

Tabla N° 202: Comparación de los Caudales con la capacidad de la Red en el Jr. Tarapaca.....209

Tabla N° 203: Comparación de los Caudales con la capacidad de la Red en el Jr. Zarumilla .....209

Tabla N° 204: Comparación de los Caudales con la capacidad de la Red en la Calle Junín .....210

Tabla N° 205: Comparación de los Caudales con la capacidad de la Red en el Jr. 2 de Mayo .....210

Tabla N° 206: Comparación de los Caudales con la capacidad de la Red en el Jr. Pacífico .....210

Tabla N° 207: Comparación de los Caudales con la capacidad de la Red en el Jr. Tacna.....211

Tabla N° 208: Comparación de los Caudales con la capacidad de la Red en el Jr. Arica.....211

Tabla N° 209: Comparación de los Caudales con la capacidad de la Red en la Av. Las Palmeras .....211



Tabla N° 210: Comparación de los Caudales con la capacidad de la Red en la Calle Los Rosales .....212

Tabla N° 211: Comparación de los Caudales con la capacidad de la Red en el Jr. Las Gardenias.....212

Tabla N° 212: Comparación de los Caudales con la capacidad de la Red en el Jr. Los Claveles .....212

Tabla N° 213: Comparación de los Caudales con la capacidad de la Red en el Jr. Los Gladiolos .....213

Tabla N° 214: Comparación de los Caudales con la capacidad de la Red en el Jr. Las Magnolias .....213

Tabla N° 215: Comparación de los Caudales con la capacidad de la Red en el Jr. Los Geranios.....213

Tabla N° 216: Comparación de los Caudales con la capacidad de la Red en la Vía Expresa 01 .....214

Tabla N° 217: Comparación de los Caudales con la capacidad de la Red en la Vía Expresa 02 .....214

Tabla N° 218: Resumen de la deficiencia de la red actual por calles .....215

Tabla N° 219: Propuesta de mejoramiento para el sistema de alcantarillado sanitario en la Calle Prolongación Diego de Almagro.....218

Tabla N° 220: Propuesta de mejoramiento para el sistema de alcantarillado sanitario en la Calle Perú .....219

Tabla N° 221: Propuesta de mejoramiento para el sistema de alcantarillado sanitario en la Calle Prolongación Sucre.....219

Tabla N° 222: Propuesta de mejoramiento para el sistema de alcantarillado sanitario en la Calle Espinar.....219

Tabla N° 223: Propuesta de mejoramiento para el sistema de alcantarillado sanitario en el Jr. Tarapaca .....220

Tabla N° 224: Propuesta de mejoramiento para el sistema de alcantarillado sanitario en el Jr. Zarumilla .....220

Tabla N° 225: Propuesta de mejoramiento para el sistema de alcantarillado sanitario en la Calle Junín .....220

Tabla N° 226: Propuesta de mejoramiento para el sistema de alcantarillado sanitario en el Jr. 2 de Mayo .....220



Tabla N° 227: Propuesta de mejoramiento para el sistema de alcantarillado sanitario en el Jr. Pacífico .....221

Tabla N° 228: Propuesta de mejoramiento para el sistema de alcantarillado sanitario en el Jr. Tacna.....221

Tabla N° 229: Propuesta de mejoramiento para el sistema de alcantarillado sanitario en el Jr. Arica.....221

Tabla N° 230: Propuesta de mejoramiento para el sistema de alcantarillado sanitario en la Av. Las Palmeras .....221

Tabla N° 231: Propuesta de mejoramiento para el sistema de alcantarillado sanitario en la Calle Los Rosales .....222

Tabla N° 232: Propuesta de mejoramiento para el sistema de alcantarillado sanitario en el Jr. Las Gardenias.....222

Tabla N° 233: Propuesta de mejoramiento para el sistema de alcantarillado sanitario en el Jr. Los Claveles .....222

Tabla N° 234: Propuesta de mejoramiento para el sistema de alcantarillado sanitario en el Jr. Los Gladiolos .....222

Tabla N° 235: Propuesta de mejoramiento para el sistema de alcantarillado sanitario en el Jr. Las Magnolias .....223

Tabla N° 236: Propuesta de mejoramiento para el sistema de alcantarillado sanitario en el Jr. Los Geranios.....223

Tabla N° 237: Propuesta de mejoramiento para el sistema de alcantarillado sanitario en la Vía Expresa 01 .....223

Tabla N° 238: Propuesta de mejoramiento para el sistema de alcantarillado sanitario en la Vía Expresa 02 .....224

Tabla N° 239: Resumen comparativo del sistema de alcantarillado sanitario actual y la propuesta de mejoramiento – Calle Prolongación Diego de Almagro .....224

Tabla N° 240: Resumen comparativo del sistema de alcantarillado sanitario actual y la propuesta de mejoramiento – Calle Perú .....224

Tabla N° 241: Resumen comparativo del sistema de alcantarillado sanitario actual y la propuesta de mejoramiento – Calle Prolongación Sucre .....225

Tabla N° 242: Resumen comparativo del sistema de alcantarillado sanitario actual y la propuesta de mejoramiento – Calle Espinar .....225



Tabla N° 243: Resumen comparativo del sistema de alcantarillado sanitario actual y la propuesta de mejoramiento – Calle Tarapacá .....225

Tabla N° 244: Resumen comparativo del sistema de alcantarillado sanitario actual y la propuesta de mejoramiento – Jr. Zarumilla .....225

Tabla N° 245: Resumen comparativo del sistema de alcantarillado sanitario actual y la propuesta de mejoramiento – Calle Junín .....226

Tabla N° 246: Resumen comparativo del sistema de alcantarillado sanitario actual y la propuesta de mejoramiento – Jr. 2 de Mayo .....226

Tabla N° 247: Resumen comparativo del sistema de alcantarillado sanitario actual y la propuesta de mejoramiento – Jr. Pacífico .....226

Tabla N° 248: Resumen y comparación del sistema de alcantarillado sanitario actual y la propuesta de mejoramiento – Jr. Tacna .....226

Tabla N° 249: Resumen comparativo del sistema de alcantarillado sanitario actual y la propuesta de mejoramiento – Jr. Arica.....227

Tabla N° 250: Resumen comparativo del sistema de alcantarillado sanitario actual y la propuesta de mejoramiento – Av. Las Palmeras .....227

Tabla N° 251: Resumen comparativo del sistema de alcantarillado sanitario actual y la propuesta de mejoramiento – Calle Los Rosales .....227

Tabla N° 252: Resumen comparativo del sistema de alcantarillado sanitario actual y la propuesta de mejoramiento – Jr. Las Gardenias .....227

Tabla N° 253: Resumen comparativo del sistema de alcantarillado sanitario actual y la propuesta de mejoramiento – Jr. Los Claveles.....228

Tabla N° 254: Resumen comparativo del sistema de alcantarillado sanitario actual y la propuesta de mejoramiento – Jr. Los Gladiolos .....228

Tabla N° 255: Resumen y comparación del sistema de alcantarillado sanitario actual y la propuesta de mejoramiento – Jr. Las Magnolias .....228

Tabla N° 256: Resumen y comparación del sistema de alcantarillado sanitario actual y la propuesta de mejoramiento – Jr. Los Geranios .....228

Tabla N° 257: Resumen y comparación del sistema de alcantarillado sanitario actual y la propuesta de mejoramiento – Vía Expresa 01 .....229

Tabla N° 258: Resumen y comparación del sistema de alcantarillado sanitario actual y la propuesta de mejoramiento – Vía Expresa 02.....229

**INDICE DE FIGURAS**

Figura N° 1: Empozamiento de aguas en la calle Prolongación Sucre .....	34
Figura N° 2: Nivelación geométrica simple .....	49
Figura N° 3: Curvas de nivel de un levantamiento topográfico .....	51
Figura N° 4: Flujo de conductos .....	54
Figura N° 5: Secciones artificiales transversales tipo .....	55
Figura N° 6: Flujo permanente .....	62
Figura N° 7: Flujo no permanente .....	62
Figura N° 8: Pluviómetro .....	87
Figura N° 9: Modelo de Encuesta.....	116
Figura N° 10: Modelo de Ficha Topográfica .....	117
Figura N° 11: Estación Total .....	118
Figura N° 12: Prismas y Porta-prismas .....	119
Figura N° 13: Brújula.....	120
Figura N° 14: Cinta Métrica .....	121
Figura N° 15: GPS .....	121
Figura N° 16: Portada de Autocad 2015.....	122
Figura N° 17: Portada de Sewercad V8i.....	122
Figura N° 18: Encuestas realizadas a los pobladores de la zona de estudio ..	123
Figura N° 19: Encuestas realizadas a los pobladores de la zona de estudio ..	123
Figura N° 20: Plano Catastral de las Asociaciones Pro Vivienda 28 de Julio, Kantu, Villa Mercedes y Vista Alegre - Cusco .....	125
Figura N° 21: Gráfica del número de atoros registrados en la red de Desagüe por sectores, dentro del año 2014.....	126
Figura N° 22: Red de desagüe de las Asociaciones Pro Vivienda 28 de Julio, Kantu, Villa Mercedes y Vista Alegre - Cusco .....	128
Figura N° 23: Verificación de diámetro de tuberías en los buzones dentro del Sistema de Aguas Residuales – APVs 28 de Julio, Kantu, Villa Mercedes y Vista Alegre.....	128
Figura N° 24: Inspección de buzón dentro del Sistema de Aguas Residuales - APVs 28 de Julio, Kantu, Villa Mercedes y Vista Alegre.....	128
Figura N° 25: Levantamiento Topográfico de la zona de estudio .....	129
Figura N° 26: Levantamiento Topográfico en la Vía Expresa .....	129





---

Figura N° 27: Resultados de la pregunta 01 de la encuesta realizada .....	135
Figura N° 28: Resultados de la pregunta 02 de la encuesta realizada .....	136
Figura N° 29: Resultados de la pregunta 03 de la encuesta realizada .....	137
Figura N° 30: Resultados de la pregunta 04 de la encuesta realizada .....	138
Figura N° 31: Resultados de la pregunta 05 de la encuesta realizada .....	138
Figura N° 32: Resultados de la pregunta 06 de la encuesta realizada .....	139
Figura N° 33: Resultados de la pregunta 07 de la encuesta realizada .....	140
Figura N° 34: Áreas de la zona de estudio .....	177
Figura N° 35: Curvas I-D-F de las Asociaciones Pro Vivienda 28 de Julio, Kantu, Villa Mercedes y Vista Alegre .....	186
Figura N° 36: Curvas I-D-F en Escala doble Logarítmica de las Asociaciones Pro Vivienda 28 de Julio, Kantu, Villa Mercedes y Vista Alegre .....	186
Figura N° 37: Áreas contribuyentes al caudal de escorrentía pluvial .....	200
Figura N° 38: Velocidad mínima y máxima para el diseño .....	216
Figura N° 39: Dibujo de buzones y tuberías para el diseño de la red de alcantarillado.....	217
Figura N° 40: Caudal de contribución a los buzones.....	217
Figura N° 41: RESULTADOS DE CALCULO DE DISEÑO .....	218

## 1. CAPÍTULO I: “PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA”

### 1.1. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

#### 1.1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Un problema general que aqueja a la sociedad es la insuficiente capacidad de conducción de aguas residuales de algunas redes de alcantarillado en diferentes sectores de la ciudad, lo cual genera contaminación ambiental debido a que estos sistemas colapsan generando que las cámaras de inspección o buzones se obstruyan y rebosen, y no permitan una buena circulación de las aguas residuales generando mal olor y dificultades en el tránsito vehicular y peatonal.

Las Asociaciones Pro Vivienda 28 de Julio, Kantu, Villa Mercedes y Vista Alegre, del distrito de San Sebastián, ubicadas en la parte sur de la ciudad del Cusco, han sido identificadas como una zona crítica, debido a que existen reportes de los pobladores hacia la EPS SEDACUSCO donde indican que se originan atascamientos y reboses de las redes de recolección de aguas residuales, lo cual ocasiona la presencia de aguas negras en las calzadas que pueden afectar a las veredas, áreas verdes y algunos predios, causando inconvenientes a los pobladores de manera directa.

**Figura N° 1: Empozamiento de aguas en la calle Prolongación Sucre**



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



## **1.1.2. FORMULACIÓN INTERROGATIVA DEL PROBLEMA**

### **1.1.2.1. FORMULACIÓN INTERROGATIVA DEL PROBLEMA GENERAL**

- ¿La red de alcantarillado sanitario de las Asociaciones Pro Vivienda 28 de Julio, Kantu, Villa Mercedes y Vista Alegre del Distrito de San Sebastián, Departamento y Provincia del Cusco, tiene real capacidad para transportar los caudales de las aguas residuales?

### **1.1.2.2. FORMULACIÓN INTERROGATIVA DE LOS PROBLEMAS ESPECÍFICOS**

- ¿Cuáles son las características de la red de alcantarillado sanitario existente?
- ¿Qué caudal actual que transporta la red de alcantarillado sanitario?
- ¿Cuál es el caudal de lluvia que afecta la red de alcantarillado sanitario de la zona de estudio?
- ¿Cuáles serían los diámetros adecuados de la red de alcantarillado sanitario de la zona de estudio?
- ¿Qué mejoras son necesarias en la red de alcantarillado sanitario?

## **1.2. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN**

La presente investigación es importante porque permitirá dar a conocer el funcionamiento de la red de alcantarillado sanitario de las Asociaciones Pro Vivienda 28 de Julio, Kantu, Villa Mercedes y Vista Alegre del Distrito de San Sebastián, Departamento y Provincia del Cusco y alcanzar una alternativa de solución a la problemática actual.



### **1.2.1. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA**

Verificar la condición de funcionamiento del sistema de alcantarillado sanitario existente y plantear un nuevo diseño de un sistema que dará solución a la problemática.

### **1.2.2. JUSTIFICACIÓN SOCIAL**

Preservar la salud de la población y brindar adecuada transitabilidad vehicular y peatonal.

### **1.2.3. JUSTIFICACIÓN POR VIABILIDAD**

La investigación es viable debido a que se cuenta con los recursos tanto de campo como de gabinete, requeridos para la realización de la investigación.

### **1.2.4. JUSTIFICACIÓN POR RELEVANCIA**

La investigación es relevante porque determinará una solución técnica a la problemática técnico - social presente en la zona de investigación.

## **1.3. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.3.1. DELIMITACIÓN DE LA ZONA DE INVESTIGACIÓN**

La siguiente investigación se limita al estudio del área en las Asociaciones Pro Vivienda 28 de Julio, Kantu, Villa Mercedes y Vista Alegre, ubicadas en el distrito de San Sebastián, en la Ciudad del Cusco, que abarca una extensión de 14.407 ha.



### **1.3.2. LIMITACIONES DEL ESTUDIO**

- La presente investigación está limitada al estudio de aguas residuales domiciliarias.
- La presente investigación está limitada al estudio de aguas pluviales de la zona de interés

### **1.3.3. LIMITACIONES DE INFORMACIÓN**

- La presente investigación se limita al uso como referencia de planos catastrales obtenidos de la Municipalidad Distrital de San Sebastián.
- Se limita a la información de ubicación de buzones así como la de distribución de la red de aguas residuales por parte de la EPS SEDACUSCO.
- Se limita a la información de datos estadísticos de la población proporcionada por el INEI.
- Se limita a la información hidrológica procesada de las estaciones PERAYOC y KAYRA.

## **1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.4.1. OBJETIVO GENERAL**

Evaluar el Sistema de Alcantarillado Sanitario de las Asociaciones Pro Vivienda 28 de Julio, Kantu, Villa Mercedes, Vista Alegre del Distrito de San Sebastián, Provincia y Departamento del Cusco, para verificar si posee la capacidad suficiente para transportar los caudales de aguas residuales de las viviendas, así como para identificar posibles errores de diseño y plantear un diseño adecuado del sistema de alcantarillado sanitario de acuerdo a lo establecido en las normas.



## 1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

### 1.4.2.1. OBJETIVO ESPECÍFICO N° 01

Determinar las características de la red de Alcantarillado Sanitario de las Asociaciones Pro Vivienda 28 de Julio, Kantu, Villa Mercedes y Vista Alegre del Distrito de San Sebastián, Provincia y Departamento del Cusco.

### 1.4.2.2. OBJETIVO ESPECÍFICO N° 02

Determinar el caudal actual que transporta la red de Alcantarillado Sanitario de las Asociaciones Pro Vivienda 28 de Julio, Kantu, Villa Mercedes y Vista Alegre del Distrito de San Sebastián, Provincia y Departamento del Cusco.

### 1.4.2.3. OBJETIVO ESPECÍFICO N° 03

Determinar el caudal proveniente de lluvia que ingresa indebidamente en la red de Alcantarillado Sanitario de las Asociaciones Pro Vivienda 28 de Julio, Kantu, Villa Mercedes y Vista Alegre del Distrito de San Sebastián, Provincia y Departamento del Cusco.

### 1.4.2.4. OBJETIVO ESPECÍFICO N° 04

Determinar los diámetros adecuados para la red de Alcantarillado Sanitario de las Asociaciones Pro Vivienda 28 de Julio, Kantu, Villa Mercedes y Vista Alegre del Distrito de San Sebastián, Provincia y Departamento del Cusco, realizando trabajo de campo y gabinete.

### 1.4.2.5. OBJETIVO ESPECÍFICO N° 05

Plantear una propuesta técnica para el mejoramiento de la red de Alcantarillado Sanitario de las Asociaciones Pro Vivienda 28 de Julio, Kantu, Villa Mercedes y Vista Alegre del Distrito de San Sebastián, Provincia y Departamento del Cusco.



## **1.5. HIPÓTESIS**

### **1.5.1. HIPÓTESIS GENERAL**

La capacidad de conducción del Sistema de Alcantarillado Sanitario de las Asociaciones Pro Vivienda 28 de Julio, Kantu, Villa Mercedes y Vista Alegre del Distrito de San Sebastián, Provincia y Departamento del Cusco es insuficiente, debido a que el caudal de aguas residuales es mayor al que pueden soportar las tuberías de dicho sistema.

### **1.5.2. SUB-HIPÓTESIS**

#### **1.5.2.1. SUB-HIPÓTESIS N°01**

El sistema de Alcantarillado Sanitario de las Asociaciones Pro Vivienda 28 de Julio, Kantu, Villa Mercedes y Vista Alegre del Distrito de San Sebastián, Provincia y Departamento del Cusco, no posee las características adecuadas, como son pendientes, diámetros de tubería, entre otros, para conducir el caudal de aguas residuales existente.

#### **1.5.2.2. SUB-HIPÓTESIS N°02**

El caudal que existe en la red de Alcantarillado Sanitario de las Asociaciones Pro Vivienda 28 de Julio, Kantu, Villa Mercedes y Vista Alegre del Distrito de San Sebastián, Provincia y Departamento del Cusco, es mayor al que puede conducir dicha red.

#### **1.5.2.3. SUB-HIPÓTESIS N°03**

El caudal pluvial que ingresa indebidamente en la red de Alcantarillado Sanitario de las Asociaciones Pro Vivienda 28 de Julio, Kantu, Villa Mercedes y Vista Alegre del Distrito de San Sebastián, Provincia y Departamento del Cusco sobrepasa el límite que soporta dicha red.

#### **1.5.2.4. SUB-HIPÓTESIS N°04**

El diámetro actual de las tuberías de la red de alcantarillado Sanitario de las Asociaciones Pro Vivienda 28 de Julio, Kantu, Villa Mercedes y Vista Alegre del Distrito de San Sebastián, Provincia y Departamento del Cusco no es el adecuado para transportar el caudal que circula en la red.



#### 1.5.2.5. SUB-HIPÓTESIS N°05

Es necesario el mejoramiento de la red de Alcantarillado Sanitario de las Asociaciones Pro Vivienda 28 de Julio, Kantu, Villa Mercedes y Vista Alegre del Distrito de San Sebastián, Provincia y Departamento del Cusco, de acuerdo a los caudales existentes y proyectados a futuro de acuerdo a la Norma OS.070 del Reglamento Nacional de Edificaciones.

### 1.6. DEFINICIÓN DE VARIABLES

#### 1.6.1. VARIABLES INDEPENDIENTES

- **Población de la zona de estudio**  
INDICADOR: Número de habitantes dentro de la zona de estudio. (Hab.)
- **Capacidad del colector de Aguas Residuales**  
INDICADOR: Pendiente de la tubería (m/m); Diámetro de la tubería (m), Rugosidad de la tubería(n).
- **Área de la Cuenca**  
INDICADOR: Delimitación de la cuenca de acuerdo a los Planos Topográficos (Ha.).

#### 1.6.2. VARIABLES DEPENDIENTES

- **Demanda de Agua Residual**  
INDICADOR: Dotación de agua (lt/hab/día).
- **Funcionamiento del Sistema de Aguas Residuales**  
INDICADOR: Operación, mantenimiento, vida útil.
- **Demanda de Agua Residual más Agua Pluvial**  
INDICADOR: Caudal de aguas pluviales (m<sup>3</sup>/seg), Caudal de aguas residuales (m<sup>3</sup>/seg).



- **Caudal de Aguas Residuales**

INDICADOR: Flujo volumétrico (m<sup>3</sup>/s)

- **Caudal de Aguas Pluviales**

INDICADOR: Intensidad de la precipitación (mm/hr), características de la tubería.

### 1.6.3. CUADRO DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

*Tabla N° 1: Operacionalización de Variables*

TIPO DE VARIABLE	DENOMINACIÓN DE LA VARIABLE	DESCRIPCIÓN DE LA VARIABLE	INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA	INSTRUMENTOS		
INDEPENDIENTE	X1: Población de la zona de estudio	Cantidad de usuarios en la zona de estudio	Número de habitantes	Hab.	Datos de INEI		
					Padrón de Usuarios		
	X2: Capacidad del colector de Aguas Residuales	Volumen de agua capaz de transportar la tubería del sistema	Pendiente de la tubería	m/m	Hoja de cálculo		
					Diámetro de la tubería	m	Ficha de campo
						Rugosidad de la tubería	adimensional
X3: Área de la Cuenca	Espacio formado por el escurrimiento de agua	Levantamiento topográfico	UTM	Estación total e instrumentos topográficos			
DEPENDIENTE	Y1: Demanda de Agua Residual	Volumen de agua que ingresa al sistema de aguas residuales, originado por las conexiones domésticas	Dotación	lt/hab/día	Hoja de cálculo		
			Número de conexiones				
	Y2: Funcionamiento	Funcionamiento actual de la red	Mantenimiento	adimensional	Ficha de campo		
		Vida útil					



	del Sistema de Aguas Residuales	de alcantarillado	Uso		
	Y3: Demanda de Agua Residual más Agua Pluvial	Volumen total del agua originada en la zona de estudio	Cálculo de Aguas Residuales	m3/seg	Hoja de cálculo
			Cálculo de Aguas Pluviales		Pluviómetro
	Y4: Caudal de Aguas Residuales	El volumen de agua residual por unidad de tiempo que conduce la red de la zona de estudio	Flujo Volumétrico	m3/seg	Hoja de cálculo
	Y5: Caudal de Aguas Pluviales	Volumen originado por precipitaciones	Velocidad	m/seg	Hoja de cálculo
			Área	m2	Hoja de cálculo
			Intensidad de lluvia	mm	Pluviómetro

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



## 2. CAPÍTULO II: “MARCO TEÓRICO”

### 2.1. ANTECEDENTES DE LA TESIS

#### 2.1.1. ANTECEDENTES A NIVEL LOCAL

**AUTORES:** Omar Anthony Dueñas Palomino

Harold Paul Mayhuire Ponce

**TÍTULO:** “EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LAS AGUAS PLUVIALES EN LA RED COLECTORA DE AGUAS RESIDUALES DE LA URBANIZACIÓN TÚPAC AMARU DEL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN”

**INSTITUCIÓN:** UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

**AÑO DE LA INVESTIGACIÓN:** 2015

**INTRODUCCIÓN:** El ingreso de los volúmenes de agua pluviales, provenientes de las intensas y prolongadas precipitaciones, en las redes recolectoras de aguas residuales en la ciudad del Cusco ocasiona en muchos casos, que la capacidad de conducción de estas redes para la cual fueron diseñadas, sea insuficiente para transportar los volúmenes de aguas pluviales y aguas residuales conjuntamente.

Según datos de la EPS SEDACUSCO, una de las zonas identificadas con mayores problemas en la red de aguas residuales es la urbanización Túpac Amaru del distrito de San Sebastián. La presente investigación se orienta a estudiar y evaluar la incidencia de los volúmenes de aguas pluviales que ingresan dentro de la red colectora de aguas residuales de dicha urbanización y de esa manera poder determinar los impactos generados dentro de la zona.

Se dará a conocer este proyecto de investigación bajo el nombre de: “Evaluación de la Influencia de las Aguas Pluviales en la Red Colectora de Aguas Residuales de la Urbanización Túpac Amaru del distrito de San Sebastián”

La investigación comprende el análisis de los caudales que llegan a la red de conducción. En épocas de estío el único caudal presente en la red es la que recolecta las aguas residuales domiciliarias de la urbanización, sin embargo, en



la época de mayores precipitaciones el volumen que conduce la red es afectado e influenciado por las aguas proveniente de las lluvias.

Este trabajo de investigación dará a conocer si la problemática afecta de manera severa a los habitantes de la zona de estudio. Siendo el principal aporte de la tesis obtener los resultados para realizar el diseño de un sistema separativo de aguas como mejor alternativa de solución.

**COMENTARIO:** En la Tesis se llegó a cumplir con su objetivo principal, como era evaluar la incidencia de los volúmenes de aguas pluviales que ingresan dentro de la red colectora de aguas residuales de la urbanización Túpac Amaru del distrito de San Sebastián para determinar los impactos generados dentro de la zona de estudio. Otro objetivo de la tesis era determinar el volumen de agua pluvial y residual que se vierte al colector de aguas residuales, para de esta manera diseñar un sistema para captar el caudal de aguas pluviales de las calles e intersecciones de la Urbanización Túpac Amaru.

En la Tesis se ha realizado un estudio amplio de parámetros hidrológicos, para esto el área de estudio se subdividió en sub cuencas, determinando así áreas de sub cuencas, pendientes, tiempos de concentración, intensidades y finalmente caudales de diseño. Como aporte de la tesis se calcularon las secciones de evacuación de aguas pluviales para cada sub cuenca y se plantearon los posibles desfuegos para la disposición final de las aguas de lluvia.

## 2.1.2. ANTECEDENTES A NIVEL NACIONAL

**AUTOR:** Fernando Javier Chávez Aguilar

**TÍTULO** “SIMULACION Y OPTIMIZACION DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO URBANO”

**INSTITUCIÓN** PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU

**AÑO DE LA INVESTIGACIÓN:** 2015

**INTRODUCCIÓN:**



Actualmente existen diversos modelos matemáticos que permiten simular fenómenos físicos. Estos modelos sirven para el diseño, simulación, toma de decisiones; por lo que es una necesidad sumar dichas herramientas a la gestión de manera correcta, es decir conocer las hipótesis en que se basan los métodos de cálculo, las fórmulas que se utilizan, los parámetros que se requieren para los cálculos internos, todo esto para evitar errores de convergencia y asimismo permitir el análisis de los resultados.

Uno de los grandes desafíos que tiene el sector de Saneamiento Básico es satisfacer la creciente demanda de servicios para la evacuación de aguas residuales y el tratamiento de las mismas.

Hoy en día se continúa empleando modelos de simulación para el diseño de redes de alcantarillado, los cuales no pueden garantizar el costo mínimo. Optimizar los costos de inversión es hoy imperativo, lo que se puede lograr empleando modelos de optimización que garanticen eficiencia en costos bajo ciertos requerimientos (reglamentos de diseño) que son las condiciones de borde. Estos requerimientos deben también presentar opciones técnicas que permitan un diseño más económico sin pérdida de eficiencia, lo que permita el acceso de una mayor cantidad de beneficiarios.

### **CONCLUSIONES:**

La optimización permite obtener a partir de un trazo de red de alcantarillado pluvial o sanitario, los diferentes parámetros hidráulicos que producen un mínimo costo, garantizando que no habrá desbordes ni sobrecargas en la red.

El cálculo del tiempo de concentración influirá en la intensidad de lluvia a ser empleada, a menor tiempo de concentración mayor es la intensidad de lluvia a emplear, lo que incide en las dimensiones de los diámetros de las tuberías de la red.

De los resultados se observa que la propuesta de drenaje pluvial considerando la red completa, nudos 1-320, para el nivel de intensidad calculado no es adecuado, porque las profundidades de instalación superan los 8 m en el punto de entrega, lo que haría muy dificultoso su rebombeo al tenerse caudales de 20



m<sup>3</sup>/s, y los diámetros obtenidos superan en muchos casos los 2 m lo que sería poco usual.

Para el tramo de red 238-320 las profundidades de instalación varían entre los 2 m y 7 m con diámetros generalmente menores a 1.20m, lo que hace viable la construcción de dicha red al tenerse caudales del orden de los 5 m<sup>3</sup>/s para el nivel de intensidad considerado

### 2.1.3. ANTECEDENTES A NIVEL INTERNACIONAL

**AUTORES:** Erick Elias Cabrera Paiz  
Julio Cesar Castro Carmona  
Ricardo Mendez Garcia

**TÍTULO:** “DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO, AGUAS LLUVIAS, Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA EL AREA URBANA DEL MUNICIPIO DE SAN MATIAS, DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD

**AÑO DE LA INVESTIGACIÓN:** 2011

**INSTITUCIÓN:** UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

**INTRODUCCIÓN:** En el tratamiento de las aguas residuales se busca ante todo la eliminación de todos los contaminantes presentes en las aguas de descarga, por lo que se hace necesario utilizar un equipo adecuado para la remoción de los contaminantes, que son materiales derivados de actividades domésticas o de procesos industriales, los cuales por razones de salud pública, contaminación del medio ambiente y por consideraciones estéticas, deben recolectarse y dárseles un tratamiento adecuado antes de ser vertidas en ríos, quebradas u otro cuerpo receptor.

Para realizar las tareas de recolección, transporte y tratamiento de las aguas residuales se debe desarrollar los respectivos sistemas de alcantarillado sanitario y planta de tratamiento.

Se describe la situación sanitaria actual de la Villa de San Matías, dando un panorama de la problemática que se vive al carecer de un adecuado sistema de



alcantarillado. También se indican los beneficios que se obtendrán al desarrollar un diseño de sistema de alcantarillado sanitario y su correspondiente planta de tratamiento.

Se exponen los objetivos de la investigación, los cuales definen la guía a seguir para la realización de los respectivos diseños; se manifiestan los alcances de la investigación, así como las limitaciones o condiciones que puedan impedir en alguna medida la realización de la misma.

### **CONCLUSIONES:**

La implementación del sistema de alcantarillado sanitario y pluvial es de gran importancia, ya que con él, se mitigarán los impactos negativos, generados por las aguas residuales producto de la actividad humana, que actualmente se descargan sin ningún tratamiento a las calles y avenidas del Municipio y por la escorrentía superficial generada en las tormentas.

Ambos sistemas de red de alcantarillado, se han logrado desarrollar de tal forma que trabajen enteramente por gravedad, sin necesidad de elementos de bombeo en ningún punto. Esto es importante debido a que el proyecto es con orientación estrictamente social, por lo que los costos juegan un papel sumamente importante para su viabilidad de ejecución y mantenimiento futuro.

Con la red de alcantarillado sanitario se ha logrado cubrir el 70% de la totalidad de las viviendas existentes, en todos los sectores del área urbana del Municipio de San Matías y el restante 30% se cubrirá con los sistemas alternativos de fosas sépticas, letrina abonera seca familiar (LASF) y letrina solar.

Dada la topografía del lugar, para el sistema de alcantarillado pluvial no es necesario el contar con derechos de servidumbre ya que se obtiene una fácil evacuación, debido a la cercanía de las quebradas; para el alcantarillado sanitario se hace necesario el contar con los derechos de servidumbre para evacuar las aguas residuales hasta el lugar propuesto, para la ubicación de la planta de tratamiento. Si no fuera factible el lograr dichos derechos, se hará necesario reubicar la planta de tratamiento, obligando al rediseño de la red.

La red de alcantarillado sanitario constituye un factor determinante para evitar que las aguas provenientes de lavaderos, y cocinas sigan siendo evacuadas en las calles y avenidas del Municipio de San Matías, contribuyendo a prolongar la vida útil de la red vial.



La ejecución de un proyecto de sistema de alcantarillado sanitario y alcantarillado pluvial lleva implícito un aumento en la calidad de vida de la población del Municipio de San Matías y una disminución de la proliferación de las enfermedades ocasionadas por vectores y bacterias que se desarrollan en las aguas residuales.

El monto estimado para la realización del proyecto de alcantarillado sanitario y alcantarillado pluvial asciende a: Alcantarillado Sanitario \$176,600.29 dólares y Alcantarillado Pluvial \$205,325.23 dólares. Este monto es el resultado de tomar en cuenta todos los rubros que se consideran necesarios para una ejecución satisfactoria del proyecto, además se ha considerado e incluye un 30% de costos indirectos.

El presupuesto estimado de la obra, es para el período en el cual se ha desarrollado este estudio, por lo que tendría que ser ajustado en el futuro al momento de realizar el proyecto.

## **2.2. ASPECTOS TEÓRICOS PERTINENTES**

Los conceptos que se mencionan a continuación son los que mayor importancia tienen a lo largo del proceso de investigación. Por lo cual mencionarlos y definirlos es primordial para el mejor entendimiento de las personas interesadas en conocer este trabajo.

### **2.2.1. TOPOGRAFÍA**

En el libro de Jorge Mendoza Dueñas (2009), se explica que la topografía es una rama de la ingeniería que propone determinar la posición relativa de los puntos, mediante la recopilación y procesamiento de las informaciones de las partes físicas del geoide, considerando hipotéticamente, que la superficie terrestre de observación es una superficie plana horizontal. En términos simples: La topografía se encarga de realizar mediciones en una porción de tierra relativamente pequeña. Las instituciones que se encargan de obtener esta información, son las especializadas en cartografía, de la misma manera se puede obtener a través de las mediciones realizadas sobre el terreno (“levantamiento”), complementando esta información con la aplicación de elementales



procedimientos matemáticos. La topografía se divide en tres partes para su mejor desarrollo.

### 2.2.1.1. PLANIMETRÍA

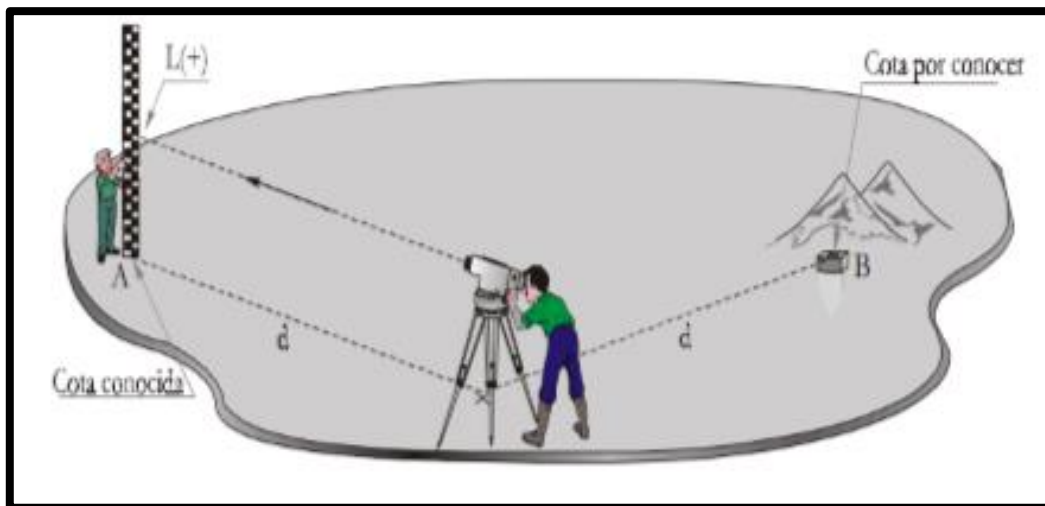
Se encarga de representar gráficamente una porción de tierra, sin tener en cuenta los desniveles o diferentes alturas que pueda tener el mencionado terreno.

Para esto es importante proyectar a la horizontal todas las longitudes inclinadas que hayan de intervenir de la determinación del plano.

### 2.2.1.2. ALTIMETRÍA

Se encarga de representar gráficamente las diferentes altitudes de los puntos de la superficie terrestre respecto a una superficie de referencia.

**Figura N° 2: Nivelación geométrica simple**



FUENTE: TOPOGRAFÍA TÉCNICAS MODERNAS – MENDOZA DUEÑAS, JORGE

### 2.2.1.3. TOPOGRAFÍA INTEGRAL

Se encarga de representar gráficamente los diferentes puntos sobre la superficie terrestre, teniendo presente su posición planimétrica y su altitud.



#### **2.2.1.4. IMPORTANCIA DE LA TOPOGRAFÍA EN LA INGENIERÍA**

La importancia de la topografía, radica en que ésta interviene en todas las etapas de la ingeniería. Es fácil entender que la realización de una obra civil pasa por varias etapas; sin embargo dos de ellas tienen relación directa con la topografía, estas son:

##### **2.2.1.4.1. ESTUDIO**

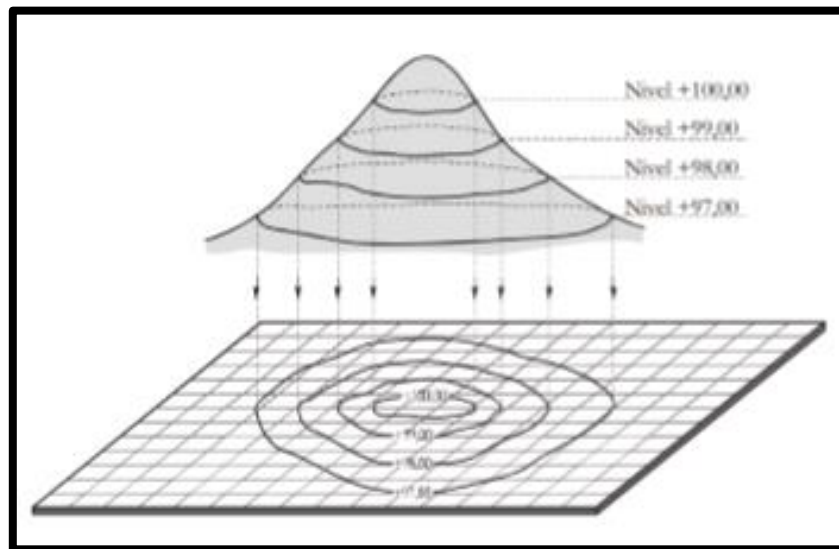
Llamado también proyecto; realizado por el ingeniero consultor o empresa consultora. Consiste en llevar a cabo los planos y el expediente técnico de una futura obra. Obviamente para ello, lo primero que debe hacer el ingeniero es representar en un plano el terreno o porción de tierra donde se va a proyectar la futura obra; ello significa el apoyo obligatorio de la topografía. De un plano topográfico preciso y una correcta representación de los linderos, es posible proyectar una adecuada obra. Sin embargo, si el plano topográfico elaborado no se acerca a la realidad, por más que los demás especialistas sean expertos en sus materias, el estudio llevará consigo un error desde su inicio, el cual será descubierto en el proceso constructivo de la misma.

##### **2.2.1.4.2. EJECUCIÓN**

Realizado por el ingeniero contratista o empresa contratista. Consiste en realizar el proceso constructivo de la obra de acuerdo al plano elaborado por el consultor. La topografía interviene al iniciar la ejecución de la obra ya que lo primero que hará el ingeniero en el terreno será el trazado de ejes y nivelación de ciertos bancos de nivel; esto significa el apoyo de la topografía.

##### **2.2.1.5. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO**

Es el proceso por el cual se realiza un conjunto de operaciones y métodos para representar gráficamente en un plano una porción de tierra, ubicando la posición de sus puntos naturales y/o artificiales más importantes.

**Figura N° 3: Curvas de nivel de un levantamiento topográfico**

FUENTE: TOPOGRAFÍA TÉCNICAS MODERNAS – MENDOZA DUEÑAS, JORGE

#### **2.2.1.5.1. ETAPAS DE UN LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO**

En realidad, el levantamiento topográfico podría dividirse en muchas etapas, sin embargo podemos dividirlos en tres generales.

##### **2.2.1.5.1.1. RECONOCIMIENTO DE TERRENO Y PLAN DE TRABAJO**

Es la etapa por la cual se investiga, razona y deduce el método más apropiado para llevar óptimamente el trabajo de campo.

Para esto, es importante realizar la visita al terreno, preguntar la mayor cantidad de datos técnicos a los lugareños, así como alimentarnos de planos referenciales existente del lugar.

##### **2.2.1.5.1.2. TRABAJO DE CAMPO**

Consiste en ejecutar in-situ las mediciones necesarias de acuerdo al plan y estrategia establecido en el reconocimiento de terreno; esto se consigue midiendo distancias, ángulos horizontales, verticales así como el desnivel entre los puntos. Es importante que el trabajo se realice de manera ordenada para de este modo hacer más simple el trabajo de gabinete. En esta etapa es imprescindible el uso de libreta de campo, en la cual se anotan los datos obtenidos.



### **2.2.1.5.1.3. TRABAJO DE GABINETE**

Son todos los cálculos matemáticos que se realizan con la finalidad de elaborar los planos. Al respecto es preciso recomendar que la presencia de la persona que realizó las anotaciones en la libreta de campo, comparta el trabajo de gabinete, dado que así será posible resolver cualquier duda en el caso que lo hubiese. En conclusión la eficiencia de un levantamiento topográfico depende en gran parte de la manera como se maneje el reconocimiento de terreno y plan de trabajo.

### **2.2.1.5.2. CLASES DE LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO**

#### **2.2.1.5.2.1. LEVANTAMIENTOS CATASTRALES**

Son los que se realizan con el objeto de definir y fijar los límites de áreas y propiedades, como también para identificación de estos límites.

#### **2.2.1.5.2.2. LEVANTAMIENTOS PARA LA CONSTRUCCIÓN**

Se usa para determinar y localizar puntos, líneas y niveles que servirán como guía para el proceso de construcción.

#### **2.2.1.5.2.3. LEVANTAMIENTO PARA VÍAS DE COMUNICACIÓN**

Comprende los levantamientos para trabajos de naturaleza lineal como carreteras, canales, ferrocarriles, etc.

#### **2.2.1.5.2.4. LEVANTAMIENTO PARA TRABAJOS SUBTERRÁNEOS**

Se usan para localizar la posición de las minas, túneles, acueductos, etc.

#### **2.2.1.5.2.5. LEVANTAMIENTOS HIDROGRÁFICOS**

Se realizan para determinar el relieve del fondo de los lagos, ríos, océanos, y también para medir el caudal y volumen de las corrientes de agua.

#### **2.2.1.5.2.6. LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS PROPIAMENTE DICHO**

Son los que se hacen con el propósito de determinar la conformación del terreno y localización de los objetos naturales y artificiales que sobre él se encuentran. (Mendoza Dueñas, Jorge. 2009).



## **2.2.2. HIDRÁULICA**

### **2.2.2.1. DEFINICIÓN**

La hidráulica es la rama de la ingeniería civil que se ocupa de la proyección y ejecución de obras relacionadas con el agua, sea para su uso, como en la obtención de energía hidráulica, la irrigación, potabilización, canalización u otras, sea para la construcción de estructuras en mares, ríos, lagos, o entornos similares, incluyendo, por ejemplo, diques, represas, canales, puertos, muelles, entre otros.

### **2.2.2.2. ESTUDIO HIDRÁULICO**

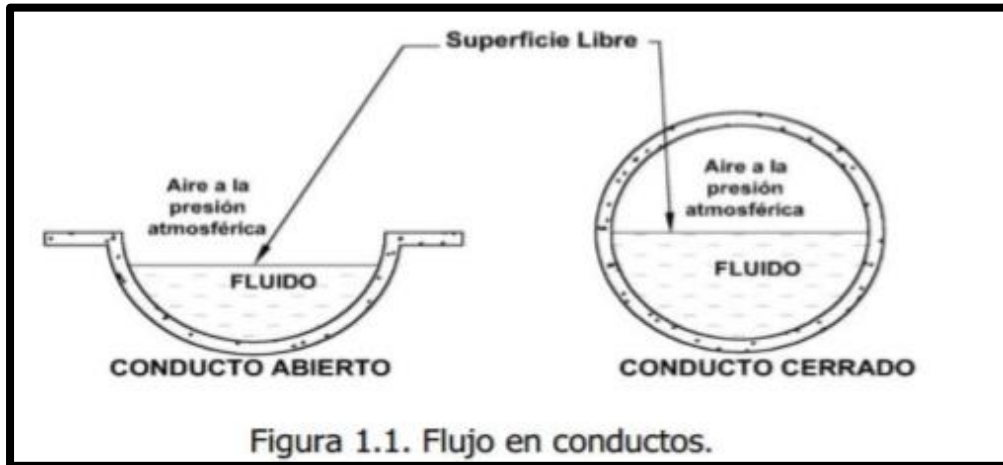
El flujo con superficie libre probablemente es el fenómeno del flujo que con más frecuencia se produce en la superficie de la tierra. Las corrientes de los ríos y las corrientes de agua de lluvia son ejemplos que suceden en la naturaleza.

Las situaciones provocadas por los seres humanos incluyen flujos en canales y alcantarillas, escurrimientos sobre materiales impermeables. En todas estas situaciones, el flujo se caracteriza por un interfaz entre el aire y la capa superior del agua la cual se llama Superficie Libre. En esta superficie libre, la presión es constante, y en casi todas las situaciones, esta es la presión Atmosférica. En la práctica de la ingeniería, el fluido que la mayoría de los canales abiertos conduce es agua.

### **2.2.2.3. CANALES**

Los canales son conductos en los que el agua circula debido a la acción de gravedad y sin ninguna presión, pues la superficie libre del líquido está en contacto con la atmósfera.

Los canales pueden ser naturales (ríos o arroyos) o artificiales (construidos por le hombre). Dentro de estos últimos, pueden incluirse aquellos conductos cerrados que trabajan parcialmente llenos (alcantarillas, tuberías). (Villón Béjar, Máximo. 2007)

**Figura N° 4: Flujo de conductos**

FUENTE: HIDRÁULICA II – RODRÍGUEZ RUIZ, PEDRO.

Las secciones transversales más comunes son las siguientes:

#### 2.2.2.3.1. SECCIONES ABIERTAS

**Sección Trapezoidal:** Se usa siempre en canales de tierra y en canales revestidos.

**Sección Rectangular:** Se emplea para acueductos de madera, para canales excavados en roca y para canales revestidos.

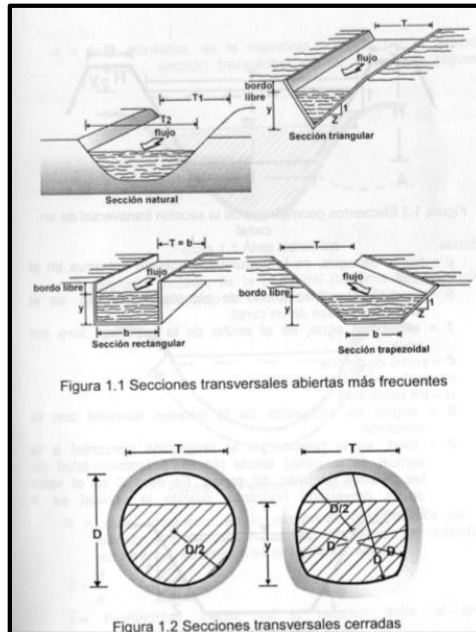
**Sección Triangular:** Se usa para cunetas revestidas en las carreteras, también en canales de tierra pequeños, fundamentalmente por facilidad de trazo, por ejemplo los surcos.

**Sección Parabólica:** Se emplea en algunas ocasiones para canales revestidos y es la forma que toman aproximadamente muchos canales naturales y canales bajo tierra. (Villón Béjar, Máximo. 2007)

#### 2.2.2.3.2. SECCIONES CERRADAS

**Sección circular y sección de herradura:** Se usan comúnmente para alcantarillas y estructuras hidráulicas importantes. (Villón Béjar, Máximo. 2007)

Figura N° 5: Secciones artificiales transversales tipo



FUENTE: HIDRÁULICA DE CANALES – VILLÓN BEJAR, MÁXIMO.

Tabla N° 2: Relaciones geométricas transversales más frecuentes

Sección	Area hidráulica A	Perímetro mojado P	Radio hidráulico R	Espejo de agua T
<p>Rectangular</p>	$by$	$b+2y$	$\frac{by}{b+2y}$	$b$
<p>Trapezoidal</p>	$(b+zy)y$	$b+2y\sqrt{1+z^2}$	$\frac{(b+zy)y}{b+2y\sqrt{1+z^2}}$	$b + 2zy$
<p>Triangular</p>	$zy^2$	$2y\sqrt{1+z^2}$	$\frac{zy}{2\sqrt{1+z^2}}$	$2zy$
<p>Circular</p>	$\frac{(\theta - \text{sen}\theta)D^2}{8}$	$\frac{\theta D}{2}$	$(1 - \frac{\text{sen}\theta}{\theta})\frac{D}{4}$	$(\frac{\text{sen}\theta}{2})D$ ó $2\sqrt{y(D-y)}$
<p>Parabólica</p>	$\frac{2}{3} Ty$	$T + \frac{8y^2}{3T}$	$\frac{2T^2y}{3T+8y^2}$	$\frac{3A}{2y}$

FUENTE: MANUAL DE CRITERIOS DE DISEÑO DE OBRAS HIDRÁULICAS – AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA PERÚ.



### 2.2.2.3.3. CONSIDERACIONES PARA EL DISEÑO DE CANALES

#### 2.2.2.3.3.1. CAUDAL

El cálculo del caudal de diseño se calcula tomando en cuenta las consideraciones hidrológicas, por lo que se busca encontrar dimensiones del canal, para conducir el caudal.

#### 2.2.2.3.3.2. VELOCIDAD MEDIA DE LOS CANALES (V)

La velocidad media se puede calcular usando la fórmula de Manning:

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

Dónde:

V = Velocidad media (m/seg).

R = Radio hidráulico en (m).

S = Pendiente (m/m).

n = Coeficiente de rugosidad de Manning (adimensional).

Las velocidades en los canales varían en un ámbito cuyos límites son la velocidad mínima que no produzca depósitos de materiales sólidos en suspensión (sedimentación); y la máxima que no produzca erosión en las paredes y el fondo del canal, las velocidades superiores a los valores máximos permisibles, modifican y crean dificultades en el funcionamiento de las estructuras del canal. A la inversa la sedimentación debido a las velocidades muy bajas, provoca problemas por embaucamiento y disminución de la capacidad de conducción y origina mayores gastos de conservación.

#### 2.2.2.3.3.3. VELOCIDAD CRÍTICA (V<sub>c</sub>)

Como se mencionó anteriormente, la acción erosiva sobre la tubería es el factor más importante a efecto de la determinación de la velocidad máxima de las aguas residuales.

Considerando los valores máximos de velocidad hay dos condiciones que observar





- De los resultados de una amplia investigación hecha en Holanda se desprende que una velocidad de flujo entre 4,0 y 5,0 m/s causa menos erosión que las velocidades entre 2,5 y 4,0 m/s.
- Se debe evitar la mezcla de aguas residuales y aire, limitando velocidades más de 5 m/s.

Por tanto, es recomendable calcular la máxima pendiente admisible para una velocidad final  $V_f = 5$  m/s.

Por otro lado, cuando la velocidad final ( $V_f$ ) sea superior a la velocidad crítica ( $V_c$ ), la altura máxima de lámina líquida admisible debe ser 0,5 del diámetro del colector, asegurando la ventilación del tramo. La velocidad crítica es definida por:

$$V_c = 6\sqrt{gR}$$

Donde:

$V_c$  = Velocidad crítica (m/s)

$g$  = Aceleración de la gravedad (m/s<sup>2</sup>)

$R$  = Radio hidráulico (m)

#### 2.2.2.3.3.4. TENSIÓN TRACTIVA ( $\tau$ )

La tensión tractiva ó fuerza de arrastre ( $\tau$ ), es la fuerza tangencial por unidad de área mojada ejercida por el flujo de aguas residuales sobre un colector y en consecuencia sobre el material depositado. Como se muestra en la figura 5, en la masa de aguas residuales de un tramo de colector de longitud  $L$ , con área de sección transversal  $A$  y perímetro mojado  $P$ , la tracción tractiva estará dada por el componente del peso ( $W$ ) en dirección del flujo dividido por el área mojada:

$$\tau = \frac{W \operatorname{sen} \varphi}{PL}$$

Donde:

$\tau$  = Tensión tractiva (N/m<sup>2</sup>, Pa)

$P$  = Perímetro mojado (m).



L = Longitud (m)

W = Peso (Newtons)

El peso (W) está dado por:

$$W = \rho g AL$$

Donde:

$\rho$  = Densidad de aguas residuales (kg/m<sup>3</sup>)

g = Aceleración de la gravedad (m/s<sup>2</sup>).

Si se considera que A/P es el radio hidráulico, R:

$$\tau = \rho g R \sin \varphi$$

Cuando  $\varphi$  es pequeño,  $\sin \varphi = \tan \varphi$ , y como la  $\tan \varphi$  es la gradiente del colector, S (m/m), la ecuación de tensión tractiva puede ser escrita de la siguiente forma:

$$\tau = \rho g RS$$

La tensión tractiva mínima para los sistemas de alcantarillado deberá tener como valor mínimo:

$$\tau_{\min} = 1 \text{ Pa}$$

En los tramos iniciales de los colectores (arranque), en los cuales se presentan bajos caudales promedio tanto al inicio como al fin del periodo de diseño, se recomienda calcular la pendiente con una tensión tractiva de 1 Pa, y posteriormente, su verificación con caudales de aporte reales, no deberá ser menor a 0,6 Pa.



Mara (2000), indica que cuando existen dudas sobre la calidad de la construcción, debido a la calidad de los materiales de construcción, podría ser apropiado un valor mínimo de tensión tractiva de 1.5 Pa.

#### **2.2.2.3.3.5. PENDIENTE ADMISIBLE (S)**

La pendiente en general, debe ser la máxima que permita dominar la mayor superficie posible del área de drenaje y que, a su vez dé valores para la velocidad que no causen erosión de las paredes y base del canal ni permita el depósito de sedimentos.

#### **2.2.2.3.3.6. BORDE LIBRE (B. L.)**

En la determinación de la sección transversal de los canales resulta siempre necesario dejar cierto desnivel entra la superficie libre para el tirante normal y la corona de los bordos, como margen de seguridad, a fin de absorber los desniveles extraordinarios, que pueda presentarse por encima del caudal de diseño del canal:

$$\boxed{B. L. = H - y}$$

Donde:

B.L. = Borde libre (m).

H = Altura total (m).

y = Tirante (m).

Una práctica para canales revestidos es dejar un borde libre igual a un tercio del tirante, es decir:

$$\boxed{B. L. = y/3}$$

Dónde:

B.L. = Borde libre (m).

y = Tirante (m).



**2.2.2.3.3.7. COEFICIENTE DE RUGOSIDAD**

La tabla número 3 muestra los valores del coeficiente de rugosidad de Manning correspondientes a los diferentes acabados de los materiales de las cunetas de las calles y berma central. (R.N.E., 2007)

**Tabla N° 3: Coeficientes de rugosidad de Manning**

Cunetas de las Calles	Coeficiente de Rugosidad <i>N</i>
a. Cuneta de Concreto con acabado paleteado	0,012
b. Pavimento Asfáltico	
1) Textura Lisa	0,013
2) Textura Rugosa	0,016
c. Cuneta de concreto con Pavimento Asfáltico	
1) Liso	0,013
2) Rugoso	0,015
d. Pavimento de Concreto	
1) Acabado con llano de Madera	0,014
2) Acabado escobillado	0,016
e. Ladrillo	0,016
f. Para cunetas con pendiente pequeña, donde el sedimento puede acumularse, se incrementarán los valores arriba indicados de <i>n</i> , en:	0,002

FUENTE: R.N.E., NORMA OS.060 DRENAJE PRUVIAL URBANO

**2.2.2.3.4. CLASIFICACIÓN DEL FLUJO DE CANALES ABIERTOS**

La clasificación del flujo en un canal depende de la variable de diferencia que se tome, así tenemos:

- **Flujo Permanente y no permanente:** Esta clasificación obedece a la utilización del tiempo como variable. El flujo es permanente si los parámetros (tirante, velocidad, etc.), no cambian con respecto al tiempo, es decir, en una sección del canal, en todo el tiempo los elementos del flujo permanecen constantes. Matemáticamente se puede representar:

$$\frac{\partial y}{\partial t} = 0; \quad \frac{\partial v}{\partial t} = 0; \quad \frac{\partial A}{\partial t} = 0; \quad \text{etc.}$$



Si los parámetros cambian con respecto al tiempo, el flujo se llama no permanente, es decir:

$$\frac{\partial y}{\partial t} \neq 0; \quad \frac{\partial v}{\partial t} \neq 0; \quad \frac{\partial A}{\partial t} \neq 0; \quad \text{etc.}$$

- **Flujo Uniforme y variado:** Esta clasificación obedece a la utilización del espacio como variable. El flujo es uniforme si los parámetros (tirante, velocidad, área, etc.), no cambian con respecto al espacio, es decir, en cualquier sección del canal los elementos del flujo permanecen constantes. Matemáticamente se puede representar:

$$\frac{\partial y}{\partial L} = 0; \quad \frac{\partial v}{\partial L} = 0; \quad \frac{\partial A}{\partial L} = 0; \quad \text{etc.}$$

Si los parámetros varían de una sección a otra el flujo se llama no uniforme o variado, es decir:

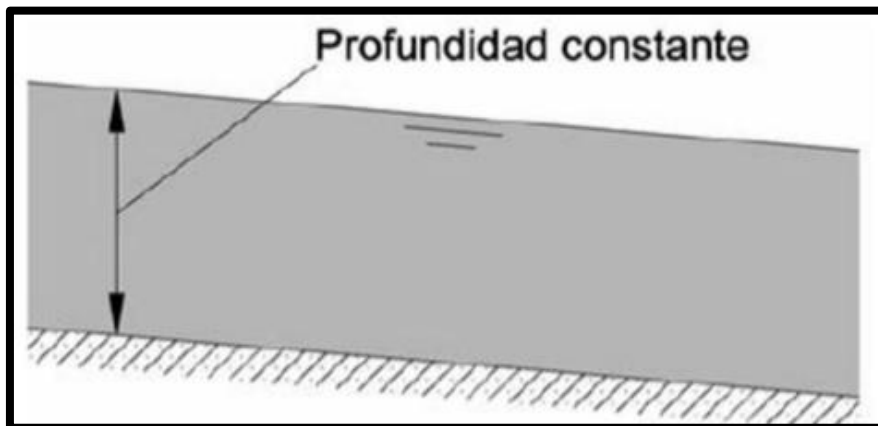
$$\frac{\partial y}{\partial L} \neq 0; \quad \frac{\partial v}{\partial L} \neq 0; \quad \frac{\partial A}{\partial L} \neq 0; \quad \text{etc.}$$

El flujo variado a su vez se puede clasificar en gradual y rápidamente variado.

El flujo gradualmente variado, es aquel en el cual los parámetros hidráulicos, cambian en forma gradual a lo largo del canal, como es el caso de una curva de remanso, producida por la intersección de una presa en el cauce principal, elevándose el nivel del agua por encima de la presa, con efecto hasta varios kilómetros aguas arriba de la estructura.

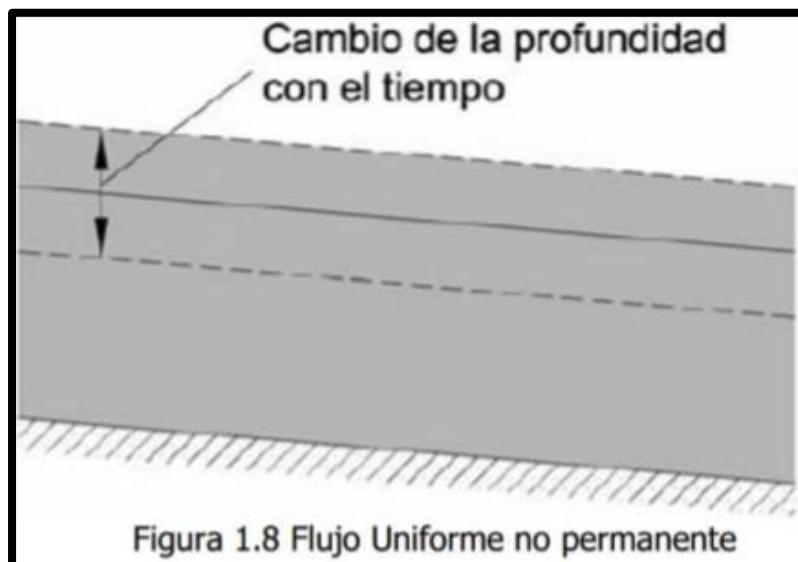
El flujo rápidamente variado, es aquel en el cual los parámetros varían instantáneamente en una distancia muy pequeña, como es el caso del resalto hidráulico. (Villón Béjar, Máximo. 2007)

**Figura N° 6: Flujo permanente**



FUENTE: HIDRÁULICA II – RODRÍGUEZ RUIZ, PEDRO.

**Figura N° 7: Flujo no permanente**



FUENTE: HIDRÁULICA II – RODRÍGUEZ RUIZ, PEDRO.



### 2.2.2.3.5. CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DE CONDUCCIÓN DE LOS CANALES

Todas las fórmulas utilizadas para el diseño de caudales tienen como origen la fórmula de Chezy. Esta ecuación fue obtenida en 1775, la cual no pudo ser utilizada por la dificultad de obtener un valor confiable del coeficiente C, fue obtenida originalmente para su aplicación en canales y su validez se restringe al flujo uniforme. Dónde:

$$V = C * \sqrt{R * S}$$

En el cuál:

V: Velocidad media (m/seg).

C: Coeficiente de Chezy que depende de las características del escurrimiento y de la naturaleza de las paredes del canal.

R: Radio hidráulico (m).

S: Pendiente (m/m).

Por tanto diferentes investigadores durante años encaminaron sus esfuerzos a evaluar el coeficiente de Chezy de acuerdo con distintas fórmulas, las más conocidas son las siguientes: (Rocha Felices, 2007)

#### 2.2.2.3.5.1. FÓRMULA DE GANGUILLET – KUTTER

En 1869, Gangillet y Kutter, ingenieros suizos, realizaron una investigación compleja de todos los experimentos disponibles sobre conductos abiertos, como resultado de estos estudios dedujeron una fórmula empírica para calcular el coeficiente de resistencia “C” en la fórmula de Chezy.

$$C = \frac{23 + \frac{1}{n} + \frac{0.00155}{S}}{1 + \left[ 23 + \frac{0.00155}{S} \right] \frac{n}{\sqrt{R}}}$$



“C” es el coeficiente de Ganguillet-Kutter a usarse en la fórmula de Chezy, “S” es la pendiente, “R” el radio hidráulico y “n” un coeficiente de rugosidad (de Kutter), cuyos valores aparecen en la tabla “Valores del coeficiente n de Kutter que generalmente se usan en los diseños”.

**Tabla N° 4: Valores del coeficiente “n” de Kutter, usados para diseños**

SUPERFICIE	n
Superficie metálica, lisa, sin pintar	0,012
Superficie metálica, lisa, pintada	0,013
Superficie metálica, corrugada	0,025
Cemento liso	0,011
Mortero de cemento	0,013
Madera cepillada	0,012
Madera sin cepillar	0,013
Tablones sin cepillar	0,014
Concreto liso	0,013
Concreto bien acabado, usado	0,014
Concreto frotachado	0,015
Concreto sin terminar	0,017
Gunita (sección bien terminada)	0,019
Gunita (sección ondulada)	0,022
Superficie asfáltica lisa	0,013
Superficie asfáltica rugosa	0,016
Tierra, limpia, sección nueva	0,018
Tierra, limpia, sección antigua	0,022
Tierra gravosa	0,025
Tierra, con poca vegetación	0,027
Tierra, con vegetación	0,035
Tierra, con piedras	0,035
Tierra, con pedrones	0,040
Para secciones circulares (trabajando como canal)	
Metal, liso	0,010
Acero soldado	0,012
Acero riveteado	0,016
Fierro fundido	0,013 – 0,014
Cemento	0,011 – 0,013
Vidrio	0,010

FUENTE: HIDRÁULICA DE TUBERÍAS Y CANALES – ROCHA FELICES, ARTURO.



**2.2.2.3.5.2. FÓRMULA DE BAZIN**

Esta fórmula fue establecida por Bazin en 1897:

$$c = \frac{87}{1 + \frac{G}{\sqrt{R}}}$$

c: Coeficiente a usarse en la fórmula de Chezy

R: Radio Hidráulico

G Rugosidad de Bazin

**Tabla N° 5: Valores del coeficiente “G” de rugosidad, usados en la fórmula de Bazin**

CATEGORIA	DESCRIPCION	G
1	Contorno muy liso, perfectamente ejecutado. Plancha metálica. Cemento liso, madera muy cepillada.	0,06
2	Contornos lisos. Concreto bien acabado.	0,16
3	Concreto sin pulir. Albañilería de piedra bien terminada.	0,46
4	Canales en tierra, sin vegetación.	0,85
5	Canales en tierra con hierbas. Ríos de cauce irregular, sin vegetación.	1,30
6	Canales en tierra con vegetación. Fondo de cantos rodados. Canales en tierra muy erosionados e irregulares.	1,75

FUENTE: HIDRÁULICA DE TUBERÍAS Y CANALES – ROCHA FELICES, ARTURO



### 2.2.2.3.5.3. ECUACIÓN DE MANNING

En 1989 el ingeniero irlandés Robert Manning presenta una ecuación para determinar el valor de “C”, en función del radio hidráulico y la rugosidad del material que se construye el canal.

$$C = \frac{R^{1/6}}{n}$$

Sustituyendo el valor de “C” de Manning en la ecuación de Chezy para calcular la velocidad se tiene:

$$V = C * \sqrt{R * S} \quad \text{Ec. Chezy}$$

Sustituyendo:

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

Ecuación de Manning para calcular la velocidad en canales abiertos y cerrados sistema métrico.

Dónde:

V: Velocidad media del agua en canales con régimen uniforme (m/seg.)

n: Coeficiente de rugosidad de Manning

R: Radio hidráulico (m).

S: Pendiente del canal (m/m)

**Tabla N° 6: Valores de “n” dados por Horton para ser usados en la fórmula de Manning**

Superficie	Condiciones de las paredes			
	Perfectas	Buenas	Medianas	Malas
Tubería hierro forjado negro comercial	0.012	0.013	0.014	0.015
Tubería fierro forjado galvanizado comercial	0.013	0.014	0.015	0.017
Tubería de latón o vidrio	0.009	0.010	0.011	0.013
Tubería acero remachado en espiral	0.013	0.015*	0.017*	
Tubería de barro vitrificado	0.010	0.013*	0.015	0.017
Tubos comunes de barro para drenaje	0.011	0.012*	0.014*	0.017
Tabique vidriado	0.011	0.012	0.013	0.015
Tabique con mortero de cemento; albañales de tabique	0.012	0.013	0.015*	0.017
Superficies de cemento pulido	0.010	0.011	0.012	0.013
Superficies aplanadas con mortero de cemento	0.011	0.012	0.013*	0.015
Tuberías de concreto	0.012	0.013	0.015*	0.016
Tuberías de duela	0.010	0.011	0.012	0.013
<i>Acueductos de tablón:</i>				
Labrado	0.010	0.012*	0.013	0.014
Sin labrar	0.011	0.013*	0.014	0.015
Con astillas	0.012	0.015*	0.016	
Canales revestidos con concreto	0.012	0.014*	0.016*	0.018
Superficie de mampostería con cemento	0.017	0.020	0.025	0.030
Superficie de mampostería en seco	0.025	0.030	0.033	0.035
Acueducto semicirculares metálicos, lisos	0.011	0.012	0.013	0.015
Acueducto semicirculares metálicos corrugados	0.0225	0.025	0.0275	0.030
<i>Canales y zanjas:</i>				
En tierra, alineados y uniformes	0.017	0.020	0.0225	0.025*
En roca, lisos y uniformes	0.025	0.030	0.033*	0.035
En roca, con salientes y sinuosos	0.035	0.040	0.045	
Sinuosos y de escurrimiento lento	0.0225	0.025*	0.0275	0.030
Degradados en tierra	0.025	0.0275*	0.030	0.033
Con lecho pedregoso y bordos de tierra enhierbados	0.025	0.030	0.035*	0.040
Plantilla de tierra, taludes	0.028	0.030*	0.033*	0.035

FUENTE: HIDROLOGÍA – VILLÓN BÉJAR, MÁXIMO

El cálculo del gasto en el diseño de canales, para este tipo de régimen, puede determinarse la ecuación de continuidad y la ecuación de Manning.

$$Q = V * A$$

Sustituyendo el valor de la V en la ecuación anterior, tenemos:

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

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



Ecuación general para el diseño hidráulico de canales en el sistema métrico, dónde:

Q: Gasto en m<sup>3</sup>/seg

n: Coeficiente de rugosidad de Manning, es dato.

S: Pendiente hidráulica ( $S = h/1$ ) del canal, es dato.

A: Área hidráulica del canal, en m<sup>2</sup>.

R: Radio hidráulico, en m.

#### 2.2.2.3.5.4. MÉTODO PAVLOVSKI

En 1925 Pavlovski presentó la expresión siguiente:

$$C = \frac{R^x}{n}$$

Siendo:

$$x = 2.5\sqrt{n} - 0.13 - 0.75\sqrt{R}(\sqrt{n} - 0.10)$$

Donde:

“C” el coeficiente a usarse en la fórmula de Chezy. Esta fórmula es válida para radios hidráulicos comprendidos entre 0.1m y 3m para valores de “n” comprendidos entre 0.011 y 0.040

La ecuación anterior se puede simplificar para fines prácticos, con las siguientes ecuaciones:

Para  $R < 1 \text{ m}$   $x = 1.5 \sqrt{n}$

Para  $R > 1 \text{ m}$   $x = 1.3 \sqrt{n}$

Para el cálculo de un canal, o sea para el dimensionamiento de la sección transversal, deberá tomarse en cuenta todos los factores al coeficiente “n” de Kutter.



### 2.2.3. AGUAS RESIDUALES

#### 2.2.3.1. DEFINICIÓN

Las aguas residuales pueden definirse como las aguas que provienen del sistema de abastecimiento de agua de una población, después de haber sido modificadas por diversos usos en actividades domésticas, industriales y comunitarias.

Según su origen, las aguas residuales resultan de la combinación de líquidos y residuos sólidos transportados por el agua que proviene de residencias, oficinas, edificios comerciales e instituciones, junto con los residuos de las industrias y de actividades agrícolas, así como de las aguas subterráneas, superficiales o de precipitación que también pueden agregarse eventualmente al agua residual.

En nuestra investigación las aguas residuales provienen principalmente de las actividades domésticas, ya que se encuentra en una zona urbana. En la zona de estudio el sistema de conducción de aguas residuales lleva el caudal de las aguas provenientes de las precipitaciones junto con el de las aguas negras, lo cual será analizado con métodos específicos.

#### 2.2.3.2. FUENTES DE AGUAS RESIDUALES

El drenaje sanitario es el abastecimiento de agua desechada por la comunidad; el drenaje doméstico es el agua residual procedente de cocinas, baños, lavados, sanitarios y lavandería. A las materias minerales orgánicas originalmente contenidas en el agua suministrada a la comunidad, se agrega un cálculo de materias fecales, papel, jabón, suciedad, restos de alimentos (basura) y otras sustancias. Debe suponerse que se encuentran presentes organismos entéricos en las aguas negras domésticas, que las hacen peligrosas.

Las aguas residuales industriales varían en su composición de acuerdo con las operaciones de la industria. Algunas son aguas de enjuague relativamente limpias; otras se encuentran fuertemente cargadas de materia orgánica o



mineral, o con sustancias corrosivas, venenosas, inflamables o explosivas. Algunas son tan objetables que no deberían admitirse en los sistemas de alcantarillado público, otras contienen cantidades tan pequeñas de materias no objetables, que pueden descargarse a los drenajes pluviales o directamente a las corrientes naturales de agua. (Fair. Geyer. Okun., 2006).

### **2.2.3.3. TIPOS DE AGUAS RESIDUALES**

Según Fair. Geyer. Okun., existen los siguientes tipos.

#### **2.2.3.3.1. DOMÉSTICAS**

Son aquellas utilizadas con fines higiénicos (baños, cocinas, lavanderías, etc.). Consisten básicamente en residuos humanos que llegan a las redes de alcantarillado por medio de descargas de instalaciones hidráulicas de la edificación también en residuos originados en establecimientos comerciales, públicos y similares.

#### **2.2.3.3.2. INDUSTRIALES**

Son líquidos generados en los procesos industriales. Poseen características específicas, dependiendo del tipo de industria.

#### **2.2.3.3.3. INFILTRACIÓN Y CAUDALES ADICIONALES**

Las aguas de infiltración penetran en el sistema de alcantarillado a través de los empalmes de las tuberías, paredes de las tuberías defectuosas, tuberías de inspección y limpieza, etc. Hay también aguas pluviales, que son descargadas por medio de varias fuentes, como canales, drenajes y colectores de aguas de lluvias.

#### **2.2.3.4. SISTEMAS DE AGUAS RESIDUALES**

Los sistemas de aguas residuales normalmente comprenden: Obras de captación, obras de tratamiento y obras de descarga o deposición. En conjunto, estas obras integran un sistema de alcantarillado, o de drenaje. Las aguas



residuales de las habitaciones e industrias se colectan junto con el escurrimiento pluvial mediante los alcantarillados combinados. De un sistema combinado de drenaje, o bien se conducen independientemente por medio de tuberías y buzones, mientras que las aguas de tormentas pluviales se vierten a drenajes pluviales de un sistema separado de alcantarillado. Los residuos domésticos arrastrados con agua son las aguas negras domésticas; los de establecimientos industriales son las aguas residuales industriales o comerciales; el drenaje municipal incluye ambas. Son comunes a las ciudades más antiguas del mundo los sistemas de alcantarillado combinado, que surgieron de sistemas existentes para drenaje pluvial.

Los ductos convergentes de las obras colectoras de aguas residuales remueven las aguas de desecho o el agua pluvial en flujo libre, como si se desplazasen a través de una rama corriente tributaria hacia el canal troncal o principal de un sistema pluvial subterráneo. El colector maestro de algunos sistemas combinados es, de hecho, un arroyo o quebrada cubierto eventualmente cuando la polución convirtió sus aguas demasiado desagradables a la vista, malolientes u objetables por alguna otra razón. Para ser gravitacional, el caudal en los alcantarillados y drenajes fluye continuamente cuesta abajo, excepto cuando se intercalan estaciones de bombeos o tuberías de impulsión para elevar los flujos a conductos situados a un nivel más elevado, consecuentemente: Evitando la costosa construcción de conductos profundos en un terreno plano, y transfiriendo aguas residuales de áreas bajas subyacentes a las redes principales de alcantarillado.

No se pretende que los drenajes deban fluir bajo presión. Si así fuese, las aguas residuales tendrían que inyectarse mediante servicios individuales de los edificios y los drenajes de las propiedades, o sus niveles inferiores tendrían que colocarse suficientemente alejados bajo el nivel de los sótanos, para sanitarios. Ambos sistemas son imprácticos actualmente; hidráulicamente los alcantarillados están diseñados como canales abiertos, fluyendo parcialmente llenos, o cuando mucho, exactamente llenos.



En las regiones de la tierra bien abastecida con agua, las aguas residuales colectadas normalmente se descargan a las corrientes acuáticas cercanas después de recibir un tratamiento conveniente. Esto se denomina evacuación por dilución, aun cuando entraña tanto una purificación natural como la dilución física. En regiones semiáridas o bajo otras circunstancias ventajosas, la descarga final puede hacerse sobre la tierra por irrigación. El tratamiento anterior a la disposición remueve las materias desagradables a la vista y putrescibles, estabiliza las sustancias desagradables y remueve o destruye los organismos causantes de enfermedades a un grado conveniente. La consideración de importancia en este caso es la conservación de los recursos acuáticos y terrestres.

#### **2.2.3.4.1. ALCANTARILLADO**

Se denomina alcantarillado o también red de alcantarillado, red de saneamiento o red de drenaje al sistema de estructuras y tuberías usado para la recogida y transporte de las aguas residuales y pluviales de una población desde el lugar en que se generan hasta el sitio en que se vierten al medio natural o se tratan. Las redes de alcantarillado son estructuras hidráulicas que funcionan a presión atmosférica, por gravedad. Sólo muy raramente, y por tramos breves, están constituidos por tuberías que trabajan bajo presión o por gravedad. Normalmente están constituidas por conductos de sección circular, la mayoría de las veces enterrados bajo las vías públicas.

La red de alcantarillado se considera un servicio básico, sin embargo la cobertura de estas redes en las ciudades de países en desarrollo es ínfima en relación con la cobertura de las redes de agua potable. Esto genera importantes problemas sanitarios. Durante mucho tiempo, la preocupación de las autoridades municipales o departamentales estaba más ocupada en construir redes de agua potable, dejando para un futuro indefinido la construcción de las redes de alcantarillado. Actualmente las redes de alcantarillado son un requisito para aprobar la construcción de nuevas urbanizaciones en la mayoría de las naciones. (H. GUERRÉE., 1962).





La red de alcantarillado consiste en evacuar por las vías más rápidas posibles las aguas residuales, las aguas de escurrimiento pueden mezclarse o bien evacuarse separadamente.

#### **2.2.3.4.1.1. SISTEMAS DE SANEAMIENTO Y DRENAJE**

Los alcantarillados se pueden construir de dos modos:

- Sistema Mixto: las que se proyectan y construyen para recibir en un único conducto, mezclándolas, tanto las aguas residuales (urbanas e industriales) como las pluviales generadas en la cuenca o población drenada.
- Redes separativas: las que constan de dos canalizaciones totalmente independientes; una para transportar las aguas residuales domésticas, comerciales e industriales hasta una estación depuradora; y otra para conducir las aguas pluviales hasta el medio receptor.

La separación reduce los costes de depuración y simplifica los procesos, puesto que el caudal tratado es menor y, lo que es incluso más importante, más constante.

La separación reduce la carga contaminante vertida al medio receptor por los episodios de rebosamiento del alcantarillado unitario.

Sin embargo, se argumenta también que existen una serie de inconvenientes del alcantarillado separativo:

- Debe existir un estricto control de vertidos para evitar que se acometan caudales residuales a la red de pluviales (que irían directamente al medio natural sin depurar) y viceversa. Esto redundaría en una explotación más compleja y costosa de la red.
- El coste de instalación es, evidentemente, muy superior, en un rango de entre 1,5 y 2 veces la red unitaria equivalente.



- Las aguas pluviales urbanas no son aguas limpias, si no que están fuertemente polucionadas, por lo que su vertido directo al cauce puede generar una contaminación apreciable.
- La separación completa implica redes interiores separativas en los edificios, con duplicación de las bajantes. En este frente los problemas de control y los sobrecostos de instalación son aún mayores que en el diario.
- La red de pluviales de una red separativa puede permanecer, en climas secos, sin agua durante períodos de tiempo extensos, sin la auto limpieza de los conductos en tiempo de lluvia, por lo que puede llegar a ser necesaria la descarga de caudales de agua limpia por la red, anulando sus ventajas de ahorro y eficiencia.

#### **2.2.3.4.1.2. COMPONENTES DE UNA RED DE ALCANTARILLADO**

##### **A. COMPONENTES PRINCIPALES DE LA RED**

Los componentes principales de una red de alcantarillado, descritos en el sentido de circulación del agua, son:

- Las acometidas, que son el conjunto de elementos que permiten incorporar a la red las aguas vertidas por un edificio o predio.
- Las alcantarillas (en ocasiones también llamadas «colectores terciarios»), conductos enterrados en las vías públicas, de pequeña sección, que transportan el caudal de acometidas e imbornales hasta un colector.
- Los colectores (o colectores secundarios), que son las tuberías de mayor sección, frecuentemente visitables, que recogen las aguas de las alcantarillas las conducen a los colectores principales. Se sitúan enterrados, en las vías públicas.
- Los colectores principales, que son los mayores colectores de la población y reúnen grandes caudales, hasta aportarlos a su destino final o aliviarlos antes de su incorporación a un emisario.
- Los emisores interceptores o simplemente interceptores, que son conducciones que transportan las aguas reunidas por los colectores hasta la depuradora o su vertido al medio natural, pero con su caudal ya regulado por la existencia de un aliviadero de tormentas.



## B. OTROS ELEMENTOS COMPLEMENTARIOS

En todas las redes de alcantarillado existen, además otros elementos menores:

- Las cunetas recogen y concentran las aguas pluviales de las vías y de los terrenos colindantes.
- Los sumideros son las estructuras destinadas a recolectar el agua pluvial y de baldeo del viario.
- Los pozos de inspección, que son cámaras verticales que permiten el acceso a las alcantarillas y colectores, para facilitar su mantenimiento.

Y en un cierto número de ocasiones son necesarias otras estructuras más importantes:

- Estaciones de bombeo: como la red de alcantarillado trabaja por gravedad, para funcionar correctamente las tuberías deben tener una cierta pendiente, calculada para garantizar al agua una velocidad mínima que no permita la sedimentación de los materiales sólidos transportados. En ciudades con topografía plana, los colectores pueden llegar a tener profundidades superiores a 4 - 6 m, lo que hace difícil y costosa su construcción y complicado su mantenimiento. En estos casos puede ser conveniente intercalar en la red estaciones de bombeo, que permiten elevar el agua servida a una cota próxima a la cota de la vía.
- Líneas de impulsión: Tubería en presión que se inicia en una estación de bombeo y se concluye en otro colector o en la estación de tratamiento.

Depósitos de retención o también pozos o tanques de retención: estructuras de almacenamiento que se utilizan en ciertos casos donde es necesario laminar las avenidas producidas por grandes tormentas, allí donde no son raras (depósitos, tanques o pozos de laminación, o arcas de expansión); y donde es necesario retener un cierto volumen inicial de las lluvias para reducir la contaminación del medio receptor. (H. GUERRÉE., 1962).



### 2.2.3.5. MÉTODO DE CÁLCULO DE LA DEMANDA AGREGADA

Este método es también conocido como el método del consumo por conexión.

En poblaciones importantes, la estimación de la demanda por el consumo per cápita puede conducir a errores, sobre todo si la población cuenta con actividad importante como: comercial, estatal, industrial, esparcimiento.

El método de la dotación per cápita, no considera las variaciones de consumo por actividad. A pesar de tener clima igual, dos ciudades nunca tienen el mismo consumo, por conexión, este depende del grado de desarrollo de la urbe.

Normalmente se omite en incrementar a la demanda, el porcentaje de pérdidas o agua no contabilizada en la red de distribución. Otros métodos no consideran, los temas referidos a control operacional o gestión de la demanda.

Por estas consideraciones en poblaciones significativas, se recomienda realizar el cálculo de la demanda, por el método del consumo por conexión. Para ello es necesario, realizar estudios de mercado sobre la base de los registros de consumo en estas localidades, para ello es necesario:

Determinar el tipo de conexión:

- Industrial
- Comercial
- Estatal
- Doméstico

Determinar el consumo

- Con Micro medición
- Sin micro medición

Determinar el Porcentaje de Pérdidas

- Comerciales (aparentes)
- Operativas o físicas



Proyectar el Número de Conexiones, proyectar el porcentaje de Micro medición y proyectar la Cobertura. Así como proyectar la disminución del agua no contabilizada, el cual debe estar asociado al porcentaje de micro medición.

Para que un sistema de abastecimiento sea eficiente, es necesario que cada parte del sistema funcione adecuadamente, y con capacidad de atender las variaciones a las que este es requerido.

Las variaciones que existen son:

- Variaciones Estacionales
- Variaciones Mensuales
- Variaciones Diarias
- Variaciones Horarias

Debido los sistemas de abastecimiento de aguas y evacuación de aguas de desecho demandan un buen conocimiento de los volúmenes.

#### **2.2.3.5.1. DOTACIÓN DE AGUA**

Es la cantidad de agua que se asigna por habitante o por conexión, el momento de efectuar el diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable y alcantarillado.

Cuando es por habitante se asigna en litros por persona por cada día = lppd.

Cuando es por conexión, se asigna en litros o metros cúbicos cada mes por cada conexión = m<sup>3</sup>/conex/mes.

Para sistemas con conexiones domiciliarias una dotación de 180 l/hab/d, en clima frío y 220 l/hab/d en clima templado y cálido.

Para programas de vivienda con lotes de área menor o igual a 90 m<sup>2</sup>, las dotaciones serán 120 l/hab/d en clima frío y 150 l/hab/d en clima templado y cálido.

Según la Norma OS-100 tratándose de nuevas habilitaciones para viviendas deberá considerarse por lo menos una densidad de 6 hab/ vivienda. Para sistemas de abastecimiento indirecto por surtidores para camión cisterna o



piletas públicas, se considerará una dotación entre 30 y 50 l/hab/d respectivamente.

Para habitaciones de tipo industrial, deberá determinarse de acuerdo al uso en el proceso industrial, debidamente sustentado. Para habilitaciones de tipo comercial se aplicará la Norma IS.010 Instalaciones Sanitarias para Edificaciones.

**Tabla N° 7: Dotación en litros por persona diario (lppd) de habilitaciones de tipo comercial**

POBLACIÓN	CLIMA FRÍO	CLIMA TEMPLADO
De 2,000 a 10,000 hab.	120	150
De 10,000 a 50,000 hab.	150	200
Más de 50,000 hab.	200	250

FUENTE: R.N.E., NORMA IS-010 INSTALACIONES SANITARIAS PARA EDIFICACIONES. EDICIÓN 2009

### 2.2.3.5.2. DEMANDA

Es la cantidad de agua potable que requiere una población para satisfacer sus necesidades.

#### 2.2.3.5.2.1. CÁLCULO DE LA DEMANDA

Se considera la población proyectada de una localidad, multiplicada por la dotación diaria:

$$QP = \text{Dotación LPPD} * \text{Pobación} / 86400 \text{ seg.}$$

Dónde:

Qp: Caudal promedio en litros por segundo (lps).

Dotación LPPD: Dotación en litros por persona por día



#### **2.2.3.5.2.2. FACTORES QUE AFECTAN EL CONSUMO**

- Tipo de comunidad.
- Consumo doméstico.
- Consumo industrial.
- Consumo público.
- Consumo por pérdida en la red.
- Consumo por incendio.
- Factores económicos sociales.
- Factores meteorológicos.
- Tamaño de la comunidad.
- Micro medición.
- Control operacional de la red.

#### **2.2.4. NORMA OS-070 REDES DE AGUAS RESIDUALES**

##### **2.2.4.1. OBJETIVO**

Fijar las condiciones exigibles en la elaboración del proyecto hidráulico de las redes de aguas residuales funcionando en lámina libre.

##### **2.2.4.2. DISPOSICIONES ESPECÍFICAS PARA DISEÑO**

###### **2.2.4.2.1. DIMENSIONAMIENTO HIDRÁULICO**

Se consideran las siguientes más resaltantes para el diseño de una red de aguas residuales:

Los diámetros nominales a considerar no deben ser menores a 100mm. Máxima pendiente admisible es la que corresponde a una velocidad final  $V_f=5\text{m/seg}$ .

La altura de la lámina de agua debe ser siempre calculada admitiendo un régimen de flujo uniforme y permanente, siendo el valor máximo para el caudal final ( $Q_f$ ), igual o inferior a 75% del diámetro del colector.



#### **2.2.4.2.2. CÁMARAS DE INSPECCIÓN**

Se proyectará cámaras de inspección en todos los lugares donde sea necesario por razones de inspección y limpieza y en los siguientes casos:

- En el inicio de todo colector.
- En todos los empalmes de colectores.
- En los cambios de dirección.
- En los cambios de pendiente.
- En los cambios de diámetro.
- En los cambios de material de tuberías.

#### **2.2.4.2.3. UBICACIÓN DE TUBERÍAS**

En las calles o avenidas de 20m de ancho o menos se proyectará un solo colector de preferencia en el eje de la vía vehicular.

En avenidas de más de 20m de ancho se proyectará un colector a cada lado de la calzada.

El recubrimiento sobre las tuberías no debe ser menor de 1m en vías vehiculares y de 0.60m en las vías peatonales.

### **2.2.5. HIDROLOGÍA**

Ciencia natural que estudia el agua, su ocurrencia, circulación y distribución en la superficie terrestre, sus propiedades químicas y físicas y su relación con el medio ambiente, incluyendo los seres vivos.

La hidrología es utilizada principalmente en relación con el diseño y construcción de estructuras hidráulicas. Para la determinación de caudales máximos que se pueden esperar en un vertedor, en una alcantarilla de un sistema de drenaje urbano.

El ciclo hidrológico se refiere a los procesos por los que pasa el agua durante su transporte continuo entre los océanos, la atmósfera, y la tierra. El ciclo





hidrológico puede comenzar desde cualquiera de estos aunque la explicación de él suele hacerse de la manera siguiente:

La evaporación del agua de la superficie de los océanos forma grandes masas de vapor de agua que al condensarse forman las nubes. Estas viajan por la atmósfera impulsadas por los vientos y, cuando algún mecanismo climático ocurre provocan las lluvias. De esta una parte del agua puede ser interceptada por la vegetación y regresar a la atmósfera al evaporarse; otra parte se infiltra en la tierra o escurre superficialmente hacia ríos, lagos o depresiones del terreno, donde puede ingresar al terreno o evaporarse.

El agua infiltrada puede fluir en forma subterránea hasta brotar en manantiales o corrientes, o llegar a formar parte de los mantos acuíferos, donde es almacenada o transportada hacia los océanos. Además, el agua que escurre superficialmente puede ser conducida hacia corrientes mayores o ríos que desemboquen al mar (Chow, 1994).

#### **2.2.5.1. IMPORTANCIA DE LA HIDROLOGÍA**

En la actualidad la hidrología tiene un papel muy importante en el planeamiento del uso de los Recursos Hidráulicos, y ha llegado a convertirse en parte fundamental de los proyectos de ingeniería que tienen que ver con suministro de agua, disposición de aguas servidas, drenaje, protección contra la acción de ríos y recreación. De otro lado, la integración de la hidrología con la Geografía matemática en especial a través de los sistemas de información geográfica ha conducido al uso imprescindible del computador en el procesamiento de información existente y en la simulación de ocurrencia de eventos futuros.

#### **2.2.5.2. CUENCA HIDROLÓGICA**

La cuenca de drenaje de una corriente, es el área del terreno donde todas las aguas caídas por precipitación se unen para formar un solo curso de agua. Cada curso de agua tiene una cuenca bien definida, para cada punto de su recorrido. (Villón Bejar, Máximo. 2002)



### 2.2.5.2.1. CARACTERÍSTICAS DE LA CUENCA HIDROLÓGICA

La cuenca hidrológica está formada principalmente por las condiciones topográficas y geológicas del terreno.

- **Topográficas:** Tamaño, forma, pendiente, elevación, red de drenaje, ubicación general, uso y cubiertas de la tierra, lagos y otros cuerpos de agua, drenaje artificial, orientación, canales (tamaño, sección transversal, pendiente, rugosidad, longitud).
- **Geológicas:** Tipo de suelo, permeabilidad, formación de aguas freáticas, estratificación.

Los desarrollos son considerados en forma general como parte de una micro cuenca, la cual a su vez formará parte de alguna Cuenca Hidrológica definida.

#### 2.2.5.2.1.1. CARACTERÍSTICAS GEOMORFOLÓGICAS DE LA CUENCA

- a) **Cuenca grande:** Es aquella cuenca en la que predominan las características fisiográficas de la misma (pendiente, elevación, área, cauce). Una cuenca para fines prácticos, se considera grande cuando el área es mayor de 250 Km<sup>2</sup>.
- b) **Cuenca pequeña:** Es aquella cuenca que responde a las lluvias de fuerte intensidad y pequeña duración, y en la cual las características físicas (tipo de suelo, vegetación) son más importantes que las del cauce. Se considera cuenca pequeña aquella cuya área varía desde unas pocas hectáreas hasta un límite, que para propósitos prácticos, se considera 250Km<sup>2</sup>.

No necesariamente se analiza con el mismo criterio una cuenca pequeña que una grande. Para una cuenca pequeña, la forma y la cantidad de escurrimiento están influenciadas principalmente por las condiciones físicas del suelo; por lo tanto, el estudio hidrológico debe enfocarse con más atención a la cuenca misma, para una cuenca muy grande el efecto de almacenaje del cauce es muy importante, por lo cual deberá dársele también atención a las características de éste último.



#### 2.2.5.2.1.2. CARACTERÍSTICAS GEOMORFOLÓGICAS DEL CAUCE

- a) Cauce principal: Es la corriente que pasa por la salida de la cuenca y es la de mayor orden.
- b) Longitud: Distancia horizontal del río principal entre un punto aguas abajo (estación de aforo) y otro punto aguas arriba, donde corta la línea de contorno de la cuenca.
- c) Pendiente: Es uno de los indicadores más importantes del grado de respuesta de una cuenca ante una tormenta. La pendiente varía a lo largo del cauce, por lo que es necesario definir una pendiente media.

#### 2.2.5.3. REGISTROS METEOROLÓGICOS

La información hidrometeorológica utilizada se obtuvo de las estaciones meteorológicas que se encuentran próximas a la zona de estudio y que conforma la red hidrometeorológica.

La información utilizada en la presente investigación ha sido obtenida del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), haciendo uso de la estación de la granja Kayra.

También se obtuvieron los datos del observatorio meteorológico Luis Olazo Olivera de la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco - Perayoc

##### 2.2.5.3.1. PRECIPITACIÓN PLUVIAL

Las precipitaciones que se producen en la zona de estudio son de origen orográfico y se caracterizan por tener fuertes intensidades. La presencia de los fenómenos meteorológicos en la zona de estudio, están enmarcados dentro de las estaciones climatológicas, es así que en los entre los meses de Septiembre a Marzo se presenta precipitaciones en forma progresiva y continua, marcándose así como estaciones de primavera y verano, mientras que entre los meses de Abril a Agosto existe una ausencia de precipitaciones, esto entre las estaciones de otoño e invierno.



#### **2.2.5.3.2. REGISTROS DE PRECIPITACIÓN Y ANÁLISIS**

Los registros de precipitación obtenidos de esta estación meteorológica constituyen un conjunto de datos numéricos que tienen que ser analizados y sistematizados para comprenderlos y sean de utilidad con este fin se recurren a métodos estadísticos para obtener datos complejos y confiables.

#### **2.2.5.4. AGUAS PLUVIALES**

##### **2.2.5.4.1. DEFINICIÓN**

La humedad atmosférica se precipita en extensas cantidades en forma de lluvia, nieve, granizo o aguanieve.; se condensa en pequeñas cantidades como rocío, escarcha o hielo. Las causas más importantes de la precipitación son el enfriamiento externo y dinámico y el enfriamiento interno; el enfriamiento dinámico implica la reducción en temperatura de la atmósfera, acompañada de su expansión conforme las masas de aire suben o son impulsadas a regiones elevadas. La caída de temperatura observada se denomina gradiente. Un aumento en temperatura con la altitud, o sea un gradiente negativo, se denomina inversión. La expansión adiabática enfría el aire ascendente alrededor, de 5.5°F (3.08°C) en 1000 pies (304.8 m) si no se precipita humedad; pero, si se alcanza el punto de rocío, se desprende el calor latente de evaporación, y la velocidad con que se abate la caída de temperatura resultante o enfriamiento retardado, también denominado adiabático, disminuye alrededor de 3.2 °F (1.7°C) en 1000 pies (304.8 m).

El aire es estable y no ascenderá por convección cuando el gradiente sea menor que las velocidades de enfriamiento adiabático húmedo y seco, de otra manera, su temperatura llegaría a ser menor y su densidad mayor que la del medio circundante al moverse a una altura superior. Si el gradiente es mayor que la velocidad adiabática seca, el aire ascendente se calienta y vuelve más ligero que el aire situado a lo largo de su trayectoria de subida. Por lo tanto, continúa ascendiendo y permanece inestable. Si el gradiente se encuentra entre las velocidades adiabáticas húmeda y seca, el aire permanece estable cuando no hay condensación de humedad, pero se convierte en inestable tan pronto como se inicia la condensación. Esta inestabilidad condicional es uno de los



requerimientos para la estimulación exitosa de la lluvia. El hielo seco o el yoduro de plata pueden entonces proveer el núcleo que espolea la precipitación y que convierte el aire estable en inestable. Sin embargo, la lluvia puede ser intensa únicamente en presencia de una alimentación constante de humedad. En otras palabras, la siembra de nubes se vuelve favorable únicamente cuando las condiciones atmosféricas, por sí mismas, conducen a la precipitación natural. Acordemente, la siembra parece dar alguna promesa, pero no una incertidumbre para producir lluvias. (Fair. Geyer. Okun. 2006)

#### **2.2.5.4.2. FORMAS DE PRECIPITACIÓN**

##### **2.2.5.4.2.1. LLOVIZNA**

Son pequeñas gotas de agua, cuyo diámetro varía entre 0.1 y 0.5 mm, las cuales tienen velocidades de caída muy bajas.

##### **2.2.5.4.2.2. LLUVIA**

Son gotas de aguas con diámetro mayor a 0.5 mm.

##### **2.2.5.4.2.3. ESCARCHA**

Es una capa de hielo por lo general transparente y suave, pero que usualmente contiene bolsas de aire.

##### **2.2.5.4.2.4. NIEVE**

Está compuesta de cristales de hielo blanco traslúcido, principalmente de forma compleja.

##### **2.2.5.4.2.5. GRANIZO**

Es una precipitación en forma de bolas o formas irregulares de hielo, que se producen por nubes convectivas, pueden ser esféricos, cónicos o de forma irregular, su diámetro varía entre 5 y 125 mm.



### **2.2.5.4.3. CLASIFICACIÓN DE LA PRECIPITACIÓN**

#### **2.2.5.4.3.1. PRECIPITACIÓN CONVECTIVA**

La precipitación convectiva está ejemplificada por las tormentas tropicales. Las masas de aire cercanas a la superficie de la tierra absorben calor durante el día, se dilatan y toman cantidades crecientes de vapor de agua con un peso específico relativo, cercano a 0.6 en relación al aire seco. La masa de aire se vuelve más ligera; se inducen corrientes verticales, casi exclusivamente, y arrastran la masa a altitudes mayores, donde se expone a un medio circundante más frío y se expande bajo presión mayor. Por enfriamiento tanto externo como dinámico, el vapor de agua se condensa y a continuación se produce la precipitación.

#### **2.2.5.4.3.2. PRECIPITACIÓN OROGRÁFICA**

Se producen cuando el vapor de aguas que se forma sobre la superficie de aguas es empujada por el viento hacia cadenas de colinas o montañas, aquí las nubes siguen por laderas de las montañas, y ascienden a grandes alturas, hasta encontrar condiciones para la condensación y la consiguiente precipitación.

#### **2.2.5.4.3.3. PRECIPITACIÓN CICLÓNICA**

Se producen cuando hay un encuentro de dos masas de aire, con diferente temperatura y humedad, las nubes más calientes son violentamente impulsadas a las partes más altas, donde pueden producirse la condensación y precipitación, estas asociadas con el paso de ciclones o zonas de baja presión.

#### **2.2.5.4.4. MEDICIÓN DE LA PRECIPITACIÓN**

La precipitación se mide en términos de la altura de lámina de aguas (hp), y se expresa comúnmente en milímetros. Esta altura de lámina de aguas, indica la altura que se acumularía en una superficie horizontal, si la precipitación permaneciera donde cayó.

Los aparatos de medición, se basan en la exposición a la intemperie de un recipiente cilíndrico abierto en su parte superior, en el cual se recoge el agua producto de la lluvia u otro tipo de precipitación, registrando su altura. Los

aparatos de medición, se clasifican de acuerdo con el registro de las precipitaciones, en pluviómetros y pluviógrafos. (VILLÓN BÉJAR, MÁXIMO. 2002).

#### **2.2.5.4.4.1. PLUVIÓMETRO**

Consiste en un recipiente cilíndrico de lámina, de aproximadamente 20 cm de diámetro y de 60 cm de alto. La tapa del cilindro es una embudo receptor, el cual se comunica con una probeta de sección 10 veces menor que la de la tapa. Esto permite medir la altura de lluvia en la probeta, con una aproximación hasta decimos de milímetro, ya que cada centímetro medido en la probeta, corresponde a un milímetro de altura de lluvia; para medirla se saca la probeta y se introduce una regla graduada, con el cual se toma la lectura; generalmente se acostumbra hacer una lectura cada 24 horas.

**Figura N° 8: Pluviómetro**



FUENTE: ESTACIÓN METEOROLÓGICA HIPÓLITO UNÁNUE – PUCP

#### **2.2.5.4.4.2. PLUVIÓGRAFO**

Es un instrumento, que registra de lluvia en función del tiempo, lo cual permite determinar la intensidad de precipitación. Los pluviógrafos más comunes son de forma cilíndrica, y el embudo receptor está ligado a un sistema de flotadores, que originan el movimiento de una aguja sobre el papel registrador, montado en un sistema de reloj. Como el papel registrador tiene un cierto rango en cuanto la altura de registro, una vez que la aguja llega al borde superior, automáticamente regresa al borde inferior y sigue registrando. El gráfico resultante el nombre de pluviograma.



#### 2.2.5.4.5. ESTUDIO DE UNA TORMENTA

##### 2.2.5.4.5.1. DEFINICIÓN

Se entiende por tormenta o borrasca, al conjunto de lluvias que obedecen a una misma perturbación meteorológica y de características bien definidas. De acuerdo a esta definición, una tormenta puede durar desde unos pocos minutos hasta varias horas y aun días, y puede abarcar extensiones de terrenos muy variables.

##### 2.2.5.4.5.2. IMPORTANCIA DEL ANÁLISIS DE LAS TORMENTAS

El análisis de las tormentas, está íntimamente relacionado con los cálculos o estudios previos, al diseño de obras de ingeniería hidráulica, como son:

- Estudio de drenaje.
- Determinación de caudales máximos, que deben pasar por el aliviadero de una respuesta, o que deben encausarse, para impedir las inundaciones.
- Determinación de la luz de un puente.
- Conservación de suelos.
- Cálculo del diámetro de alcantarillas.

La dimensión de estas obras, dependen principalmente de la magnitud que las tormentas tengan, y de la frecuencia o período de retorno, esto a su vez determina el coeficiente de seguridad que se da a la obra, o los años de vida probable de la misma.

Se comprende que lo mejor sería diseñar una obra para la tormenta de máxima intensidad y duración indefinida, pero esto significa grandes dimensiones de la misma y lógicamente el riesgo que después del cual, los gastos ya no compensan el riesgo que se pretende cubrir. Entonces, en la práctica, no se busca una protección absoluta, sino defensa contra una tormenta de características bien definidas, o de una determinada probabilidad de ocurrencia.





### 2.2.5.4.5.3. ELEMENTOS DEL ANÁLISIS DE LAS TORMENTAS

#### A. INTENSIDAD

Es la cantidad de agua caída por unidad de tiempo. Lo que interesa particularmente de cada tormenta, es la intensidad máxima que se haya presentado, ella es la altura máxima de agua ciudad por unidad de tiempo.

#### B. LA DURACIÓN

Corresponde al tiempo que transcurre entre el comienzo y el fin de la tormenta. Aquí conviene definir el período de duración, que es un determinado período de tiempo, tomado en minutos u horas, dentro del total que dura la tormenta. Tiene mucha importancia en la determinación de las intensidades máximas.

#### C. LA FRECUENCIA

Es el número de veces que se repite una tormenta, de características de intensidad y duración en un período de tiempo más o menos largo, tomado generalmente en años.

#### D. PERÍODO DE RETORNO

Es un intervalo de tiempo promedio, dentro del cual un evento de magnitud  $x$ , puede ser igualado o excedido, por lo menos una vez en promedio. Representa el inverso de la frecuencia, es decir:

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

Dónde:

T: Período de Retorno

f: Frecuencia



## E. TIEMPO DE CONCENTRACIÓN

Es el tiempo requerido por una gota para recorrer desde el punto hidráulicamente más lejano hasta la salida de la cuenca.

Transcurrido el tiempo de concentración se considera que toda la cuenca contribuye a la salida. Como existe una relación inversa entre la duración de una tormenta y su intensidad (a mayor duración disminuye la intensidad), entonces se asume que la duración crítica es igual al tiempo de concentración  $t_c$ . El tiempo de concentración real depende de muchos factores, entre otros de la geometría en planta de la cuenca (una cuenca alargada tendrá un mayor tiempo de concentración), de su pendiente pues una mayor pendiente produce flujos más veloces y en menor tiempo de concentración, el área, las características del suelo, cobertura vegetal, etc. Las fórmulas más comunes sólo incluyen la pendiente, la longitud del cauce mayor desde la divisoria y el área. (MTC, 2007).

El tiempo de concentración en un sistema de drenaje pluvial es:

$$t_c = t_o + t_f$$

Dónde:

$t_o$ : Tiempo de entrada, hasta alguna alcantarilla.

$t_f$ : Tiempo de flujo en los alcantarillados hasta el punto de interés  $= \sum L_i / V_i$

Las ecuaciones para calcular el tiempo de concentración se muestran en las siguientes tablas.

**Tabla N° 8: Fórmulas para el cálculo de Tiempo de concentración, Método Kirpich**

MÉTODO Y FECHA	FÓRMULA PARA $t_c$ (minutos)	OBSERVACIONES
Kirpich (1940)	$t_c = 0.01947 L^{0.77} S^{-0.385}$ <p>L = longitud del canal desde aguas arriba hasta la salida, m. S = pendiente promedio de la cuenca, m/m</p>	Desarrollada a partir de información del SCS en siete cuencas rurales de Tennessee con canales bien definidos y pendientes empinadas (3 a 10%); para flujo superficial en superficies de concreto o asfalto se debe multiplicar $t_c$ por 0.4; para canales de concreto se debe multiplicar por 0.2; no se debe hacer ningún ajuste para flujo superficial en suelo descubierto o para flujo en cunetas.

FUENTE: MANUAL DE HIDROLOGÍA E HIDRÁULICA – MTC – 2009

Tabla N° 9: Fórmulas para el cálculo de Tiempo de Concentración – CPP

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

FUENTE: MANUAL DE HIDROLOGÍA E HIDRÁULICA – MTC – 2009

Tabla N° 10: Fórmulas para el cálculo de Tiempo de concentración – FAA

<b>Federal Aviation Administration  (1970)</b>	$t_c = 0.7035 \frac{(1.1 - C)L^{0.50}}{S^{0.333}}$ <p>C = coeficiente de escorrentía del método racional. L = longitud del flujo superficial, m. S = pendiente de la superficie, m/m</p>	<p>Desarrollada de información sobre el drenaje de aeropuertos recopilada por el Corps of Engineers: el método tiene como finalidad el ser usado en problemas de drenaje de aeropuertos pero ha sido frecuentemente usado para flujo superficial en cuencas urbanas.</p>
--	--	--

FUENTE: MANUAL DE HIDROLOGÍA E HIDRÁULICA – MTC – 2009

#### 2.2.5.4.6. DETERMINACIÓN DE LA INTENSIDAD DE LLUVIA

La intensidad de precipitación está definida por:

$$i_{(t,T)} = \frac{P_{(t,T)}}{t}$$

Dónde:

$i_{(t,T)}$  : Intensidad de la precipitación, de duración “t” y período de retorno “T”.

$P_{(t,T)}$  : Profundidad de precipitación.

Este valor se determina a partir de la curva de intensidad- duración- período de retorno, entrando con una duración igual al tiempo de concentración y con un período de retorno de 10 años, que es lo frecuente en terrenos. El período de retorno se elige dependiendo del tipo de estructura a diseñar.

#### 2.2.5.4.6.1. MÉTODOS UTILIZADOS PARA LA DETERMINACIÓN DE INTENSIDADES MÁXIMAS DE PRECIPITACIÓN

Para el cálculo de los caudales de diseño de las estructuras hidráulicas comúnmente se utilizan valores de intensidad máxima de precipitación correspondientes a una frecuencia determinada a partir de las curvas de Intensidad-Duración-Frecuencia (IDF), elaboradas mediante la aplicación de métodos estadísticos, donde los más utilizados son el método Gráfico, método de Gumbel y método Log-Pearson Tipo III (Ramírez María, 2006)

##### A. MÉTODO GUMBEL

Una familia importante de distribuciones usadas en el análisis de frecuencia hidrológico es la distribución general de valores extremos, la cual ha sido ampliamente utilizada para representar el comportamiento de crecientes y sequías (máximo y mínimo).

La distribución de Valores Tipo I conocida como Distribución Gumbel o Doble Exponencial, tiene como función de distribución de probabilidades la siguiente expresión:

$$F(x) = e^{-e^{-\alpha(x-\beta)}}$$

Utilizando el método de momentos, se obtienen las siguientes relaciones:

$$\alpha = \frac{1.2825}{\sigma}$$

$$\beta = \mu - 0.45\sigma$$

Dónde:

- $\alpha$  : Parámetros de concentración
- $\beta$  : Parámetros de localización
- $k$  : Factor de frecuencia, este depende del período de retorno.

Según Ven Te Chow, la distribución puede expresarse de la siguiente forma:

$$x = \bar{x} + k\sigma_x$$



Dónde:

- $x$  : Valor de una probabilidad dada.  
 $\bar{x}$  : Media de la serie.  
 $K$  : Factor de frecuencia.

La variable aleatoria reducida de Log Gumbel, se define como:

$$y = \frac{\ln x - \mu}{\alpha}$$

Con lo cual, la función acumulada reducida log Gumbel es:

$$G(y) = e^{-e^{-y}}$$

El procedimiento para el método Gumbel se realiza de la siguiente manera.

- Se selecciona todas las precipitaciones máximas diarias (24h) y mensuales, se ordenan de forma ascendente.
- Se obtienen los parámetros estadísticos, tales como la media y la desviación estándar.
- Se ajusta a una distribución de probabilidades para el caso de Gumbel.
- Se obtienen los parámetros de la distribución.
- Se convertirán los datos de precipitaciones máximas de las series a intensidades máximas.
- Se realiza el cálculo de las intensidades máximas para cada período de retorno y duración.

## B. MÉTODO DE LOG PEARSON III

Foster desarrolló este método en el año 1924, el cual consiste principalmente en transformar los valores extremos  $X$  en sus correspondientes logaritmos, según

se expresa en la ecuación (2) con la diferencia de que el valor de K no solo depende de  $Tr$ , sino que también de función del coeficiente de asimetría  $g$ , el cual indica que tan separados están los datos o valores de la distribución con respecto a la normal de Gauss.

La función de la densidad es:

$$f(x) = \frac{(\ln x - x_0)^{\gamma-1} e^{-\frac{(\ln x - x_0)}{\beta}}}{x\beta^\gamma\tau(\gamma)}$$

Válido para:

$$x_0 \leq x < \infty$$

$$-\infty < x_0 < \infty$$

$$0 < \beta < \infty$$

$$0 \leq \gamma < \infty$$

Dónde:

$x_0$  : Parámetros de posición.

$\gamma$  : Parámetros de forma.

$\beta$  : Parámetros de escala.

#### 2.2.5.4.6.2. DETERMINACIÓN DE LA TORMENTA DE DISEÑO

Uno de los primeros pasos en muchos proyectos de diseño es la determinación del evento de lluvia a usar.

Una tormenta de diseño es un patrón de precipitación definido para utilizarse en el diseño de un sistema hidrológico. Usualmente la tormenta de diseño conforma la entrada al sistema, y los caudales resultantes a través de éste se calculan utilizando procedimientos de lluvia-escorrentía y tránsito de caudales. Una tormenta de diseño puede definirse mediante un valor de profundidad de precipitación en un punto, mediante un hietograma de diseño que especifique la distribución temporal de la precipitación durante una tormenta.



Las tormentas de diseño pueden basarse en información histórica de precipitación de una zona o pueden construirse utilizando las características generales de la precipitación en regiones adyacentes. Su aplicación va desde el uso de valores puntuales de precipitación en el método racional para determinar los caudales picos en alcantarillados de aguas lluvias y alcantarillas de carreteras, hasta el uso de hietogramas de tormenta como las entradas para el análisis de lluvia-escorrentía en embalses de detención de aguas urbanas.

Para determinación de la tormenta de diseño sería recomendable contar con información obtenida a través de un pluviógrafo, ya que este equipo provee información instantánea, sin embargo, la mayoría de estaciones de medición de precipitaciones solo cuentan con pluviómetros que solo proveen de valores medios.

#### 2.2.5.4.6.3. CURVAS INTENSIDAD – DURACIÓN – FRECUENCIA (IDF)

La intensidad es la tasa temporal de precipitación, es decir, la profundidad por unidad de tiempo (mm/h). Puede ser la intensidad instantánea o la intensidad promedio sobre la duración de la lluvia. Comúnmente se utiliza la intensidad promedio, que puede expresarse como:

$$i = \frac{P}{Td}$$

Dónde:

P: Es la profundidad de lluvia (mm).

Td: Duración, dada usualmente en horas (hr).

La frecuencia se expresa en función del período de retorno, T, que es el intervalo de tiempo promedio entre eventos de precipitación que igualan o exceden la magnitud de diseño.

Las curvas intensidad – duración – frecuencia son un elemento de diseño que relacionan la intensidad de la lluvia, la duración de la misma y la frecuencia con



la que se puede presentar, es decir su probabilidad de ocurrencia o el periodo de retorno.

Para determinar estas curvas IDF se necesita contar con registros pluviográficos de lluvia en el lugar de interés y seleccionar la lluvia más intensa de diferentes duraciones en cada año, con el fin de realizar un estudio de frecuencia con cada una de las series así formadas. Es decir, se deben examinar los histogramas de cada una de las tormentas ocurridas en un año y de estos histogramas elegir la lluvia correspondiente a la hora más lluviosa, a las dos horas más lluviosas, a las tres horas y así sucesivamente. Con los valores seleccionados se forman series anuales para cada una de las duraciones elegidas. Estas series anuales están formadas eligiendo, en cada año del registro, el mayor valor observado correspondiente a cada duración, obteniéndose un valor para cada año y cada duración.

Cada serie se somete a un análisis de frecuencia, asociando modelos probabilísticos según diferentes métodos estadísticos. Así se consigue una asignación de probabilidad para la intensidad de lluvia correspondiente a cada duración, la cual se representa en un gráfico único de intensidad vs. duración, teniendo como parámetro el período de retorno.

Las curvas de intensidad – duración – frecuencia también pueden expresarse como ecuaciones con el fin de evitar la lectura de la intensidad de lluvia de diseño en un una gráfica. Un modelo general es el siguiente:

$$I = \frac{a}{(D + b)^m}$$

Dónde:

- I : Intensidad de lluvia de diseño (mm).
- D : Duración (min).
- a, b y m : Coeficientes que varían con el lugar y el período de retorno.





Asimismo para su determinación se requiere hacer una linealización previa de la ecuación para luego hallar los parámetros  $a$ ,  $b$  y  $m$  por medio de regresión lineal. La duración de la lluvia de diseño es igual al tiempo de concentración ( $t_c$ ) para el área de drenaje en consideración, dado que la escorrentía alcanza su pico en el tiempo de concentración, cuando toda el área está contribuyendo al flujo en la salida.

En nuestro país, debido a la escasa cantidad de información pluviográfica con que se cuenta, difícilmente pueden elaborarse estas curvas. Ordinariamente solo se cuenta con lluvias máximas en 24 horas, por lo que el valor de la Intensidad de la precipitación pluvial máxima generalmente se estima a partir de la precipitación máxima en 24 horas, multiplicada por un coeficiente de duración; en la siguiente tabla se muestran coeficientes de duración, entre 1 hora y 48 horas, los mismos que podrán usarse, con criterio y cautela para el cálculo de la intensidad, cuando no se disponga de mejor información.

**Tabla N° 11: Coeficientes de duración de lluvias entre 48 horas y una hora**

DURACIÓN DE LA PRECIPITACIÓN EN HORAS	COEFICIENTE
1	0.25
2	0.31
3	0.38
4	0.44
5	0.50
6	0.56
8	0.64
10	0.73
12	0.79
14	0.83
16	0.87
18	0.90
20	0.93
22	0.97
24	1.00
48	1.32

FUENTE: MANUAL PARA EL DISEÑO DE CARRETERAS PAVIMENTADAS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO

Se puede establecer como un procedimiento lo siguiente:

1. Seleccionar las lluvias mayores para diferentes tiempos de duración.



2. Ordenar de mayor a menor.
3. Asignar a cada valor ordenado una probabilidad empírica.
4. Calcular el tiempo de retorno de cada valor.
5. Graficar la curva intensidad-frecuencia-duración.

Para el caso de duraciones de tormenta menores a 1 hora, o no se cuente con registros pluviográficos que permitan obtener las intensidades máximas, estas pueden ser calculadas mediante la metodología de Dick Peschke (Guevara, 1991) que relaciona la duración de la tormenta con la precipitación máxima en 24 horas. La expresión es la siguiente:

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

Dónde:

Pd: Precipitación total (mm).

d: Duración (min).

P<sub>24h</sub>: Precipitación máxima en 24 horas (mm).

La intensidad se halla dividiendo la precipitación Pd entre la duración.

#### 2.2.5.4.7. CÁLCULO DEL COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA

La escorrentía, es decir, el agua que llega al cauce de evacuación, representa una fracción de la precipitación total. A esa fracción se le denomina coeficiente de escorrentía, que no tiene dimensiones y se representa con la letra C.

Para la investigación utilizaremos la tabla número 9 en la cual esta los coeficientes promedios de escorrentía en áreas urbanas. Esta tabla es la que será utilizada porque es la que se presenta en la norma OS.060 del Reglamento Nacional de Edificaciones.

**Tabla N° 12: Coeficientes de escorrentía promedio para áreas urbanas desde 2 a 500 años de Período de Retorno**

CARACTERÍSTICAS DE LA SUPERFICIE	PERIODO DE RETORNO (AÑOS)						
	2	5	10	25	50	100	500
<b>AREAS URBANAS</b>							
Asfalto	0.73	0.77	0.81	0.86	0.90	0.95	1.00
Concreto / Techos	0.75	0.80	0.83	0.88	0.92	0.97	1.00
<b>Zonas verdes (jardines, parques, etc)</b>							
<b>Condición pobre (cubierta de pasto menor del 50% del área)</b>							
Plano 0 - 2%	0.32	0.34	0.37	0.40	0.44	0.47	0.58
Promedio 2 - 7%	0.37	0.40	0.43	0.46	0.49	0.53	0.61
Pendiente Superior a 7%	0.40	0.43	0.45	0.49	0.52	0.55	0.62
<b>Condición promedio (cubierta de pasto menor del 50% al 75% del área)</b>							
Plano 0 - 2%	0.25	0.28	0.30	0.34	0.37	0.41	0.53
Promedio 2 - 7%	0.33	0.36	0.38	0.42	0.45	0.49	0.58
Pendiente Superior a 7%	0.37	0.40	0.42	0.46	0.49	0.53	0.60
<b>Condición buena (cubierta de pasto mayor del 75% del área)</b>							
Plano 0 - 2%	0.21	0.23	0.25	0.29	0.32	0.36	0.49
Promedio 2 - 7%	0.29	0.32	0.35	0.39	0.42	0.46	0.56
Pendiente Superior a 7%	0.34	0.37	0.40	0.44	0.47	0.51	0.58
<b>AREAS NO DESARROLLADAS</b>							
<b>Área de Cultivos</b>							
Plano 0 - 2%	0.31	0.34	0.36	0.40	0.43	0.47	0.57
Promedio 2 - 7%	0.35	0.38	0.41	0.44	0.48	0.51	0.60
Pendiente Superior a 7%	0.39	0.42	0.44	0.48	0.51	0.54	0.61
<b>Pastizales</b>							
Plano 0 - 2%	0.25	0.28	0.30	0.34	0.37	0.41	0.53
Promedio 2 - 7%	0.33	0.36	0.38	0.42	0.45	0.49	0.58
Pendiente Superior a 7%	0.37	0.40	0.42	0.46	0.49	0.53	0.60
<b>Bosques</b>							
Plano 0 - 2%	0.22	0.25	0.28	0.31	0.35	0.39	0.48
Promedio 2 - 7%	0.31	0.34	0.36	0.40	0.43	0.47	0.56
Pendiente Superior a 7%	0.35	0.39	0.41	0.45	0.48	0.52	0.58

FUENTE: R.N.E., NORMA OS-060 DRENAJE PLUVIAL URBANO. EDICIÓN 2009

#### 2.2.5.4.8. ESCURRIMIENTOS DE LA PRECIPITACIÓN PLUVIAL

##### 2.2.5.4.8.1. DEFINICIÓN

El escurrimiento de las lluvias está influido principalmente por: La intensidad, duración y distribución de la precipitación; el tamaño, forma, cubierta y topografía del área de captación; y la naturaleza y condiciones de suelo. Algunos de estos factores son constantes, otros varían con las estaciones. Hablando en forma general, las condiciones que tienden a promover el escurrimiento superficial elevado -altas relaciones de precipitación, pendientes aguas, suelos congelados o desnudos y pesados, por ejemplo- también propenden a reducir los flujos en tiempo seco. (Fair. Geyer. Okun. 2002).



El escurrimiento es el agua proveniente de la precipitación, que circula sobre o bajo la superficie terrestre, esta tiene punto de llegada final en la cual puede ser drenada.

#### **2.2.5.4.8.2. MEDICIÓN DEL ESCURRIMIENTO**

Ningún estudio de abastecimiento de aguas superficiales, sistemas de alcantarillado pluvial y combinado, así como de disposición de aguas residuales puede progresar hacia la etapa de diseño sin una completa evaluación de los escurrimientos permanentes, su magnitud y variabilidad.

El mismo aforo de corrientes está basado sobre un entendimiento del flujo a canal abierto. Son muchos los dispositivos de medición: medidores de corriente, flotadores, canales e instrumentos para levantamientos: las técnicas para medición incluyen productos químicos, trazadores radiactivos y colorante persistentes. Cada uno de los dispositivos y de las técnicas tiene sus propias ventajas y desventajas, así como su rango peculiar de utilidad. Una vez establecido en una sección transversal estable y calibrado mediante medios convenientes, es necesario que la altura del calibrador sea la única medición del registro, trazándose los registros automáticos mediante los movimientos verticales de un flotador colocado en un pozo amortiguador. Comprobaciones originales del escurrimiento real reforzaran la validez de la curva de calibración que relaciona la descarga medida a la altura determinada del medidor.

#### **2.2.5.4.8.3. PRECIPITACIÓN PLUVIAL Y ESCURRIMIENTO**

Los ingenieros tienen interés principalmente sobre dos clases de información relacionada con la precipitación pluvial y el escurrimiento para áreas de drenado dadas: Los registros del agua colectada en períodos fijos de calendario (días, semanas, meses y años), y los registros de las intensidades y duraciones de las lluvias y flujos de crecientes individuales. Los estudios sobre el rendimiento de aguas son la base del aprovechamiento económico y seguro de los abastecimientos superficiales de aguas por consumo económico directo y mediante almacenamiento. También arrojan alguna luz sobre la producción de agua subterránea y se necesitan al medir la carga polutiva que puede imponerse a los cauces acuáticos en los que se vierten aguas negras y desechos



industriales. Los estudios sobre intensidad de la precipitación pluvial y el escurrimiento de las crecientes son el punto de partida en el diseño de alcantarillados pluviales y combinados, así como de sus accesorios. Además, suministran información sobre: Las dimensiones apropiadas de vertedores y ductos diversores para presas y estructuras similares; la localización y protección de las obras para aguas y aguas residuales dentro del plano de inundación de las corrientes, y la determinación de las proporciones adecuados de las obras colectoras de aguas pluviales.

Los datos hidrológicos disponibles pueden aplicarse, bajo circunstancias favorables, directamente al lugar de la estructura por construir o proteger. Con mayor frecuencia, la información es incompleta u obtenible solamente para sitios ubicados a cierta distancia. Deben entonces cotejarse toda clase de datos para llegar a estimaciones normales en la precipitación o escurrimiento esperados. (Fair. Geyer. Okun. 2002).

#### **2.2.5.4.8.4. MÉTODO RACIONAL**

El uso de este método, tiene una antigüedad de más de 100 años, se ha generalizado en todo el mundo. En mayo de 1989, la universidad de Virginia, realizó una conferencia internacional, en conmemoración del Centenario de la Fórmula Racional.

El método puede ser aplicado en pequeñas cuencas de drenaje, aproximadamente si no exceden a 1300 has o 13 km<sup>2</sup>.

En el método racional, se supone la máxima escorrentía ocasionada por una lluvia, se produce cuando la duración de esta es igual al tiempo de concentración (tc). Cuando así ocurre, toda la cuenca contribuye con el caudal en el punto de salida. Si la duración es mayor que el "tc" contribuye asimismo a toda la cuenca, pero en ese caso la intensidad de la lluvia es menor, por ser mayor la duración y por tanto también es menor el caudal.

Si la duración de la lluvia es menor que el tc la intensidad de la lluvia es mayor, pero en el momento en el que acaba la lluvia, el agua caída en los puntos más alejados aún no ha llegado a su salida; solo contribuye una parte de la cuenca a la escorrentía, por lo que el caudal será menor. (Villón Vejar, 2002) Aceptando



este planteamiento, el caudal máximo se calcula por medio de la siguiente expresión, que representa la fórmula racional:

$$Q = \frac{C \times I \times A}{3.6}$$

Dónde:

Q: Caudal máximo en m<sup>3</sup>/seg.

C: Coeficiente de escorrentía, que depende de la cobertura vegetal, la pendiente y el tipo de suelo sin dimensiones,

I: Intensidad máxima de la lluvia, para una duración igual al tiempo de concentración, y para un período de retorno dado en mm/hr.

A: Área de la cuenca en has.

El coeficiente 1/360 corresponde a la transformación de unidades.

Para el caso en que el área de la cuenca este expresado en km<sup>2</sup> la fórmula es:

$$Q = \frac{C \times I \times A}{360}$$

#### 2.2.5.4.8.5. MÉTODO BURKLIZIEGLER

En 1880, el Bürkli-Ziegler publicó un informe detallado titulado “Los más altos flujos en canales de agua pluvial urbanos” donde él analizó y comparó muchos acontecimientos históricos fuertes tormentosos y sus caudales de final respectivos y volúmenes en Francia (París, Toulouse, Ardèche), Inglaterra (Londres, Scarborough), Hungría (Budapest) y Zürich. Basado en este análisis, él sacó una fórmula, sabia hoy como la fórmula de Bürkli-Ziegler, entre la intensidad de precipitación (sobre todo durante el período más intenso del acontecimiento de precipitación entero) y el caudal máximo en la salida de captaciones grandes urbanas.

Fórmula de BurkliZiegler para el caudal máximo.



$$Q = 0.022 * C * I * A * \sqrt[4]{\frac{S}{A}}$$

Dónde:

Q: caudal máximo (m<sup>3</sup>/s).

C: variable que depende de la naturaleza de la superficie drenada.

I: intensidad máxima (cm/hr).

A: área de la cuenca (Ha) (área tributaria de calles).

S: pendiente media.

**Tabla N° 13: Valores de “C” para la fórmula de Burkli Ziegler**

Tipo de Superficie	C
Calles pavimentadas y barrios bastante edificados	0.75
Calles comunes de ciudades	0.63
Poblado con plaza y calles en grava	0.30
Campos deportivos	0.25

FUENTE: BLOG HIDRÁULICA E HIDROLOGÍA

#### 2.2.5.4.8.6. MÉTODO DE MAC MATH

La fórmula de Mac Math para el sistema métrico, es la siguiente:

$$Q = 0.0091 C I A^{4/5} S^{1/5}$$

Dónde:

Q: Caudal máximo para un período de retorno en m<sup>3</sup>/s

C: Factor de escorrentía de Mac Math, represan las características de la cuenca.

I: Intensidad máxima de la lluvia, para una duración igual al tiempo de concentración  $t_c$  y un período de retorno en T años en mm/hr.

A: área de la cuenca en has.



S: pendiente promedio de cauce principal en %.

De los parámetros que interviene en esta fórmula, sobre el que se tiene que incidir es sobre el factor C, el cual comprende de tres componentes es decir:

$$C = C_1 + C_2 + C_3$$

Dónde:

C1: está en función de la cobertura vegetal

C2: está en función de la textura del suelo

C3: está en función de la topografía del terreno

**Tabla N° 14: Factor de escorrentía de Mac Math**

FACTOR DE ESCORRENTÍA DE MAC MATH					
Vegetación		Suelo		Topografía	
Cobertura (%)	C <sub>1</sub>	Textura	C <sub>2</sub>	Pendiente (%)	C <sub>3</sub>
100	0.08	Arenoso	0.08	0.0 – 0.2	0.04
80 -100	0.12	Ligera	0.12	0.2 – 0.5	0.06
50 – 80	0.16	Media	0.16	0.5 – 2.0	0.08
20 -50	0.12	Fina	0.12	2.0 – 5.0	0.10
0 -20	0.16	Rocosa	0.16	5.0 – 10.0	0.15

FUENTE: HIDROESTA 2 CÁLCULOS HIDROLÓGICOS – VILLÓN, MÁXIMO

## 2.2.6. NORMA OS-060 DRENAJE PLUVIAL URBANO

### 2.2.6.1. OBJETIVO

El objetivo de la presente norma, es establecer los criterios generales de diseños 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.



### 2.2.6.2. OBLIGATORIEDAD DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL

Toda nueva habilitación urbana ubicada en localidades en donde se produzcan precipitaciones frecuentes con lluvias iguales o mayores a 10 mm en 24 horas, deberá contar en forma obligatoria con un sistema de alcantarillado pluvial.

### 2.2.6.3. DISEÑO HIDRÁULICO

En el diseño hidráulico de los colectores de agua de lluvia, se podrán utilizar los criterios de diseño de conductos cerrados.

Para el cálculo de los caudales se usará la fórmula de Manning con los coeficientes de rugosidad para cada tipo de material, según el cuadro siguiente:

Tabla N° 15: Coeficientes de Rugosidad de Manning según Norma OS-060.

Tubería	Coefficiente de Rugosidad "n" de Manning
Asbesto Cemento	0.010
Hierro Fundido Dúctil	0.010
Cloruro de Polivinilo	0.010
Poliéster Reforzado con fibra de vidrio	0.010
Concreto Armado liso	0.013
Concreto Armado con revestimiento de PVC	0.010
Arcilla Vitrificada	0.010

FUENTE: R.N.E., NORMA OS-060 DRENAJE PLUVIAL URBANO. EDICIÓN 2009.

### 2.2.6.4. VELOCIDAD MÍNIMA

La velocidad mínima de 0.90 m/s fluyendo las aguas a tubo lleno es requerida para evitar la sedimentación de las partículas que como las arenas y gravas acarrea el agua de lluvia.

### 2.2.6.5. VELOCIDAD MÁXIMA

La velocidad máxima en los colectores con cantidades significativas de sedimentos en suspensión es función del material del que están hechas las tuberías y no deberá exceder los valores indicados en la siguiente tabla a fin de evitar la erosión de las paredes.

**Tabla N° 16: Velocidad Máxima para Tuberías de alcantarillado según Norma OS-060.**

<b>Velocidad Máxima para tuberías de alcantarillado (m/s)</b>	
<b>Material de la Tubería</b>	<b>Agua con fragmentos de Arena y Grava</b>
Asbesto Cemento	3,0
Hierro Fundido Dúctil	3,0
Cloruro de Polivinilo	6,0
Poliéster reforzado con fibra de vidrio	3,0
Arcilla Vitrificada	3,5
Concreto Armado de:	
140 Kg/cm <sup>2</sup>	2,0
210 Kg/cm <sup>2</sup>	3,3
250 Kg/cm <sup>2</sup>	4,0
280 Kg/cm <sup>2</sup>	4,3
315 Kg/cm <sup>2</sup>	5,0
Concreto Armado de curado al vapor > 280 Kg/cm <sup>2</sup>	6,6

FUENTE: R.N.E., NORMA OS-060 DRENAJE PLUVIAL URBANO. EDICIÓN 2009.

#### **2.2.6.6. PENDIENTE MÍNIMA**

Las pendientes mínimas de diseño de acuerdo a los diámetros, serán aquellas que satisfagan la velocidad mínima de 0.90 m/s fluyendo a tubo lleno. Por este propósito, pendiente de la tubería algunas veces incrementa en exceso la pendiente de la superficie del terreno.

#### **2.2.6.7. EVACUACIÓN DE LAS AGUAS RECOLECTADAS**

Las aguas recolectadas por sistemas de drenaje pluvial urbano, deberán ser evacuadas hacia depósitos naturales (mar, ríos, lagos, quebradas, depresiones, etc.) o artificiales.

Esta evacuación se realizara en condiciones tales que se considere los aspectos técnicos, económicos y de seguridad del sistema.



### 2.2.6.8. SISTEMA DE EVACUACIÓN

Clasificación:

- 1) Sistemas de Evacuación por Gravedad.
- 2) Sistemas de Evacuación por Bombeo.

#### 2.2.6.8.1. SISTEMA DE EVACUACIÓN POR GRAVEDAD

- a) En caso de descarga al mar, el nivel de agua en la entrega (tubería o canal) debe estar 1.50m. sobre el nivel medio del mar.
- b) En el caso de descarga a un río, el nivel de agua en la descarga (tubería o canal) deberá estar por lo menos a 1.00m sobre el máximo nivel de agua esperado para un período de retorno de 50 años.
- c) En el caso de un lago, el nivel de evacuación del pelo de agua del evacuador o dren principal estará a 1.00m. por encima del nivel de agua que alcanzará el algo para un período de 50 años.
- d) En general el sistema de evacuación debe descargar libremente (> de 1.00m sobre los máximos niveles esperados), para evitar la obstrucción y destrucción del sistema de drenaje pluvial.

En una tubería de descarga a un cuerpo de agua sujeto a considerables fluctuaciones en su nivel: tal como la descarga al mar con las mareas, es necesario prevenir que estas aguas entren en el desagüe, debiendo utilizarse una válvula de retención de mareas

#### 2.2.6.8.2. SISTEMA DE BOMBEO

Cuando no es posible la evacuación por gravedad, se debe considerar la alternativa de evacuación mediante el uso de un equipo de bombas móviles o fijas (plantas de bombeo).



### 3. CAPÍTULO III: “METODOLOGÍA”

#### 3.1. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

##### 3.1.1. TIPO DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación es de tipo **CUANTITATIVA** porque los parámetros evaluados de manera numérica se relacionan y establece que los resultados están en función a parámetros medibles y cuantificables utilizando las herramientas y conocimientos que proporciona la Ingeniería Civil.

Y por permitarnos hacer uso de los conocimientos de una ciencia para así poder resolver un problema específico esta investigación también es de tipo **APLICATIVO**.

##### 3.1.2. NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN

En el proceso de la tesis se aplicará el nivel **DESCRIPTIVO**, debido a que evaluaremos el caudal de las aguas residuales que se genera y la capacidad de conducción de la red colectora de aguas residuales de las Asociaciones Pro Vivienda 28 de Julio, Kantu, Villa Mercedes y Vista Alegre; de esa manera se podrá tomar en cuenta los resultados obtenidos por esta investigación, además alcanza un **NIVEL CORRELACIONAL** porque relaciona todos los parámetros antes mencionados para verificar la relación que existe entre ellos y la determinación del caudal y finalmente proponer un diseño de infraestructura que mejore el sistema de alcantarillado sanitario.

##### 3.1.3. MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN

El método **HIPOTÉTICO-DEDUCTIVO** tiene como pasos esenciales: observación del fenómeno a estudiar, creación de una hipótesis para explicar dicho fenómeno, deducción de consecuencias o proposiciones más elementales que la propia hipótesis, y verificación o comprobación de la verdad de los enunciados deducidos comparándolos con la experiencia. En la presente investigación se recurre a éste método debido a que se realizará el planteamiento de una hipótesis la cual llegará a ser demostrada mediante una



serie de pasos permitiendo así deducir relaciones entre las variables que permitan demostrar la hipótesis.

## 3.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

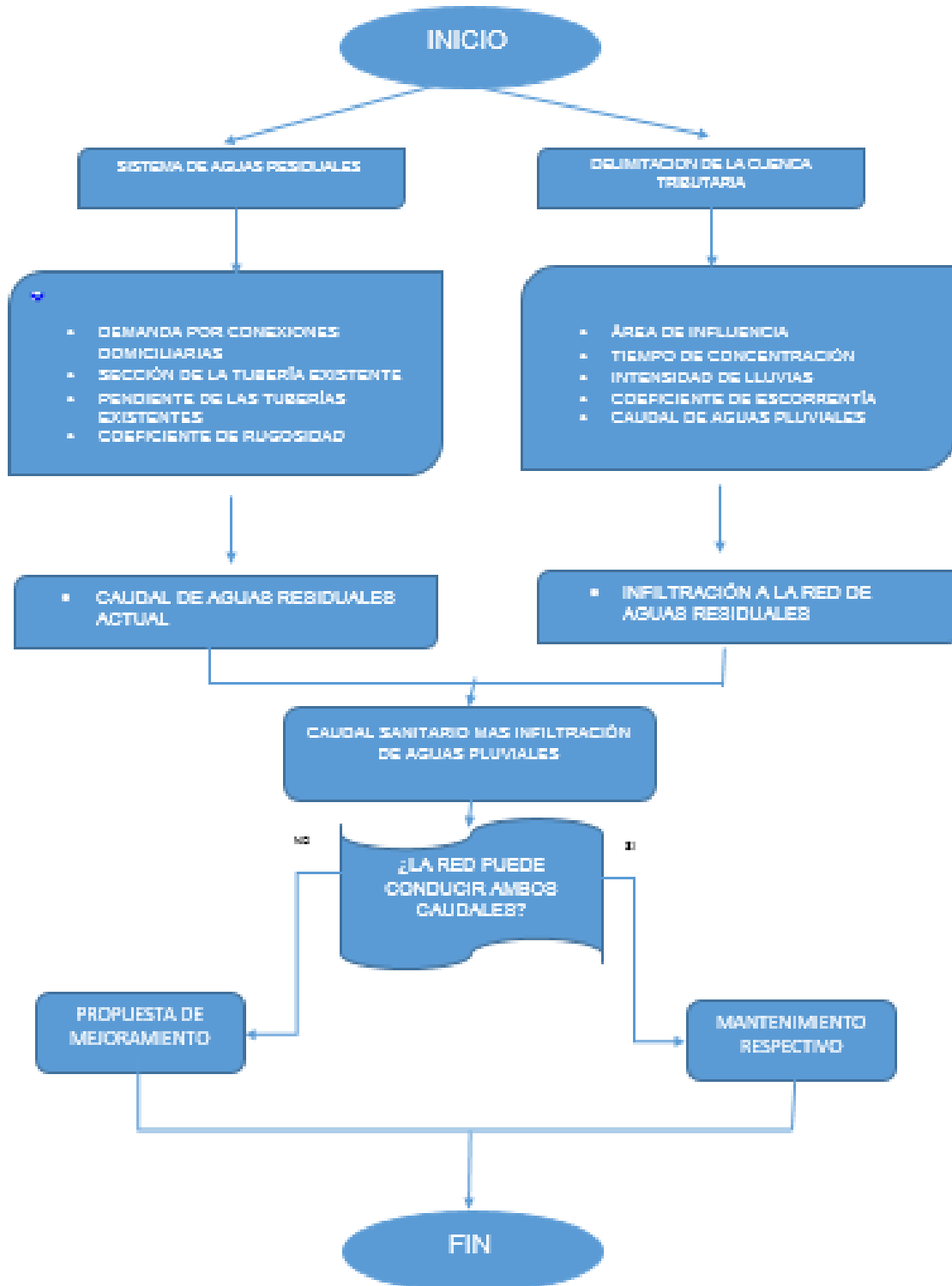
### 3.2.1. DISEÑO METODOLÓGICO

La presente investigación es **NO EXPERIMENTAL**, porque su realización será sin la manipulación deliberada de las variables y en los que se analizarán los fenómenos después de ser observados en su ambiente natural.

Además es **TRANSECCIONAL**, porque tiene objetivo indagar la incidencia y los valores en que se manifiestan una o más variables en un solo momento y tiempo único, ya que el procedimiento consiste en medir o ubicar a un grupo de objetos, situaciones, contextos o fenómenos, en una o más variables y proporcionar su descripción

### 3.2.2. DISEÑO DE INGENIERÍA

#### 3.2.2.1. DIAGRAMA DE FLUJO





### **3.2.2.2. SECUENCIA DE LA INVESTIGACIÓN**

La investigación presenta en su primera etapa la recolección de datos, así como la búsqueda e interpretación de diferentes conceptos, fórmulas y teorías que servirán para poder el análisis y discusión de las hipótesis.

En la segunda se realiza la interpretación y procesamiento de los datos obtenidos para hallar el caudal de la red de conducción actual, el caudal de las aguas residuales generado por la demanda de consumo de la población y volumen de aguas generado por las lluvias que ingresa indebidamente a la red colectora de aguas residuales.

#### **3.2.2.2.1. DETERMINACIÓN DE LA SECCIÓN DE LA TUBERÍA**

Para obtener las secciones de la tubería dentro del sistema de aguas residuales se tuvo que realizar una verificación en campo, con la apertura de buzones y observar y comprobar la medida de las tuberías de llegada e inicio de cada buzón. Para conseguir datos certeros se solicitó a la autoridad prestadora de servicios de agua y alcantarillado; en este caso es la EPS SEDACUSCO, para la facilitación de los planos donde se pueda realizar la verificación de las secciones de tubería encontrada dentro del sistema de aguas residuales de las Asociaciones Pro Vivienda 28 de Julio, Kantu, Villa Mercedes y Vista Alegre – Cusco.

#### **3.2.2.2.2. DETERMINACIÓN DE LA PENDIENTE**

En este punto se tuvo, de igual manera, que hacer un requerimiento de la autoridad prestadora de servicios de agua y alcantarillado, ya que posee los planos de los cuales se pueden obtener la distribución como la diferencias de alturas las tuberías dentro de la red, así podemos hallar las pendientes necesarias para nuestro cálculo. Para llegar a comprobar la información proporcionada por EPS SEDACUSCO se realiza el levantamiento topográfico de la zona y así poder hallar la altimetría y planimetría de la zona.



### **3.2.2.2.3. DETERMINACIÓN DEL COEFICIENTE DE RUGOSIDAD**

Aplicando la fórmula Manning, la determinación del coeficiente de rugosidad “n” se presenta como una dificultad debido a que no hay un método exacto de seleccionar un valor “n”.

Se recurre también al uso del Reglamento Nacional de Edificaciones, es ahí donde se indica las tablas para estimar este valor.

### **3.2.2.2.4. DETERMINACIÓN DEL CAUDAL DE LA RED DE CONDUCCIÓN ACTUAL**

En esta parte se tiene que recurrir a la fórmula de Manning, la cual nos proporciona la aproximación del caudal total que conduce las tuberías de la red actual de alcantarillado. Para poder determinar este caudal se necesita conocer valores como son: el área de la sección de la tubería, el radio hidráulico de esta, la pendiente de la tubería tendida en campo y el coeficiente de rugosidad de la tubería.

### **3.2.2.2.5. DETERMINACIÓN DE NÚMERO DE CONEXIONES DE AGUA**

Estos datos son obtenidos realizando la verificación en campo a través del número de medidores dentro del área de estudio, información del comité de socios dentro de la urbanización, así como datos obtenidos por autoridad prestadora de servicios de agua y alcantarillado.

La empresa prestadora de servicios SEDACUSCO nos proporcionó el padrón de usuarios, donde se obtuvo el número total de conexiones, el tipo de conexiones y el estado actual del servicio por conexión.

### **3.2.2.2.6. DETERMINACIÓN DEL CAUDAL DE AGUAS RESIDUALES GENERADAS POR CONSUMO DE LA POBLACIÓN**

En esta parte se tiene que recurrir al cálculo de la demanda de agua de la población y posteriormente al cálculo del porcentaje de aguas que se irá a la red de alcantarillado. Para esta parte de la investigación se tiene que conocer el número de conexiones dentro de la zona de estudio, la población que está dentro de la zona de estudio y la demanda del consumo de agua de los pobladores dentro de la red.





Para hallar el volumen y el caudal de aguas que se dirige a la red de conducción utilizamos un porcentaje del consumo total de la población, el cual está determinado por el Reglamento Nacional de Edificaciones, el cual es el 80% de la dotación de agua a la población.

#### **3.2.2.2.7. DETERMINACIÓN DEL COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA**

Este dato se obtiene mediante tablas que estiman valores dependiendo al tipo de superficie sobre el cual caen las precipitaciones.

#### **3.2.2.2.8. DETERMINACIÓN DE INTENSIDAD DE LLUVIAS**

La intensidad de lluvia la obtenemos por los datos registrados de las estaciones meteorológicas. Las estaciones que llegan a ser utilizadas para esta investigación son las ubicadas en el sector de Kayra y Perayoc.

#### **3.2.2.2.9. DETERMINACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA**

El área de influencia es determinada por la delimitación del área de estudio. Luego de haber obtenido todos los datos necesarios a través de la información recolectada por fuentes bibliográficas así como el trabajo en campo, procedemos a realizar los cálculos para hallar la influencia del caudal de lluvia en el caudal de la red de alcantarillado sanitario.

#### **3.2.2.2.10. DETERMINACIÓN DEL CAUDAL DE AGUAS PLUVIALES**

Para este cálculo se emplea el método racional, el cual nos permite estimar cual es el caudal que se introduce indebidamente en cada parte de la red debido a las precipitaciones. En esta fórmula intervienen factores como el coeficiente de escorrentía, intensidad de lluvias, y el área expresada en hectáreas.

Después del análisis se realiza el cuadro resumen donde detallaremos los resultados obtenidos a través del análisis y cálculos realizados, seguidamente se llega a mostrar las conclusiones de la investigación, detallando ahí las soluciones y las recomendaciones que como autores de un proyecto investigativo podemos dar a plantear.



### **3.3. UNIVERSO Y MUESTRA**

#### **3.3.1. UNIVERSO**

##### **3.3.1.1. DESCRIPCIÓN DEL UNIVERSO**

Para el enfoque cuantitativo, los universos deben situarse claramente en torno a sus características de contenido, de lugar y en el tiempo.

El universo en el enfoque cuantitativo es el conjunto de todos los casos que concuerdan con determinadas especificaciones.

El universo de la investigación son las redes del sistema de alcantarillado sanitario en las calles de las Asociaciones Pro Vivienda 28 de Julio, Kantu, Villa Mercedes y Vista Alegre del Distrito de San Sebastián, Provincia y Departamento del Cusco.

#### **3.3.2. MUESTRA**

##### **3.3.2.1. DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA**

Una muestra con el enfoque cuantitativo es un grupo del universo, del cual se recolectan los datos y debe ser representativo de dicha población.

Al ser el universo las redes de alcantarillado sanitario las calles de las Asociaciones Pro Vivienda 28 de Julio, Kantu, Villa Mercedes y Vista Alegre del Distrito de San Sebastián, Provincia y Departamento del Cusco, se considera que los datos deben corresponder a la totalidad del universo, por lo tanto la muestra coincide con el universo.

##### **3.3.2.2. MÉTODO DE MUESTREO**

El método usado para la selección de nuestra muestra es el MUESTREO POR CONVENIENCIA O NO PROBABILÍSTICO, es decir que no utilizaremos fórmulas estadísticas para determinar la cantidad de la muestra.



### **3.3.3. CRITERIOS DE INCLUSIÓN**

Dentro de la presente investigación no se tendrá criterios de inclusión de la muestra

## **3.4. INSTRUMENTOS**



### **3.4.1. INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS O INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

#### **3.4.1.1. ENCUESTAS**

Se podrá obtener información a partir de una cierta población de acuerdo a la opinión de los vecinos con respecto a la problemática planteada. Un modelo de la encuesta realizada se presenta a continuación:



Figura N° 9: Modelo de Encuesta

 UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
ENCUESTA A POBLADORES DE LAS ASOCIACIONES PRO VIVIENDA 28 DE JULIO, KANTU, VILLA MERCEDES Y VISTA ALEGRE - DISTRITO DE SAN SEBASTIAN		
Nombre de la Tesis	<b>"EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DE LAS ASOCIACIONES PRO VIVIENDA 28 DE JULIO, KANTU, VILLA MERCEDES Y VISTA ALEGRE – CUSCO"</b>	
Alumna :	Bach. Adriana Paola Flores Palomino	
PREGUNTAS		
1. ¿Cree que existen problemas con las redes de alcantarillado sanitario de la zona donde vive?		
a) Si		
b) No		
2.) ¿En qué época del año observa mayor cantidad de problemas en la red de alcantarillado?		
a) De Octubre a Abril		
b) De Mayo a Octubre		
c) Todo el año		
3) Para Usted, ¿Qué problemas considera que existen en la red de alcantarillado sanitario de la zona donde vive?		
a) Atoros en las tuberías		
b) Falta de mantenimiento en las redes de alcantarillado		
c) Infiltración de aguas pluviales en las redes de alcantarillado sanitario		
d) Inadecuado diseño y dimensionamiento de la red de alcantarillado		
e) Antigüedad del sistema de alcantarillado existente		
4) ¿Qué problemas observa en época de lluvias dentro de la zona donde vive?		
a) Colapso de buzones		
b) Excesivo volumen de agua en las avenidas		
c) Humedecimiento en las estructuras de la calle		
5) ¿En la época de lluvias, su propiedad es afectada?		
a) Si		
b) No		
6) ¿En su vivienda existe un colector de aguas pluviales de los techos y patios?		
a) Si		
b) No		
En caso que la respuesta de la pregunta N° 6 sea "Si"		
7) ¿Dón se vierte el agua pluvial recolectada en su vivienda?		
a) A la calle		
b) Al desagüe		
OBSERVACIONES		

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



### 3.4.2. INSTRUMENTOS DE INGENIERÍA

Para la investigación se utilizará a continuación lo siguiente:

#### 3.4.2.1. INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN EN CAMPO

##### 3.4.2.1.1. ESTACIÓN TOTAL

Se denomina estación total a un instrumento electro óptico utilizado en topografía, cuyo funcionamiento se apoya en la tecnología electrónica. Consiste en la incorporación de un distanciamiento y microprocesador a un teodolito electrónico.

Algunas de las características que incorpora y con las cuales no cuentan los teodolitos, son una pantalla alfanumérica de cristal líquido (LCD), luz de avisos, iluminación independiente de la luz solar, calculadora, distancio metro, trackeador (seguidor de trayectoria) y la posibilidad de guardar información en formato electrónico, lo cual permite utilizarla posteriormente en computadoras personales. Las estaciones por lo general cuentan con diversos programas sencillos que permiten llevar a cabo la mayoría de las tareas topográficas en forma fácil, rápida y óptima, proporcionan entre otras cosas, el cálculo de coordenadas en campo, replanteo de puntos de manera sencilla, eficaz y cálculo de rumbos y distancias.

**Figura N° 11: Estación Total**



FUENTE: ARQUIGRÁFICO

#### 3.4.2.1.2. PRISMAS Y PORTA PRISMAS

Es un objeto circular formado por una serie de cristales que tienen la función de regresar la señal emitida por una estación total o teodolito. La distancia del aparato al prisma es calculada en base al tiempo que tarda en ir y regresar al emisor (estación total o teodolito).

Los hay con diferentes constantes de corrección, dependiendo del tipo de prisma (modelo).

En sí es el sustituto del estadal que se utilizaba en los levantamientos topográficos anteriormente y te ayuda a realizar tu trabajo con mayor rapidez y precisión.

**Figura N° 12: Prismas y Porta-prismas**



*FUENTE: GEO PERÚ – INSTRUMENTOS Y SERVICIOS DE INGENIERÍA*

#### 3.4.2.1.3. BRÚJULA

La brújula es un instrumento que sirve de orientación y que tiene su fundamento en la propiedad de las agujas magnetizadas. Por medio de una aguja imantada señala el Norte magnético, que es diferente para cada zona del planeta, y distinto del Norte geográfico. Utiliza como medio de funcionamiento el magnetismo terrestre. La aguja imantada indica la dirección del campo magnético terrestre, apuntando hacia los polos norte y sur. Es inútil en las zonas polares norte y sur, debido a la convergencia de las líneas de fuerza del campo magnético terrestre.

La brújula es un instrumento que sirve de orientación y que tiene su fundamento en la propiedad de las agujas magnetizadas. Por medio de una aguja imantada señala el Norte magnético, que es diferente para cada zona del planeta, y distinto

del Norte geográfico. Utiliza como medio de funcionamiento el magnetismo terrestre. La aguja imantada indica la dirección del campo magnético terrestre, apuntando hacia los polos norte y sur. Es inútil en las zonas polares norte y sur, debido a la convergencia de las líneas de fuerza del campo magnético terrestre. Las brújulas de navegación actuales utilizan una aguja o disco magnetizados dentro de una cápsula llena con algún líquido, generalmente aceite, queroseno o alcohol; dicho fluido hace que la aguja se detenga rápidamente en vez de oscilar repetidamente alrededor del norte magnético. Algunas otras características usuales en brújulas modernas son escalas para tomar medidas de distancias en mapas, marcas luminosas para usar la brújula en condiciones de poca luz y mecanismos ópticos de acercamiento y observación (espejos, prismas, etc.) para tomar medidas de objetos lejanos con gran precisión.

**Figura N° 13: Brújula**



*FUENTE: GEO PERÚ – INSTRUMENTOS Y SERVICIOS DE INGENIERÍA*

#### **3.4.2.1.4. CINTA MÉTRICA**

Una cinta métrica o un flexómetro es un instrumento de medida que consiste en una cinta flexible graduada y se puede enrollar, haciendo que el transporte sea más fácil. También se pueden medir líneas y superficies curvas.



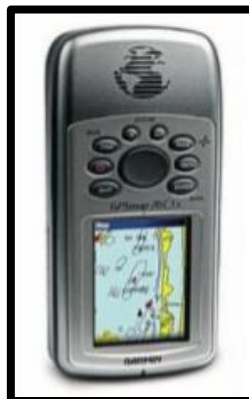
**Figura N° 14: Cinta Métrica**

FUENTE: GEO PERÚ – INSTRUMENTOS Y SERVICIOS DE INGENIERÍA

#### 3.4.2.1.5. GPS

Los GPS navegadores son aquellos equipos que nos darán en UTM o en coordenadas geográficas (Lat/Long) y de acuerdo al datum. La precisión de estos equipos es de +/- 10 metros, la precisión usando el WAAS es sólo para Estados Unidos y no es aplicable al Perú.

Es bastante usado por personas que se dedican a la exploración minera, ya que les dará una idea del lugar donde ha sido hallado el descubrimiento de mineral.

**Figura N° 15: GPS**

FUENTE: GEO PERÚ – INSTRUMENTOS Y SERVICIOS DE INGENIERÍA

### 3.4.2.2. PROGRAMAS PARA EL PROCESAMIENTO DE DATOS

#### 3.4.2.2.1. AUTOCAD 2015

Autodesk AutoCAD es un software de diseño asistido por computadora para dibujo en dos y tres dimensiones. Actualmente es desarrollado y comercializado por la empresa Autodesk.

**Figura N° 16: Portada de Autocad 2015**

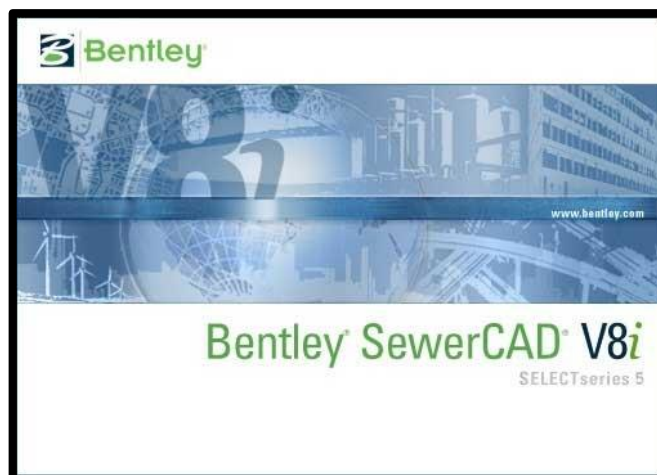


FUENTE: AUTODESK

#### 3.4.2.2.2. SEWERCAD V8i

SewerCAD V8i SS5 es un programa que nos permite analizar, diseñar y optimizar los sistemas de distribución de redes de alcantarillado.

**Figura N° 17: Portada de Sewercad V8i**



FUENTE: Bentley

### 3.5. PROCEDIMIENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

#### 3.5.1. RECOLECCIÓN DE DATOS POR ENCUESTAS

En este paso la recolección de datos será desarrollada de manera directa a los propietarios de las viviendas de las Asociaciones Pro Vivienda 28 de Julio, Kantu, Villa Mercedes y Vista Alegre. Esta información se encuentra en el anexo número 01 de la tesis.

**Figura N° 18: Encuestas realizadas a los pobladores de la zona de estudio**



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**Figura N° 19: Encuestas realizadas a los pobladores de la zona de estudio**



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

### 3.5.2. RECOLECCIÓN DE DATOS REFERIDOS A LA POBLACIÓN Y A LA DOTACIÓN DE SERVICIO

Para la determinación del caudal de aguas residuales generado por la demanda de agua, se debe de saber los datos referidos a la población que contribuye al sistema de alcantarillado, específicamente para las calles de estudio. Para hallar este de dato usamos la tabla de población y número de viviendas en el distrito de San Sebastián que se obtuvieron del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI).

Los datos fueron proporcionados de las siguientes tablas:

**Tabla N° 17: Viviendas particulares, por condición de ocupación de vivienda en el Distrito de San Sebastián**

DEPARTAMENTO, PROVINCIA, DISTRITO, ÁREA URBANA Y RURAL, Y TIPO DE VIVIENDA	TOTAL	OCUPADA			
		TOTAL	CON PERSONAS PRESENTES	CON PERSONAS AUSENTES	DE USO OCASIONAL
<b>Distrito SAN SEBASTIAN</b>	<b>18,109</b>	<b>17,525</b>	<b>17,036</b>	<b>425</b>	<b>64</b>
Casa independiente	15,391	14,858	14,447	353	58
Departamento en edificio	629	611	592	17	2
Vivienda en quinta	794	789	771	17	1
Vivienda en casa de vecindad	1,181	1,167	1,142	23	2
Choza o cabaña	2	2	1	-	1
Vivienda improvisada	75	61	46	15	-
Local no dest.para hab. humana	28	28	28	-	-
Otro tipo	9	9	9	-	-
<b>URBANA</b>	<b>17,471</b>	<b>16,889</b>	<b>16,444</b>	<b>420</b>	<b>25</b>
Casa independiente	14,756	14,225	13,857	348	20
Departamento en edificio	629	611	592	17	2
Vivienda en quinta	794	789	771	17	1
Vivienda en casa de vecindad	1,181	1,167	1,142	23	2
Vivienda improvisada	75	61	46	15	-
Local no dest.para hab. humana	27	27	27	-	-
Otro tipo	9	9	9	-	-
<b>RURAL</b>	<b>638</b>	<b>636</b>	<b>592</b>	<b>5</b>	<b>39</b>
Casa independiente	635	633	590	5	38
Choza o cabaña	2	2	1	-	1
Local no dest.para hab. humana	1	1	1	-	-

FUENTE: INEI

**Tabla N° 18: Población en viviendas, urbana o rural en el Distrito de San Sebastián**

DEPARTAMENTO, PROVINCIA Y TIPO DE VIVIENDA	TOTAL	ÁREA	
		URBANA	RURAL
<b>Distrito SAN SEBASTIAN</b>	<b>74,192</b>	<b>71,761</b>	<b>2,431</b>
Casa independiente	64,523	62,108	2,415
Departamento en edificio	2,288	2,288	-
Vivienda en quinta	2,821	2,821	-
Vivienda en casa de vecindad	4,314	4,314	-
Choza o cabaña	8	-	8
Vivienda improvisada	108	108	-
Local no dest.para hab. humana	110	102	8
Otro tipo	20	20	-

FUENTE: INEI

**Figura N° 20: Plano Catastral de las Asociaciones Pro Vivienda 28 de Julio, Kantu, Villa Mercedes y Vista Alegre - Cusco**

FUENTE: EPS CUSCO

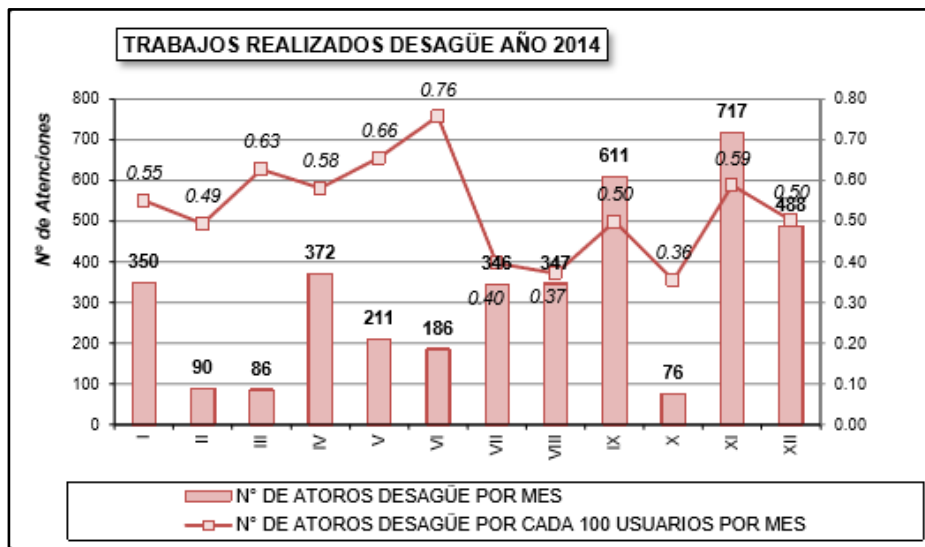
### 3.5.3. RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN REFERIDA A LOS ATASCAMIENTOS EN LA RED

Se presentó una solicitud correspondiente a la empresa prestadora de servicios SEDACUSCO, para que se nos proporcione datos de registros referidos a los atascamientos y atoros de la red de aguas residuales o desagüe.

Estos datos son utilizados como referencia para el análisis de la problemática presentada en el distrito de San Sebastián, especialmente en la zona de estudio.

Es así que queda demostrado que el colapso de las redes de aguas residuales es un inconveniente que es atendido con bastante frecuencia por el personal de mantenimiento de la empresa; por lo tanto se evidencia la necesidad del análisis de problemas similares que llegan a suscitarse en las zonas urbanas de la ciudad del Cusco, en la época de mayores precipitaciones principalmente.

**Figura N° 21: Gráfica del número de atoros registrados en la red de Desagüe por sectores, dentro del año 2014**



FUENTE: EPS CUSCO

**Tabla N° 19: Número de atoros registrados en la red de desagüe, sectorizada, año 2014.**

		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
VO 112 NUMERO DE ATOROS EN RED DE DESAGÜE														2014
Nro.	Descripción	SUB TOTAL	SUB TOTAL	SUB TOTAL	SUB TOTAL	SUB TOTAL	SUB TOTAL	SUB TOTAL	SUB TOTAL	SUB TOTAL	SUB TOTAL	SUB TOTAL	SUB TOTAL	SUB TOTAL
1	Desatoro en red	310	256	198	223	209	155	201	282	254	245	208	300	2839
2	Desatoro en Emisor General	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	3
3	Desatoro en Interceptor Huatanay	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	3
4	Desatoro en caja de registro	151	12	90	83	89	52	84	84	73	82	57	69	906
<b>TOTAL</b>		<b>461</b>	<b>269</b>	<b>298</b>	<b>306</b>	<b>278</b>	<b>207</b>	<b>287</b>	<b>367</b>	<b>328</b>	<b>327</b>	<b>265</b>	<b>370</b>	<b>3731</b>

FUENTE: EPS CUSCO

**Tabla N° 20: Cantidad de solicitudes de servicio por atoro de desagüe atendido hasta las 22 horas de presentado el reporte**

			ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
			2014												
Nro.	Descripción	Unidad.	Cantidad	Cantidad	Cantidad	Cantidad	Cantidad	Cantidad	Cantidad	Cantidad	Cantidad	Cantidad	Cantidad	Cantidad	Cantidad
1	Cantidad de solicitudes de servicio por atoro de desagüe atendidas hasta en 22 hrs 83.19%	Unid.	386	328	235	253	232	172	245	298	263	271	222	306	3211

FUENTE: EPS CUSCO

**Tabla N° 21: Cantidad de solicitudes de servicio por atoro de desagüe**

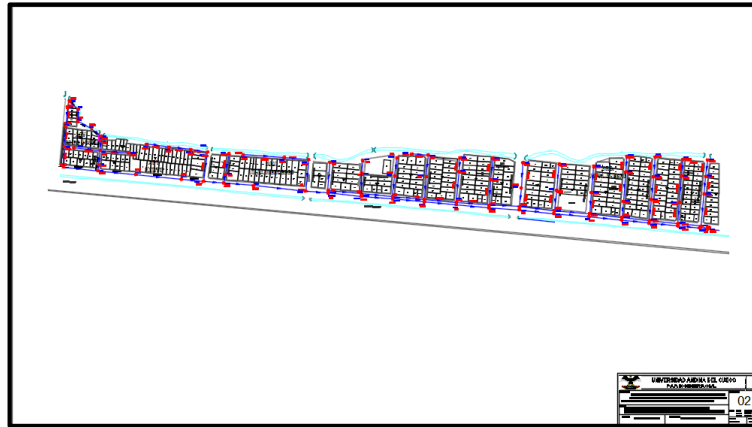
			ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
			2014												
Nro.	Descripción	Unidad.	Cantidad	Cantidad	Cantidad	Cantidad	Cantidad	Cantidad	Cantidad	Cantidad	Cantidad	Cantidad	Cantidad	Cantidad	Cantidad
1	Cantidad total de solicitudes por atoro de desagüe	Unid.	462	377	286	306	278	207	287	367	328	327	265	370	3860

FUENTE: EPS CUSCO

### 3.5.4. RECOLECCIÓN DE DATOS DE LA RED DE AGUAS RESIDUALES ACTUAL

Para la determinación de la antigüedad del sistema de alcantarillado y de la sección de la tubería se realizó un requerimiento a la autoridad prestadora de servicios de agua y alcantarillado, en este caso la empresa es SEDACUSCO. Gracias a la solicitud presentada se me proporcionó la información deseada siendo la antigüedad del sistema de alcantarillado sanitario de la zona de estudio más de 20 años y de la misma manera me entregaron un plano en formato digital, donde se observaba la red de tuberías de desagüe, ahí se detallaba el diámetro de la tuberías por tramos dentro de las calles de estudio. El diámetro de las tuberías está especificado en pulgadas.

**Figura N° 22: Red de desagüe de las Asociaciones Pro Vivienda 28 de Julio, Kantu, Villa Mercedes y Vista Alegre - Cusco**



FUENTE: EPS CUSCO

Además se hizo la inspección y verificación de las dimensiones y del tipo de tubería de alcantarillado, en las calles principales de las Asociaciones Pro Vivienda.

**Figura N° 23: Verificación de diámetro de tuberías en los buzones dentro del Sistema de Aguas Residuales – APVs 28 de Julio, Kantu, Villa Mercedes y Vista Alegre**



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

**Figura N° 24: Inspección de buzón dentro del Sistema de Aguas Residuales - APVs 28 de Julio, Kantu, Villa Mercedes y Vista Alegre**



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.



### 3.5.5. RECOLECCIÓN DE DATOS TOPOGRÁFICOS

Consiste en tomar datos topográficos como, pendiente, longitud y anchos de las calles, tipo de terreno, etc., con los instrumentos necesarios como: Estación Total, Prismas, Porta prismas, Brújula, Cinta métrica y GPS. Estos fueron proporcionados por el gabinete de topografía de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Andina del Cusco, mediante la solicitud correspondiente.

Para la obtención de las pendientes de las calles y avenidas se realizó un levantamiento topográfico de las Asociaciones Pro Vivienda 28 de Julio, Kantu, Villa Mercedes y Vista Alegre.

**Figura N° 25: Levantamiento Topográfico de la zona de estudio**



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**Figura N° 26: Levantamiento Topográfico en la Vía Expresa**



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



Con los datos obtenidos por los planos del levantamiento topográfico también se pudo obtener las pendientes de la red de aguas residuales de la zona de estudio.

### 3.5.6. RECOLECCIÓN DE DATOS PLUVIOMÉTRICOS

Para obtener los datos pluviométricos se realizó solicitudes a las instituciones de SENAMHI y UNSAAC, las cuales nos proporcionaron la siguiente información.

Las tablas siguientes muestran los valores relacionados a la intensidad de lluvia originada por las precipitaciones máximas en un lapso de 24 horas durante los meses que indican entre los años 1980 al año 2014. Las unidades en las que se muestra el valor son de milímetros (mm).

**Tabla N° 22: Precipitaciones Máximas en 24 horas - PERAYOC**

PRECIPITACIONES DE OBSERVATORIO METEOROLÓGICO LUIS OLAZO OLIVERA UNSAAC (PERAYOC)														
PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24hh. (mm)														
OBSERVATORIO METEOROLÓGICO "LUIS OLAZO OLIVERA" DE PERAYOC (UNSAAC)														
Latitud		13°31'16"						Dpto:			Cusco			
Longitud		71°57'53"						Prov:			Cusco			
Altitud		3 365 msnm						Dist:			Cusco			
N° Datos	Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	MÁXIMO
1	1980	10.00	25.80	28.20	16.90	5.90	2.10	1.20	0.20	4.20	39.00	16.60	25.60	39.00
2	1981	45.00	15.80	18.60	24.00	0.60	4.20	0.00	6.60	12.90	42.00	14.40	43.90	45.00
3	1982	40.00	33.00	35.10	22.00	0.00	0.80	3.80	5.00	17.10	29.20	25.50	29.80	40.00
4	1983	27.50	19.00	22.90	8.00	2.40	26.00	0.70	0.00	1.30	11.80	11.00	33.00	33.00
5	1984	21.40	27.80	14.80	16.20	0.20	4.50	0.20	7.70	18.90	25.50	14.00	27.50	27.80
6	1985	17.20	73.30	18.70	19.90	8.70	10.20	3.00	5.10	12.20	15.80	27.00	25.00	73.30
7	1986	26.50	15.20	19.90	21.50	2.50	0.00	2.80	5.60	2.40	13.20	27.00	24.20	27.00
8	1987	31.50	26.70	17.00	20.50	8.80	2.80	7.70	0.00	5.30	27.50	14.50	37.20	37.20
9	1988	38.20	23.40	36.80	21.60	1.20	0.00	0.00	0.00	12.20	30.00	15.00	24.00	38.20
10	1989	30.30	25.00	22.00	22.00	2.10	4.40	0.00	4.30	6.50	38.60	16.50	18.00	38.60
11	1990	36.70	15.80	14.00	33.30	5.00	10.30	0.00	6.20	11.20	38.30	20.00	18.60	38.30
12	1991	29.20	50.00	39.30	25.50	3.90	5.20	1.00	0.00	15.00	55.20	19.00	20.20	55.20
13	1992	26.50	24.00	20.00	7.20	1.00	5.00	21.50	22.10	5.40	11.00	7.40	21.20	26.50
14	1993	40.20	20.80	18.70	6.00	1.70	0.00	1.10	12.00	2.20	16.50	16.30	33.40	40.20
15	1994	21.50	37.50	32.90	16.10	5.00	0.00	0.00	0.00	7.70	12.10	12.70	27.00	37.50
16	1995	21.00	20.00	32.00	11.50	0.80	0.30	2.80	0.00	32.60	8.20	9.40	18.90	32.60
17	1996	20.00	18.40	8.80	5.00	7.60	0.60	0.00	3.60	7.90	19.80	13.60	20.70	20.70
18	1997	22.10	13.30	23.10	15.50	3.20	0.00	0.00	2.70	2.80	8.30	24.00	29.50	29.50
19	1998	44.00	30.60	11.50	10.50	2.00	2.10	0.00	4.20	1.20	10.80	25.00	20.40	44.00



20	1999	30.50	16.50	15.20	18.00	9.20	6.00	0.00	0.00	12.50	11.90	12.90	25.60	30.50
21	2000	24.30	14.50	12.00	4.00	1.50	2.70	1.20	2.00	16.00	14.00	36.30	13.80	36.30
22	2001	27.00	23.60	25.20	7.50	2.40	0.00	19.80	5.00	9.50	21.10	14.30	28.00	28.00
23	2002	27.70	28.50	22.70	8.80	5.50	2.20	8.00	3.00	3.30	13.00	19.00	12.00	28.50
24	2003	42.80	22.80	15.80	29.80	2.50	5.00	0.00	9.50	5.80	6.50	22.00	25.00	42.80
25	2004	22.90	18.30	20.00	20.20	1.20	16.50	8.30	7.70	14.60	10.80	10.00	17.80	22.90
26	2005	29.30	22.15	17.25	16.50	0.40	0.00	1.00	2.90	4.60	11.40	16.00	10.00	29.30
27	2006	35.70	16.00	14.50	17.60	0.00	4.20	0.00	3.30	9.20	20.00	18.60	20.50	35.70
28	2007	27.25	15.80	30.00	20.00	13.00	0.00	2.50	0.80	3.00	27.70	25.30	20.00	30.00
29	2008	18.80	20.30	10.00	3.50	2.50	1.00	2.10	3.00	4.50	31.50	16.80	20.00	31.50
30	2009	17.00	22.40	14.00	5.25	3.65	0.50	3.05	3.75	3.65	27.25	16.90	16.00	27.25
31	2010	47.00	35.00	27.00	7.00	4.80	0.00	4.00	4.50	2.80	23.00	17.00	22.50	47.00
32	2011	28.40	26.00	32.00	17.00	0.00	0.00	3.30	0.00	17.80	13.20	17.82	23.60	32.00
33	2012	29.03	40.20	26.60	13.40	2.00	3.45	2.90	6.85	12.65	24.10	17.82	23.60	40.20
34	2013	29.03	54.40	21.20	9.80	4.00	6.90	2.50	13.70	7.50	35.00	28.00	25.10	54.40
35	2014	30.50	15.50	8.90	18.20	10.80	0.00	1.40	5.00	5.70	29.60	6.10	24.30	30.50
N° Datos		35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00
Media		29.03	25.92	21.33	15.42	3.60	3.63	3.02	4.47	8.92	22.08	17.82	23.60	36.30
Máximo		47.00	73.30	39.30	33.30	13.00	26.00	21.50	22.10	32.60	55.20	36.30	43.90	73.30
Mínimo		10.00	13.30	8.80	3.50	0.00	0.00	0.00	0.00	1.20	6.50	6.10	10.00	20.70

FUENTE: OBSERVATORIO METEOROLÓGICO "LUIS OLAZO OLIVERA" DE PERAYOC (UNSAAC)

**Tabla N° 23: Precipitaciones Máximas en 24 horas – GRANJA KAYRA**

PRECIPITACIONES DE LA ESTACIÓN GRANJA KAYRA PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24hh. (mm)														
ESTACIÓN GRANJA KAYRA														
Latitud		13°33'24.7"						Dpto:			Cusco			
Longitud		71°52'29.8"						Prov:			Cusco			
Altitud		3 238 msnm						Dist:			San Jerónimo			
N° Datos	Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	MÁXIMO
1	1980	23.90	38.20	27.10	10.40	3.70	0.00	5.10	0.40	4.80	11.00	9.60	19.50	38.20
2	1981	28.60	10.40	15.80	22.40	1.80	3.00	0.00	4.00	7.60	40.20	25.20	19.10	40.20
3	1982	27.40	16.00	29.66	17.10	0.00	5.00	3.40	1.40	3.20	13.40	21.40	16.00	29.66
4	1983	17.40	21.40	13.10	7.50	2.80	2.60	0.50	0.50	4.40	8.20	10.50	20.70	21.40
5	1984	36.50	19.40	14.30	25.90	0.00	0.90	1.00	7.00	2.10	18.50	9.50	31.40	36.50
6	1985	18.10	31.20	24.60	5.00	6.20	4.80	0.90	0.00	13.00	13.10	13.60	20.10	31.20
7	1986	12.50	26.20	14.50	20.80	2.80	0.00	1.80	2.60	3.40	8.00	18.00	27.50	27.50
8	1987	42.10	11.20	19.90	4.40	1.00	0.80	4.60	0.00	4.10	4.90	18.00	20.40	42.10
9	1988	28.40	14.30	35.20	23.80	1.80	0.00	0.00	0.00	7.70	20.20	15.40	25.20	35.20
10	1989	21.20	41.90	15.50	16.30	3.60	6.10	0.00	3.80	16.00	12.20	14.00	24.10	41.90
11	1990	26.50	20.30	11.30	8.90	3.60	9.31	0.00	3.60	5.30	14.00	14.50	19.50	26.50
12	1991	25.50	37.60	37.10	14.20	4.80	2.70	1.50	0.00	12.80	13.40	17.50	25.20	37.60



13	1992	13.90	18.80	21.20	6.80	0.00	19.10	0.00	14.0	5.20	16.20	22.60	15.40	22.60
14	1993	48.50	17.40	24.20	2.90	0.90	0.00	1.50	5.30	6.90	14.50	15.60	44.10	48.50
15	1994	39.60	30.00	20.40	12.30	8.60	0.00	0.00	0.00	10.50	17.40	7.10	28.30	39.60
16	1995	23.20	18.50	14.30	6.80	0.00	0.00	0.40	1.20	19.80	8.30	34.60	20.70	34.60
17	1996	24.60	17.30	31.30	7.40	6.00	0.00	0.00	3.00	8.30	11.60	10.50	23.80	31.30
18	1997	20.10	18.20	24.90	9.50	4.10	0.00	0.00	3.50	5.10	12.90	47.00	30.00	47.00
19	1998	35.90	23.10	4.90	11.70	1.00	1.90	0.00	1.50	3.30	11.10	18.90	14.10	35.90
20	1999	12.70	14.90	17.00	13.60	1.30	3.20	1.00	0.00	10.90	7.20	19.30	15.40	19.30
21	2000	25.50	24.90	22.60	5.70	0.80	4.50	1.50	2.40	4.90	9.50	17.30	11.40	25.50
22	2001	15.60	31.00	21.40	10.60	4.30	0.00	9.90	3.60	5.40	15.90	23.10	11.60	31.00
23	2002	21.20	25.10	13.50	8.10	5.70	1.00	6.90	2.40	2.60	15.20	26.70	23.50	26.70
24	2003	24.60	24.00	18.00	39.10	1.00	6.40	0.00	10.8	1.70	10.20	7.00	23.40	39.10
25	2004	24.50	30.80	12.60	6.40	1.40	12.60	8.00	4.90	7.30	14.70	11.00	25.20	30.80
26	2005	23.00	13.20	27.80	23.20	2.00	0.40	1.20	2.20	2.10	13.60	11.70	17.20	27.80
27	2006	37.30	51.60	26.40	30.20	0.20	4.00	0.00	5.40	4.10	15.00	12.50	15.30	51.60
28	2007	26.70	13.70	19.70	32.90	3.40	0.00	3.00	0.00	1.00	13.40	15.80	16.90	32.90
29	2008	25.60	27.90	11.20	5.60	2.80	1.00	0.00	2.00	8.30	11.20	24.50	16.40	27.90
30	2009	27.80	17.80	23.60	5.90	2.50	0.00	1.90	0.40	7.60	7.00	91.30	52.90	91.30
31	2010	50.40	45.80	35.80	13.90	3.20	2.40	1.30	2.90	7.40	13.20	17.70	21.90	50.40
32	2011	22.60	22.00	25.00	15.60	1.70	3.20	3.00	0.00	9.60	18.90	29.80	14.60	29.80
33	2012	14.80	47.00	8.10	28.40	3.40	1.20	0.00	0.10	10.30	9.20	30.70	24.30	47.00
34	2013	23.20	21.10	18.70	4.50	14.60	3.00	1.00	6.20	2.70	17.90	16.00	27.20	27.20
35	2014	27.30	15.00	9.50	14.30	9.10	0.10	1.20	3.50	6.00	26.90	4.00	23.30	27.30
N° Datos		35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.0	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00
Media		26.19	24.49	20.29	14.06	3.15	2.83	1.73	2.82	6.73	13.95	20.05	22.45	35.80
Máximo		50.40	51.60	37.10	39.10	14.60	19.10	9.90	14.0	19.80	40.20	91.30	52.90	91.30
Mínimo		12.50	10.40	4.90	2.90	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	4.90	4.00	11.40	19.30

FUENTE: SENAMHI - CUSCO

Las tablas siguientes muestran las precipitaciones totales mensuales acumuladas.

**Tabla N° 24: Precipitaciones Acumuladas Mensuales - PERAYOC**

PRECIPITACIONES DE OBSERVATORIO METEOROLÓGICO LUIS OLAZO OLIVERA UNSAAC (PERAYOC)														
PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24hh. (mm)														
OBSERVATORIO METEOROLÓGICO "LUIS OLAZO OLIVERA" DE PERAYOC (UNSAAC)														
Latitud		13°31'16"						Dpto:		Cusco				
Longitud		71°57'53"						Prov:		Cusco				
Altitud		3 365 msnm						Dist:		Cusco				
N° Datos	Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL



«EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DE LAS ASOCIACIONES PRO VIVIENDA 28 DE JULIO, KANTU, VILLA MERCEDES Y VISTA ALEGRE – CUSCO»

1	1980	97.9	141.7	96.9	34.1	7.4	2.1	2.4	0.4	7.7	96.2	66.6	67.5	620.9
2	1981	218.1	73	119.2	69.2	0.6	4.2	0	12.4	46.7	105	112.1	133.9	894.4
3	1982	205.9	118.7	159.5	67.9	0	1.4	3.8	9.8	58	68	161.9	150.4	1005.3
4	1983	154.3	96.4	60.8	23.8	8.6	36.05	0.7	0	2.3	37.5	60.35	172.4	653.2
5	1984	219.9	172.8	88.6	82.1	0.2	6.8	0.2	19.3	21.8	126.05	82.6	110.1	930.4
6	1985	121.9	143	123.5	64.2	19.1	17.9	3.1	6.1	39.1	70.3	128.1	146.4	882.7
7	1986	103.2	114.1	154.8	95.4	6.8	0	3.3	10.6	10.8	35.6	115.1	87.5	737.2
8	1987	311.6	106	81.2	35.1	5.9	13.6	14.2	0	13	60.5	121.2	164.9	927.2
9	1988	228	144.5	250.5	40.9	4	0	0	0	19.4	53.5	57.7	154.5	953
10	1989	213.4	147.4	198.5	54.7	4.1	14.9	0	6.3	15.5	92.8	72.4	72.5	892.5
11	1990	309.4	89.4	62.5	105.9	11.8	33.7	0	6.8	18.3	105.9	109.1	105.7	958.5
12	1991	117.1	236.4	152	44.8	14.1	7.9	1	0	31.6	116.6	104.8	116.2	942.5
13	1992	154.8	142.1	95.6	18.5	1	6.5	1	33.5	9.1	68.7	124.9	66.6	722.3
14	1993	259.9	123.2	93.2	34.5	3.4	0	1.8	22.7	6.9	97.4	100.9	220	963.9
15	1994	196.4	220.9	232.6	60.5	15.2	0	0	0	21	44.5	64.2	165	1020.3
16	1995	127	90.6	137.8	26.1	1.7	0.3	3.1	0	52	20.1	27.5	124	610.2
17	1996	169	87.4	48.6	28.9	9.7	0.6	0	9.8	16	61.2	66	168	665.2
18	1997	137.2	105.1	145.4	75.3	3.2	0	0	11.1	13.4	35.5	126	178.7	830.9
19	1998	155.3	163.2	54.3	34.8	3.8	3.4	0	6.2	2.2	84.9	70.6	69.4	648.1
20	1999	165	96.7	104	50.7	10.2	6	0	0	57.9	24.8	52.7	119.2	687.2
21	2000	234.9	117.1	113.1	9.4	1.8	3.5	2.4	6.7	24.6	53	53.8	90.7	711
22	2001	295	155.4	156.1	34.2	5.9	0	22.4	11.9	19.2	70.5	66.9	102.9	940.4
23	2002	134.9	179.8	203.7	25.4	6.9	2.2	32.5	6	14.4	73.8	113	129.3	921.9
24	2003	216.6	156.9	145.4	95.3	2.8	7.1	0	13.1	9.8	23.5	126	127.8	924.3
25	2004	203	149	89.5	30.4	3.4	20.6	9.6	10	32.7	83.7	155.1	94.2	881.2
26	2005	140.8	130.6	120.2	35.7	1.1	0	1	3.1	6.5	36.9	66.6	57.8	600.3
27	2006	196.3	122.3	126.5	73.9	0	6.8	0	5.5	18.6	77.8	67.4	165.7	860.8
28	2007	140.8	84.8	113.5	68.6	13	0	4	0.8	6.1	74.3	103.8	77.7	687.4
29	2008	130.8	135	80.8	5.3	6.5	2.5	3.1	6.7	14.2	106.5	54.9	124.4	670.7
30	2009	122.3	117.3	55.3	15.35	6.55	1.3	4.2	8.65	10.7	95.3	52.2	129.9	619.05
31	2010	339.1	213.3	166.3	25.4	6.6	0	5.3	10.6	7.2	84.1	49.5	244.1	1151.5
32	2011	98.7	245.2	191.5	66.7	0	0	4.5	0	34.5	25.8	71.85	221	959.75
33	2012	70.5	187	152	47.95	4.1	6.1	3.5	0	27.1	72.9	83	209	863.15
34	2013	0	128.9	112.5	29.2	8.1	12.2	2.5	17.3	19.7	120	94.2	199.8	744.4
35	2014	177.4	75.4	49.7	64.1	19.3	0	2.6	12.8	17.6	79	17.6	170.9	686.4
N° Datos		35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35
Media		176.2	137.4	123.9	47.8	6.2	6.2	3.8	7.7	20.7	70.9	85.7	135.4	821.9
Máximo		339.1	245.2	250.5	105.9	19.3	36.05	32.5	33.5	58	126.05	161.9	244.1	1151.5
Mínimo		0	73	48.6	5.3	0	0	0	0	2.2	20.1	17.6	57.8	600.3

FUENTE: OBSERVATORIO METEOROLÓGICO "LUIS OLAZO OLIVERA" DE PERAYOC (UNSAAC)



**Tabla N° 25: Precipitaciones Acumuladas Mensuales – GRANJA KAYRA**

PRECIPITACIONES DE ESTACIÓN GRANJA KAYRA PRECIPITACIÓN MENSUAL (mm)														
ESTACIÓN GRANJA KAYRA														
Latitud		13°33'24.7"						Dpto:		Cusco				
Longitud		71°52'29.8"						Prov:		Cusco				
Altitud		3 238 msnm						Dist:		San Jerónimo				
N° Datos	Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1	1980	218.1	73.0	119.2	69.2	0.6	4.2	0.0	12.4	7.7	96.2	66.6	67.5	734.7
2	1981	225.4	80.8	124.4	56.9	1.8	3.9	0.0	9.8	45.9	108.9	120.8	144.3	922.9
3	1982	178.9	115.5	143.1	58.8	0.0	9.2	3.4	4.9	14.0	37.9	122.5	98.6	786.8
4	1983	128.4	84.0	54.5	29.8	3.4	6.2	0.5	0.9	5.5	26.0	44.3	100.2	483.7
5	1984	198.6	142.4	71.0	82.8	0.0	2.0	1.3	11.4	4.2	114.6	69.4	102.8	800.5
6	1985	129.1	119.4	74.2	33.2	15.6	11.6	0.9	0.0	43.3	62.1	116.5	122.4	728.3
7	1986	76.4	92.2	125.7	65.5	6.2	0.0	1.8	4.2	7.5	17.3	69.6	102.7	569.1
8	1987	224.3	87.9	48.6	13.1	2.1	1.3	9.2	0.0	8.2	26.5	101.8	107.6	630.6
9	1988	163.8	84.3	166.5	108.9	4.6	0.0	0.0	0.0	9.9	36.2	47.6	103.7	725.5
10	1989	151.4	126.8	119.3	38.6	6.4	9.1	0.0	6.1	30.7	48.7	60.7	88.5	686.3
11	1990	157.6	90.4	60.2	47.4	7.5	31.8	0.0	5.8	13.3	73.7	86.9	66.5	641.1
12	1991	97.6	163.6	105.2	45.1	11.0	5.1	1.5	0.0	21.4	49.3	83.6	99.0	682.4
13	1992	114.1	102.4	104.0	14.9	0.0	19.4	0.0	21.4	8.0	50.7	117.4	57.0	609.3
14	1993	206.7	110.5	75.8	18.8	0.9	0.0	2.7	6.9	18.0	46.2	111.9	201.5	799.9
15	1994	177.0	163.9	173.9	45.5	11.8	0.0	0.0	0.0	25.7	40.2	40.5	119.9	798.4
16	1995	122.0	94.8	95.3	17.8	0.0	0.0	0.6	1.2	28.8	26.7	70.2	102.6	560.0
17	1996	131.9	98.0	70.5	32.3	11.0	0.0	0.0	6.3	19.6	58.4	49.0	133.2	610.2
18	1997	123.3	127.7	104.8	31.0	4.8	0.0	0.0	7.1	12.3	44.4	201.5	148.4	805.3
19	1998	116.3	156.2	22.6	31.0	1.6	1.9	0.0	1.6	4.3	49.8	49.7	58.9	493.9
20	1999	89.3	92.2	92.0	42.8	1.3	3.4	1.0	0.0	43.1	18.8	39.7	119.5	543.1
21	2000	197.4	137.3	119.5	10.9	2.6	5.8	2.7	4.5	10.7	49.3	29.3	82.0	652.0
22	2001	233.0	173.1	137.4	36.4	11.5	0.0	17.4	10.2	20.6	38.3	96.8	89.4	864.1
23	2002	134.5	184.6	112.7	21.6	16.2	2.5	27.1	3.7	10.3	78.7	97.8	132.4	822.1
24	2003	163.9	135.5	142.9	56.5	2.0	6.4	0.0	21.3	3.7	34.6	23.1	123.8	713.7
25	2004	173.7	125.8	66.5	21.0	2.4	20.5	17.0	9.0	21.7	25.6	60.9	87.9	632.0
26	2005	140.8	130.6	120.2	33.1	3.2	0.4	1.2	4.0	4.5	39.1	59.3	102.5	638.9
27	2006	203.4	155.5	145.9	40.9	0.2	4.9	0.0	10.5	7.5	72.5	67.8	147.2	856.3
28	2007	140.8	58.7	107.3	93.6	5.8	0.0	4.0	0.0	1.0	49.4	72.4	88.4	621.4
29	2008	108.8	109.2	64.4	7.6	8.7	2.1	0.0	3.9	13.9	51.7	90.2	131.9	592.4
30	2009	112.5	108.3	79.1	21.3	5.3	0.0	3.3	0.7	15.1	8.3	88.7	82.9	525.5
31	2010	268.5	168.5	129.2	16.6	1.3	0.0	1.4	4.7	8.2	70.0	40.0	172.7	881.1
32	2011	103.4	179.3	131.9	67.6	3.9	3.2	3.7	0.0	38.9	37.4	60.2	110.2	739.7
33	2012	70.5	167.7	41.7	48.1	4.5	1.2	0.0	0.0	18.4	19.5	138.2	179.5	689.3
34	2013	180.5	137.2	75.5	13.0	25.3	6.1	2.0	12.4	6.3	105.0	86.0	159.4	808.7

35	2014	161.9	116.5	40.0	35.0	10.1	0.0	3.2	23.2	20.1	69.5	60.0	96.7	636.2
N° Datos		35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00
Media		154.97	122.68	99.00	40.19	5.53	4.63	3.03	5.95	16.35	50.90	78.31	112.33	693.87
Máximo		268.50	184.60	173.90	108.90	25.30	31.80	27.10	23.20	45.90	114.60	201.50	201.50	922.90
Mínimo		70.50	58.70	22.60	7.60	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	8.30	23.10	57.00	483.70

FUENTE: SENAMHI – CUSCO

### 3.6. PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS DE DATOS

Teniendo todas los datos procedemos a obtener los resultados

#### 3.6.1. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN DE LAS ENCUESTAS

Se ha recolectado los datos y respuestas de las preguntas realizadas a los vecinos dentro de las Asociaciones Pro Vivienda 28 de Julio, Kantu, Villa Mercedes y Vista Alegre y se ha obtenido los siguientes resultados a las preguntas planteadas en la encuesta:

- **Pregunta 01: ¿Cree que existen problemas con las redes de alcantarillado sanitario de la zona donde vive?**

Figura N° 27: Resultados de la pregunta 01 de la encuesta realizada

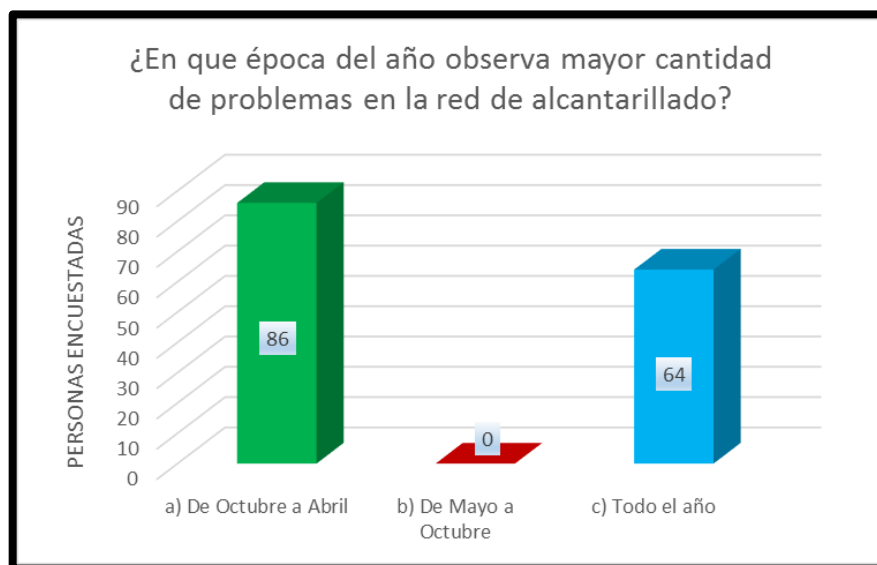


FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Para la pregunta 01 según los datos recolectados para un total de 150 viviendas encuestadas los resultados fueron de 112 afirmaciones y de 38 respuestas contrarias. Evidenciando que si existen problemas en las redes de alcantarillado sanitario en las Asociaciones Pro Vivienda 28 de Julio, Kantu, Villa Mercedes y Vista Alegre.

- **Pregunta 02: ¿En qué época del año observa mayor cantidad de problemas en la red de alcantarillado?**

**Figura N° 28: Resultados de la pregunta 02 de la encuesta realizada**

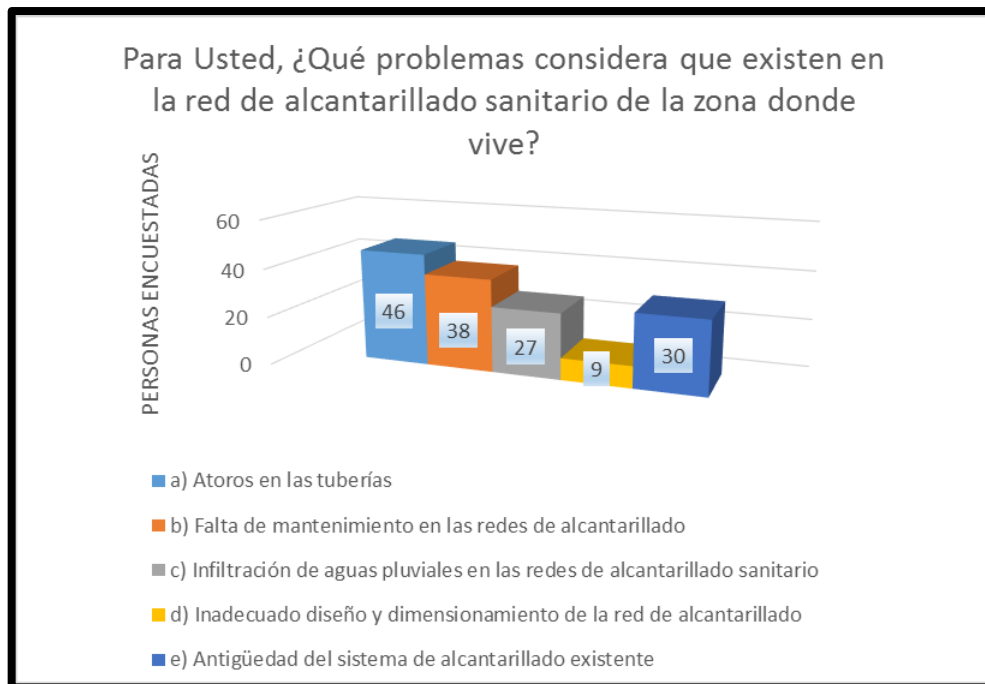


FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Para la pregunta 02 según los datos recolectados para un total de 150 viviendas encuestadas los resultados muestran que la mayoría de pobladores encuestados observan problemas en la red de alcantarillado entre Octubre y Abril, que son los meses con mayores precipitaciones y 64 de las personas encuestadas observa problemas todo el año.

- **Pregunta 03: Para Usted, ¿Qué problemas considera que existen en la red de alcantarillado sanitario de la zona donde vive?**

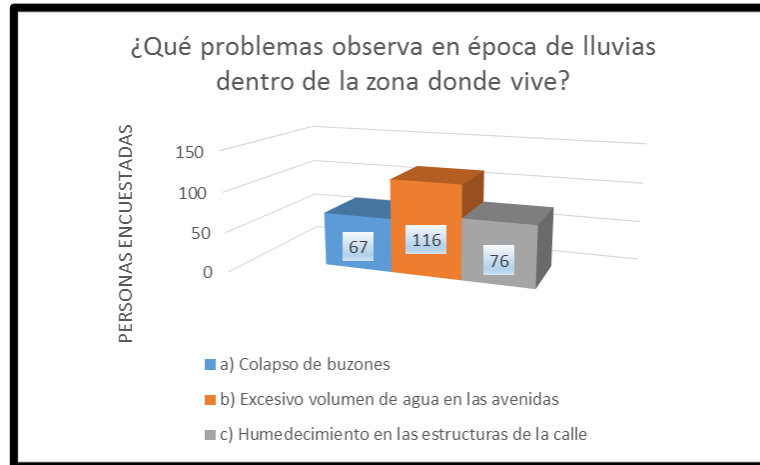


**Figura N° 29: Resultados de la pregunta 03 de la encuesta realizada**

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Para la pregunta 03 según los datos recolectados para un total de 150 viviendas encuestadas los resultados, sobre los problemas que consideran existentes en la red de alcantarillado sanitario, se inclinan más a cuatro respuestas: Atoros en las tuberías, falta de mantenimiento en las redes de alcantarillado, infiltración de aguas pluviales en las redes de alcantarillado sanitario y la antigüedad del sistema actual.

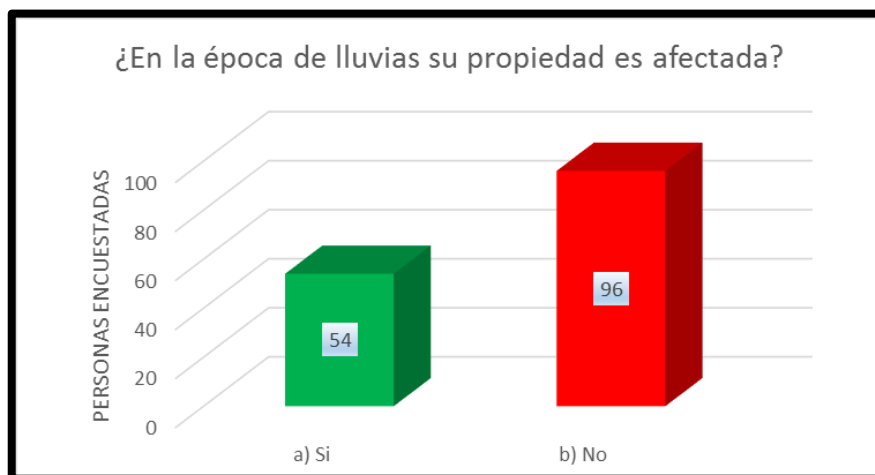
- **Pregunta 04: ¿Qué problemas observa en época de lluvias dentro de la zona donde vive?**

**Figura N° 30: Resultados de la pregunta 04 de la encuesta realizada**

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Para la pregunta 04 según los datos recolectados para un total de 150 viviendas encuestadas los resultados, sobre los problemas que observan en época de lluvias, el resultado da como respuesta principal el excesivo volumen de agua en las avenidas.

- **Pregunta 05: En la época de lluvias, ¿Su propiedad es afectada?**

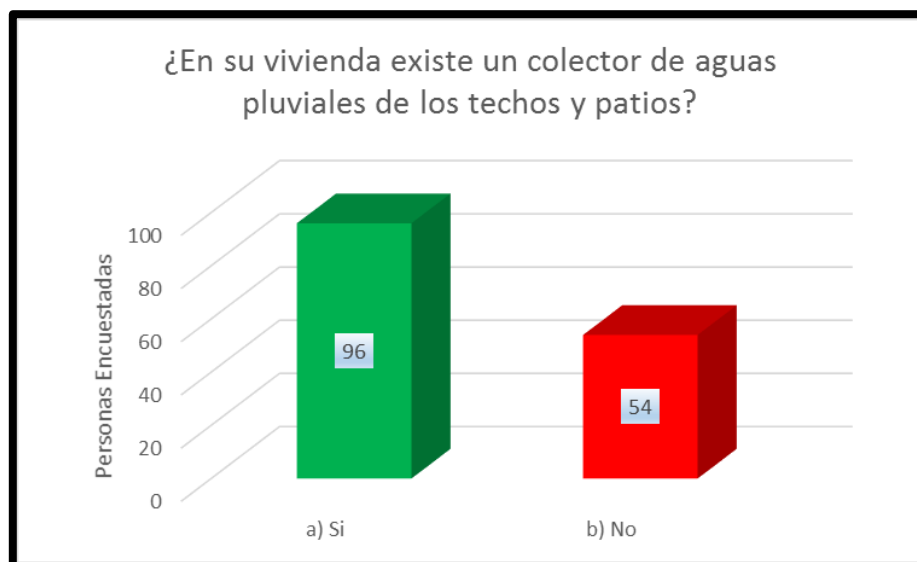
**Figura N° 31: Resultados de la pregunta 05 de la encuesta realizada**

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Para la pregunta 05 según los datos recolectados para un total de 150 viviendas encuestadas 54 respondieron que sus viviendas si son afectadas en época de lluvias y 96 respondieron lo contrario.

- **Pregunta 06: ¿En su vivienda existe un colector de aguas pluviales de los techos y patios?**

**Figura N° 32: Resultados de la pregunta 06 de la encuesta realizada**

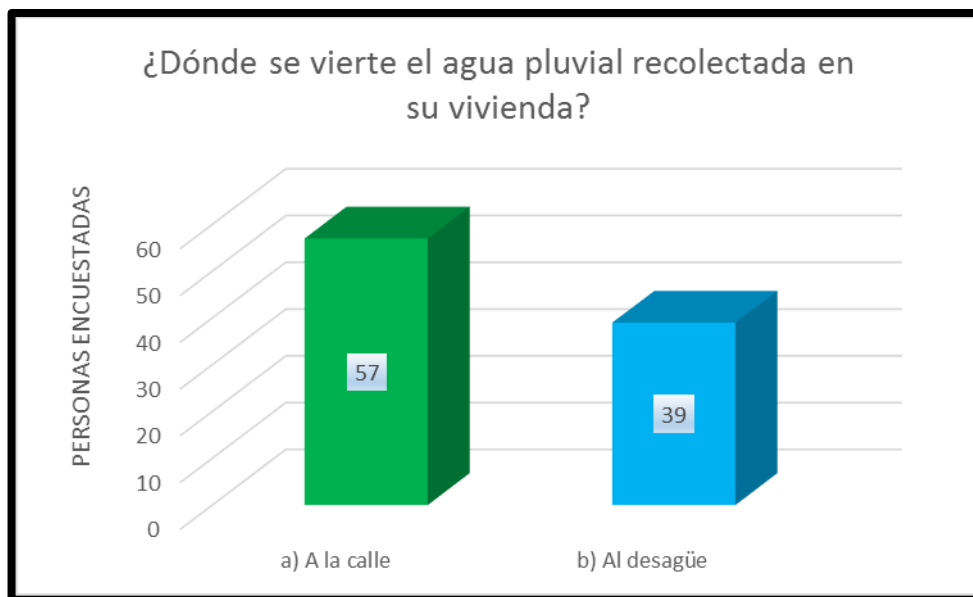


FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Para la pregunta 06 según los datos recolectados para un total de 150 viviendas encuestadas 96 cuentan con un colector de aguas pluviales de los techos y patios y 54 no cuentan con este colector.

- **PREGUNTA 07: ¿Dónde se vierte el agua pluvial recolectada en su vivienda?**

**Figura N° 33: Resultados de la pregunta 07 de la encuesta realizada**



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Para la pregunta 07 según los datos recolectados para un total de 96 viviendas encuestadas 57 vierten el agua pluvial de su vivienda a la calle y 39 viviendas a la red de aguas residuales.

### 3.6.2. CÁLCULO DEL CAUDAL DE AGUAS RESIDUALES GENERADAS POR CONSUMO DE LA POBLACIÓN

#### 3.6.2.1. OBTENCIÓN DE LA DEMANDA AGREGADA POR CONEXIONES DOMICILIARIAS APORTANTES A LA RED DE AGUAS RESIDUALES

Del Censo realizado en el año 2007, se realizó el análisis de los datos obtenidos por población y según la tabla número 26 se hallaron los siguientes datos:

**Tabla N° 26: Datos estadísticos de población y vivienda pertenecientes al Distrito de San Sebastián**

ÍTEM	DESCRIPCION	
<b>LOCALIDAD</b>	Región:	Cusco
	Provincia:	Cusco
	Distrito	San Sebastián
	Localidad:	APVs 28 de Julio, Kantu, Villa Mercedes y Vista Alegre
<b>POBLACIÓN AÑO 2007</b>	71,761	Habitantes zona urbana
	2,431	Habitantes zona rural
<b>NÚMERO DE VIVIENDAS AÑO 2007</b>	17,471	Viviendas zona urbana
	638	Viviendas zona rural
<b>COBERTURA DE AGUA</b>	92%	Con conexión
	8%	Sin conexión
<b>TASA DE CRECIMIENTO POBLACIONAL INEI</b>	1.11%	Anual

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**Tabla N° 27: Índice de personas por vivienda, Distrito de San Sebastián. Año 2007**

ÍTEM	CANTIDAD	UNIDAD
Población del distrito de San Sebastián (urbana)	71,761	hab.
Número de viviendas del distrito de San Sebastián (urbana)	17,471	viviendas
Índice de personas por vivienda	4.11	hab/vivienda

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Según los datos obtenidos del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) se calculó la población para el año 2016 y se calculó un índice de habitantes por vivienda que después se multiplicó por la cantidad de viviendas de la zona de estudio.

**Tabla N° 28: Índice de personas por vivienda, Distrito de San Sebastián.  
Año 2016**

ÍTEM	CANTIDAD	UNIDAD
Población del distrito de San Sebastián (urbana)	79,257	hab.
Número de viviendas del distrito de San Sebastián (urbana)	17,532	viviendas
Índice de personas por vivienda	4.52	hab/vivienda

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Entonces para nuestra zona de estudio se obtuvieron los siguientes datos:

**Tabla N° 29: Número de habitantes y número de viviendas dentro de la zona de Estudio**

ÍTEM	CANTIDAD	UNIDAD
Población que aporta a la red de alcantarillado sanitario	1,641	hab.
Número de viviendas que aportan a la zona de estudio	363	viviendas

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

La norma OS. 100 del reglamento nacional de edificaciones no presenta la dotación para considerar en el diseño de infraestructuras sanitarias:

**Tabla N° 30: Dotación por conexión clima frío Norma OS.100**

DOTACIÓN	CANTIDAD	UNIDAD
Por habitante con conexión	180	LPPD
Por habitante sin conexión	30	LPPD

FUENTE: R.N.E. NORMA OS.100

Tabla N° 31: Demanda de Agua por vivienda

Ítem	APYs 28 de Julio, Kantu, Villa Mercedes y Vista Alegre	N° Lotes	N° hab/con ez.	Población (hab)	C/cobe rt.	S/cobe rt.	Dotación		Qpd (lt/día)		Caudal 2016 (lt/s)		
					92%	8%	C/cobe rt.	S/cobe rt.	C/cobe rt.	S/cobe rt.	Qpd Total	Qmd=1.3°Qpd	Qmh=1.8°Qpd
1	Manzana A	6	4.52	27	25	2	180	30	0.052	0.001	0.053	0.069	0.095
2	Manzana B	13	4.52	59	54	5	180	30	0.113	0.002	0.114	0.149	0.206
3	Manzana C	14	4.52	63	58	5	180	30	0.121	0.002	0.123	0.160	0.221
4	Manzana D	8	4.52	36	33	3	180	30	0.069	0.001	0.070	0.091	0.127
5	Manzana E	11	4.52	50	46	4	180	30	0.095	0.001	0.097	0.126	0.174
6	Manzana F	33	4.52	149	137	12	180	30	0.286	0.004	0.290	0.377	0.522
7	Manzana G	6	4.52	27	25	2	180	30	0.052	0.001	0.053	0.069	0.095
8	Manzana H	30	4.52	136	125	11	180	30	0.260	0.004	0.264	0.343	0.475
9	Manzana I	5	4.52	23	21	2	180	30	0.043	0.001	0.044	0.057	0.079
10	Manzana J	11	4.52	50	46	4	180	30	0.095	0.001	0.097	0.126	0.174
11	Manzana K	9	4.52	41	37	3	180	30	0.078	0.001	0.079	0.103	0.142
12	Manzana L	17	4.52	77	71	6	180	30	0.147	0.002	0.149	0.194	0.269
13	Manzana M	17	4.52	77	71	6	180	30	0.147	0.002	0.149	0.194	0.269
14	Manzana N	21	4.52	95	87	8	180	30	0.182	0.003	0.185	0.240	0.332
15	Manzana Ñ	15	4.52	68	62	5	180	30	0.130	0.002	0.132	0.171	0.237
16	Manzana O	19	4.52	86	79	7	180	30	0.165	0.002	0.167	0.217	0.301
17	Manzana P	13	4.52	59	54	5	180	30	0.113	0.002	0.114	0.149	0.206
18	Manzana Q	23	4.52	104	96	8	180	30	0.199	0.003	0.202	0.263	0.364
19	Manzana R	26	4.52	118	108	9	180	30	0.225	0.003	0.229	0.297	0.411
20	Manzana S	25	4.52	113	104	9	180	30	0.217	0.003	0.220	0.286	0.396
21	Manzana T	28	4.52	127	116	10	180	30	0.243	0.004	0.246	0.320	0.443
22	Manzana u	13	4.52	59	54	5	180	30	0.113	0.002	0.114	0.149	0.206

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Tabla N° 32: Cálculo del consumo de la población

Caudal Promedio (Q)	3.190	lt/seg.
Caudal Máximo Diario Qmd	4.147	lt/seg.
Caudal Máximo Horario Qmh	5.743	lt/seg.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

### 3.6.3. CÁLCULO DEL CAUDAL DE LA RED ACTUAL

Para este cálculo se utilizó la ecuación de Manning, en unidades del sistema internacional.

$$Q(h) = \frac{1}{n} \times AR(h)^{2/3} \times S^{1/2}$$

Dónde:

Q (h): caudal del agua en m<sup>3</sup>/seg.

“n” : parámetro que depende de la rugosidad de la pared.

A : área de la sección de flujo del agua.

R (h): radio hidráulico, en m, en función del tirante hidráulico h.

S : La pendiente de la línea de agua en m/m.

En los siguientes cuadros se ve los cálculos hallados de las pendientes.

**Tabla N° 33: Relaciones geométricas transversales más frecuentes**

Sección	Area hidráulica A	Perímetro mojado P	Radio hidráulico R	Espejo de agua T
 Rectangular	$by$	$b+2y$	$\frac{by}{b+2y}$	$b$
 Trapezoidal	$(b+zy)y$	$b+2y\sqrt{1+z^2}$	$\frac{(b+zy)y}{b+2y\sqrt{1+z^2}}$	$b+2zy$
 Triangular	$zy^2$	$2y\sqrt{1+z^2}$	$\frac{zy}{2\sqrt{1+z^2}}$	$2zy$
 Circular	$\frac{(\theta-\text{sen}\theta)D^2}{8}$	$\frac{\theta D}{2}$	$(1-\frac{\text{sen}\theta}{\theta})\frac{D}{4}$	$(\frac{\text{sen}\theta}{2})D$ ó $2\sqrt{y(D-y)}$
 Parabólica	$2/3 Ty$	$T + \frac{8y^2}{3T}$	$\frac{2T^2y}{3T+8y^2}$	$\frac{3A}{2y}$

FUENTE: MANUAL DE DISEÑOS DE OBRAS HIDRÁULICAS PARA LA FORMULACIÓN DE PROYECTOS HIDRÁULICOS

**3.6.3.1. CÁLCULO DE PENDIENTES DE LA RED DE CONDUCCIÓN DE LAS CALLES DE LA ZONA DE ESTUDIO EN LAS ASOCIACIONES PRO VIVIENDA 28 DE JULIO, KANTU, VILLA MERCEDES Y VISTA ALEGRE**





**Tabla N° 34: Pendientes de la red de aguas residuales obtenidas – Calle Prolongación Diego de Almagro**

Calle Prolongacion Diego de Almagro													
TRAMO	LONG. (m)	BUZÓN INICIO				BUZÓN LLEGADA				DIFERENCIA COTAS (msnm)	PENDIENTE m/m	MATERIAL DE LA TUBERÍA EXISTENTE	DIÁMETRO DE TUBERÍA EXISTENTE (mm)
		N°	PROFUNDIDAD (m)	COTA TERRENO (msnm)	COTA FONDO DE BUZÓN (msnm)	N°	PROFUNDIDAD (m)	COTA TERRENO (msnm)	COTA FONDO DE BUZÓN (msnm)				
1	41.53	BZ-57	1.15	3292.01	3290.86	BZ-63	2.25	3291.11	3288.86	2.00	0.0482	CSN	200
2	42.30	BZ-63	2.25	3291.11	3288.86	BZ-73	1.35	3290.02	3288.67	0.19	0.0045	CSN	200
3	42.28	BZ-73	1.35	3290.02	3288.67	BZ-77	1.42	3289.76	3288.34	0.33	0.0078	CSN	200

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**Tabla N° 35: Pendientes de la red de aguas residuales obtenidas – Calle Perú**

Calle Perú													
TRAMO	LONG. (m)	BUZÓN INICIO				BUZÓN LLEGADA				DIFERENCIA COTAS (msnm)	PENDIENTE m/m	MATERIAL DE LA TUBERÍA EXISTENTE	DIÁMETRO DE TUBERÍA EXISTENTE (mm)
		N°	PROFUNDIDAD (m)	COTA TERRENO (msnm)	COTA FONDO DE BUZÓN (msnm)	N°	PROFUNDIDAD (m)	COTA TERRENO (msnm)	COTA FONDO DE BUZÓN (msnm)				
1	24.81	BZ-56	1.80	3292.87	3291.07	BZ-58	1.30	3292.25	3290.95	0.12	0.0048	PVC	300
2	25.96	BZ-58	1.30	3292.25	3290.95	BZ-60	2.20	3291.74	3289.54	1.41	0.0543	PVC	300
3	31.91	BZ-60	2.20	3291.74	3289.54	BZ-89	1.25	3290.77	3289.52	0.02	0.0006	PVC	300
4	24.83	BZ-89	1.25	3290.77	3289.52	BZ-86	1.40	3290.35	3288.95	0.57	0.0230	PVC	300
5	9.45	BZ-86	1.40	3290.35	3288.95	BZ-84	1.60	3290.27	3288.67	0.28	0.0296	PVC	200
6	20.57	BZ-84	1.60	3290.27	3288.67	BZ-82	1.35	3289.86	3288.51	0.16	0.0078	CSN	300
7	55.28	BZ-83	1.15	3290.18	3289.03	BZ-82	1.35	3289.86	3288.51	0.52	0.0094	CSN	200
8	60	BZ-133	0.95	3290.18	3289.23	BZ-82	1.35	3289.86	3288.51	0.72	0.0120	CSN	200
9	20.57	BZ-82	1.35	3289.86	3288.51	BZ-81	1.95	3289.26	3287.31	1.2	0.0583	CSN	300
10	20.57	BZ-81	1.95	3289.26	3287.31	BZ-80	1.80	3288.89	3287.09	0.22	0.0107	CSN	300

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**Tabla N° 36: Pendientes de la red de aguas residuales obtenidas – Calle Prolongación Sucre**

Calle Prolongacion Sucre													
TRAMO	LONG. (m)	BUZÓN INICIO				BUZÓN LLEGADA				DIFERENCIA COTAS (msnm)	PENDIENTE m/m	MATERIAL DE LA TUBERÍA EXISTENTE	DIÁMETRO DE TUBERÍA EXISTENTE (mm)
		N°	PROFUNDIDAD (m)	COTA TERRENO (msnm)	COTA FONDO DE BUZÓN (msnm)	N°	PROFUNDIDAD (m)	COTA TERRENO (msnm)	COTA FONDO DE BUZÓN (msnm)				
1	47.03	BZ-132	0.74	3290.78	3290.04	BZ-139	1.05	3288.98	3287.93	2.11	0.0449	CSN	200
2	45.83	BZ-139	1.05	3288.98	3287.93	BZ-138	1.25	3288.72	3287.47	0.46	0.0100	CSN	200
3	35.40	BZ-138	1.25	3288.72	3287.47	BZ-180	1.25	3287.65	3286.4	1.07	0.0302	CSN	200
4	61.68	BZ-180	1.25	3287.65	3286.4	BZ-182	2.08	3284.99	3282.91	3.49	0.0566	CSN	200

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**Tabla N° 37: Pendientes de la red de aguas residuales obtenidas – Calle Espinar**

Calle Espinar													
TRAMO	LONG. (m)	BUZÓN INICIO				BUZÓN LLEGADA				DIFERENCIA COTAS (msnm)	PENDIENTE m/m	MATERIAL DE LA TUBERÍA EXISTENTE	DIÁMETRO DE TUBERÍA EXISTENTE (mm)
		N°	PROFUNDIDAD (m)	COTA TERRENO (msnm)	COTA FONDO DE BUZÓN (msnm)	N°	PROFUNDIDAD (m)	COTA TERRENO (msnm)	COTA FONDO DE BUZÓN (msnm)				
1	43.28	BZ-188	2.70	3286.49	3283.79	BZ-185	1.70	3285.23	3283.53	0.26	0.0060	CSN	200
2	18.71	BZ-185	1.70	3285.23	3283.53	BZ-184	2.05	3284.66	3282.61	0.92	0.0492	CSN	200

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**Tabla N° 38: Pendientes de la red de aguas residuales obtenidas – Jr. Tarapaca**

Jr. Tarapaca													
TRAMO	LONG. (m)	BUZÓN INICIO				BUZÓN LLEGADA				DIFERENCIA COTAS (msnm)	PENDIENTE m/m	MATERIAL DE LA TUBERÍA EXISTENTE	DIÁMETRO DE TUBERÍA EXISTENTE (mm)
		N°	PROFUNDIDAD (m)	COTA TERRENO (msnm)	COTA FONDO DE BUZÓN (msnm)	N°	PROFUNDIDAD (m)	COTA TERRENO (msnm)	COTA FONDO DE BUZÓN (msnm)				
1	85.99	BZ-186	1.80	3286.32	3284.52	BZ-238	1.65	3284.73	3283.08	1.44	0.0167	CSN	200
2	50.80	BZ-238	1.65	3284.73	3283.08	BZ-241	1.70	3283.68	3281.98	1.1	0.0217	CSN	200
3	65.90	BZ-241	1.70	3283.68	3281.98	BZ-1806	1.30	3280.74	3279.44	2.54	0.0385	CSN	200

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**Tabla N° 39: Pendientes de la red de aguas residuales obtenidas – Jr. Zarumilla**

Jr. Zarumilla													
TRAMO	LONG. (m)	BUZÓN INICIO				BUZÓN LLEGADA				DIFERENCIA COTAS (msnm)	PENDIENTE m/m	MATERIAL DE LA TUBERÍA EXISTENTE	DIÁMETRO DE TUBERÍA EXISTENTE (mm)
		N°	PROFUNDIDAD (m)	COTA TERRENO (msnm)	COTA FONDO DE BUZÓN (msnm)	N°	PROFUNDIDAD (m)	COTA TERRENO (msnm)	COTA FONDO DE BUZÓN (msnm)				
1	59.16	BZ-248	1.15	3282.92	3281.77	BZ-244A	1.85	3279.89	3278.04	3.73	0.0630	CSN	200

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**Tabla N° 40: Pendientes de la red de aguas residuales obtenidas –  
Calle Junín**

Calle Junin													
TRAMO	LONG. (m)	BUZÓN INICIO				BUZÓN LLEGADA				DIFERENCIA COTAS (msnm)	PENDIENTE m/m	MATERIAL DE LA TUBERÍA EXISTENTE	DIÁMETRO DE TUBERÍA EXISTENTE (mm)
		N°	PROFUNDIDAD (m)	COTA TERRENO (msnm)	COTA FONDO DE BUZÓN (msnm)	N°	PROFUNDIDAD (m)	COTA TERRENO (msnm)	COTA FONDO DE BUZÓN (msnm)				
1	26.18	BZ-249	1.05	3281.45	3280.4	BZ-247	1.80	3279.87	3278.07	2.33	0.0890	CSN	200
2	43.07	BZ-247	1.80	3279.87	3278.07	BZ-246A	2.05	3278.36	3276.31	1.76	0.0409	CSN	200

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**Tabla N° 41: Pendientes de la red de aguas residuales obtenidas –  
Jr. 2 de Mayo**

Jr. 2 de Mayo													
TRAMO	LONG. (m)	BUZÓN INICIO				BUZÓN LLEGADA				DIFERENCIA COTAS (msnm)	PENDIENTE m/m	MATERIAL DE LA TUBERÍA EXISTENTE	DIÁMETRO DE TUBERÍA EXISTENTE (mm)
		N°	PROFUNDIDAD (m)	COTA TERRENO (msnm)	COTA FONDO DE BUZÓN (msnm)	N°	PROFUNDIDAD (m)	COTA TERRENO (msnm)	COTA FONDO DE BUZÓN (msnm)				
1	38.84	BZ-282	0.95	3281.21	3280.26	BZ-283	1.25	3280.19	3278.94	1.32	0.0340	CSN	200
2	42.59	BZ-283	1.25	3280.19	3278.94	BZ-285A	2.05	3278.29	3276.24	2.7	0.0634	CSN	200

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**Tabla N° 42: Pendientes de la red de aguas residuales obtenidas –  
Jr. Pacífico**

Jr. Pacifico													
TRAMO	LONG. (m)	BUZÓN INICIO				BUZÓN LLEGADA				DIFERENCIA COTAS (msnm)	PENDIENTE m/m	MATERIAL DE LA TUBERÍA EXISTENTE	DIÁMETRO DE TUBERÍA EXISTENTE (mm)
		N°	PROFUNDIDAD (m)	COTA TERRENO (msnm)	COTA FONDO DE BUZÓN (msnm)	N°	PROFUNDIDAD (m)	COTA TERRENO (msnm)	COTA FONDO DE BUZÓN (msnm)				
1	34.85	BZ-281	1.00	3281.01	3280.01	BZ-280	1.65	3279.88	3278.23	1.78	0.0511	CSN	200
2	44.78	BZ-280	1.65	3279.88	3278.23	BZ-284	1.80	3278.92	3277.12	1.11	0.0248	CSN	200
3	48.09	BZ-284	1.80	3278.92	3277.12	BZ-286	1.95	3277.57	3275.62	1.5	0.0312	CSN	200

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**Tabla N° 43: Pendientes de la red de aguas residuales obtenidas – Jr. Tacna**

Jr. Tacna													
TRAMO	LONG. (m)	BUZÓN INICIO				BUZÓN LLEGADA				DIFERENCIA COTAS (msnm)	PENDIENTE m/m	MATERIAL DE LA TUBERÍA EXISTENTE	DIÁMETRO DE TUBERÍA EXISTENTE (mm)
		N°	PROFUNDIDAD (m)	COTA TERRENO (msnm)	COTA FONDO DE BUZÓN (msnm)	N°	PROFUNDIDAD (m)	COTA TERRENO (msnm)	COTA FONDO DE BUZÓN (msnm)				
1	29.58	BZ-296	1.20	3277.8	3276.6	BZ-295	1.20	3276.08	3274.88	1.72	0.0581	CSN	200
2	64.50	BZ-295	1.20	3276.08	3274.88	BZ-293	1.50	3274.85	3273.35	1.53	0.0237	CSN	200

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**Tabla N° 44: Pendientes de la red de aguas residuales obtenidas – Jr. Arica**

Jr. Arica													
TRAMO	LONG. (m)	BUZÓN INICIO				BUZÓN LLEGADA				DIFERENCIA COTAS (msnm)	PENDIENTE m/m	MATERIAL DE LA TUBERÍA EXISTENTE	DIÁMETRO DE TUBERÍA EXISTENTE (mm)
		N°	PROFUNDIDAD (m)	COTA TERRENO (msnm)	COTA FONDO DE BUZÓN (msnm)	N°	PROFUNDIDAD (m)	COTA TERRENO (msnm)	COTA FONDO DE BUZÓN (msnm)				
1	45.53	BZ-301	1.20	3275.73	3274.53	BZ-294	1.30	3274.43	3273.13	1.40	0.0307	CSN	200
2	59.16	BZ-294	1.30	3274.43	3273.13	BZ-291	1.40	3273.97	3272.57	0.56	0.0095	CSN	200

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**Tabla N° 45: Pendientes de la red de aguas residuales obtenidas – Av. Las Palmeras**

Av. Las Palmeras													
TRAMO	LONG. (m)	BUZÓN INICIO				BUZÓN LLEGADA				DIFERENCIA COTAS (msnm)	PENDIENTE m/m	MATERIAL DE LA TUBERÍA EXISTENTE	DIÁMETRO DE TUBERÍA EXISTENTE (mm)
		N°	PROFUNDIDAD (m)	COTA TERRENO (msnm)	COTA FONDO DE BUZÓN (msnm)	N°	PROFUNDIDAD (m)	COTA TERRENO (msnm)	COTA FONDO DE BUZÓN (msnm)				
1	52.79	BZ-311	1.30	3275.6	3274.3	BZ-312	1.60	3274.36	3272.76	1.54	0.0292	CSN	200
2	59.16	BZ-312	1.60	3274.36	3272.76	BZ-313	1.45	3273.97	3272.52	0.24	0.0041	CSN	200

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**Tabla N° 46: Pendientes de la red de aguas residuales obtenidas –  
Calle Los Rosales**

Calle Los Rosales													
TRAMO	LONG. (m)	BUZÓN INICIO				BUZÓN LLEGADA				DIFERENCIA COTAS (msnm)	PENDIENTE m/m	MATERIAL DE LA TUBERÍA EXISTENTE	DIÁMETRO DE TUBERÍA EXISTENTE (mm)
		N°	PROFUNDIDAD (m)	COTA TERRENO (msnm)	COTA FONDO DE BUZÓN (msnm)	N°	PROFUNDIDAD (m)	COTA TERRENO (msnm)	COTA FONDO DE BUZÓN (msnm)				
1	55.62	BZ-319	1.08	3274.69	3273.61	BZ-318	1.80	3274.29	3272.49	1.12	0.0201	CSN	200
2	43.63	BZ-318	1.80	3274.29	3272.49	BZ-317	1.60	3273.55	3271.95	0.54	0.0124	CSN	200

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**Tabla N° 47: Pendientes de la red de aguas residuales obtenidas –  
Jr. Las Gardenias**

Jr. Las Gardenias													
TRAMO	LONG. (m)	BUZÓN INICIO				BUZÓN LLEGADA				DIFERENCIA COTAS (msnm)	PENDIENTE m/m	MATERIAL DE LA TUBERÍA EXISTENTE	DIÁMETRO DE TUBERÍA EXISTENTE (mm)
		N°	PROFUNDIDAD (m)	COTA TERRENO (msnm)	COTA FONDO DE BUZÓN (msnm)	N°	PROFUNDIDAD (m)	COTA TERRENO (msnm)	COTA FONDO DE BUZÓN (msnm)				
1	54.75	BZ-337	1.40	3273.54	3272.14	BZ-338	1.60	3273.17	3271.57	0.57	0.0104	CSN	200
2	43.98	BZ-338	1.60	3273.17	3271.57	BZ-340	1.50	3272.41	3270.91	0.66	0.0150	CSN	200

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**Tabla N° 48: Pendientes de la red de aguas residuales obtenidas –  
Jr. Los Claveles**

Jr. Los Claveles													
TRAMO	LONG. (m)	BUZÓN INICIO				BUZÓN LLEGADA				DIFERENCIA COTAS (msnm)	PENDIENTE m/m	MATERIAL DE LA TUBERÍA EXISTENTE	DIÁMETRO DE TUBERÍA EXISTENTE (mm)
		N°	PROFUNDIDAD (m)	COTA TERRENO (msnm)	COTA FONDO DE BUZÓN (msnm)	N°	PROFUNDIDAD (m)	COTA TERRENO (msnm)	COTA FONDO DE BUZÓN (msnm)				
1	32.24	BZ-347	1.15	3272.94	3271.79	BZ-346	1.90	3272.59	3270.69	1.10	0.0341	CSN	200
2	61.94	BZ-346	1.90	3272.59	3270.69	BZ-345	2.05	3272.18	3270.13	0.56	0.0090	CSN	200
3	33.46	BZ-345	2.05	3272.18	3270.13	BZ-344A	1.90	3270.88	3268.98	1.15	0.0344	CSN	200

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**Tabla N° 49: Pendientes de la red de aguas residuales obtenidas – Jr. Los Gladiolos**

Jr. Los Gladiolos													
TRAMO	LONG. (m)	BUZÓN INICIO				BUZÓN LLEGADA				DIFERENCIA COTAS (msnm)	PENDIENTE m/m	MATERIAL DE LA TUBERÍA EXISTENTE	DIÁMETRO DE TUBERÍA EXISTENTE (mm)
		N°	PROFUNDIDAD (m)	COTA TERRENO (msnm)	COTA FONDO DE BUZÓN (msnm)	N°	PROFUNDIDAD (m)	COTA TERRENO (msnm)	COTA FONDO DE BUZÓN (msnm)				
1	41.11	BZ-430	0.95	3272.76	3271.81	BZ-431	1.35	3271.72	3270.37	1.44	0.0350	CSN	200
2	47.82	BZ-431	1.35	3271.72	3270.37	BZ-436	1.80	3271.14	3269.34	1.03	0.0215	CSN	200
3	43.78	BZ-436	1.80	3271.14	3269.34	BZ-437A	1.80	3270.48	3268.68	0.66	0.0151	CSN	200

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**Tabla N° 50: Pendientes de la red de aguas residuales obtenidas – Jr. Las Magnolias**

Jr. Las Magnolias													
TRAMO	LONG. (m)	BUZÓN INICIO				BUZÓN LLEGADA				DIFERENCIA COTAS (msnm)	PENDIENTE m/m	MATERIAL DE LA TUBERÍA EXISTENTE	DIÁMETRO DE TUBERÍA EXISTENTE (mm)
		N°	PROFUNDIDAD (m)	COTA TERRENO (msnm)	COTA FONDO DE BUZÓN (msnm)	N°	PROFUNDIDAD (m)	COTA TERRENO (msnm)	COTA FONDO DE BUZÓN (msnm)				
1	35.22	BZ-429	1.00	3270.9	3269.9	BZ-432	2.30	3270.71	3268.41	1.49	0.0423	CSN	200
2	55.02	BZ-432	2.30	3270.71	3268.41	BZ-435	1.90	3269.5	3267.6	0.81	0.0147	CSN	200
3	44.45	BZ-435	1.90	3269.5	3267.6	BZ-438A	1.90	3269.22	3267.32	0.28	0.0063	CSN	200

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**Tabla N° 51: Pendientes de la red de aguas residuales obtenidas – Jr. Los Geranios**

Jr. Los Geranios													
TRAMO	LONG. (m)	BUZÓN INICIO				BUZÓN LLEGADA				DIFERENCIA COTAS (msnm)	PENDIENTE m/m	MATERIAL DE LA TUBERÍA EXISTENTE	DIÁMETRO DE TUBERÍA EXISTENTE (mm)
		N°	PROFUNDIDAD (m)	COTA TERRENO (msnm)	COTA FONDO DE BUZÓN (msnm)	N°	PROFUNDIDAD (m)	COTA TERRENO (msnm)	COTA FONDO DE BUZÓN (msnm)				
1	34.73	BZ-428	1.55	3269.87	3268.32	BZ-433	2.00	3269.71	3267.71	0.61	0.0176	CSN	200
2	36.55	BZ-433	2.00	3269.71	3267.71	BZ-434	1.70	3268.64	3266.94	0.77	0.0211	CSN	200
3	67.46	BZ-434	1.70	3268.64	3266.94	BZ-439A	1.95	3268.02	3266.07	0.87	0.0129	CSN	200

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



**Tabla N° 52: Pendientes de la red de aguas residuales obtenidas –  
Vía Expresa 01**

Vía Expresa 01													
TRAMO	LONG. (m)	BUZÓN INICIO				BUZÓN LLEGADA				DIFERENCIA COTAS (msnm)	PENDIENTE m/m	MATERIAL DE LA TUBERÍA EXISTENTE	DIÁMETRO DE TUBERÍA EXISTENTE (mm)
		N°	PROFUNDIDAD (m)	COTA TERRENO (msnm)	COTA FONDO DE BUZÓN (msnm)	N°	PROFUNDIDAD (m)	COTA TERRENO (msnm)	COTA FONDO DE BUZÓN (msnm)				
1	72.55	BZ-77	1.42	3289.76	3288.34	BZ-80	1.80	3288.89	3287.09	1.25	0.0172	CSN	300
2	78.99	BZ-80	1.80	3288.89	3287.09	BZ-134	1.90	3287.71	3285.81	1.28	0.0162	CSN	300
3	95.31	BZ-134	1.90	3287.71	3285.81	BZ-137	2.08	3285.61	3283.53	2.28	0.0239	CSN	300
4	46.32	BZ-137	2.08	3285.61	3283.53	BZ-182	2.08	3284.99	3282.91	0.62	0.0134	CSN	300
5	36.28	BZ-182	2.08	3284.99	3282.91	BZ-184	2.05	3284.66	3282.61	0.3	0.0083	CSN	300
6	62.08	BZ-184	2.05	3284.66	3282.61	BZ-239	2.08	3283.25	3281.17	1.44	0.0232	CSN	300
7	109.52	BZ-239	2.08	3283.25	3281.17	BZ-1806	1.30	3280.74	3279.44	1.73	0.0158	CSN	300
8	41.00	BZ-1806	1.30	3280.74	3279.44	BZ-244B	1.90	3279.82	3277.92	1.52	0.0371	CSN	300
9	69.89	BZ-244B	1.90	3279.82	3277.92	BZ-246B	1.80	3278.27	3276.47	1.45	0.0207	CSN	300
10	65.22	BZ-246B	1.80	3278.27	3276.47	BZ-285B	1.80	3278.21	3276.41	0.06	0.0009	CSN	300
11	66.05	BZ-285B	1.80	3278.21	3276.41	BZ-287	1.00	3277.23	3276.23	0.18	0.0027	CSN	300
12	66.86	BZ-287	1.00	3277.23	3276.23	BZ-292	1.45	3274.76	3273.31	2.92	0.0437	CSN	300
13	68.33	BZ-292	1.45	3274.76	3273.31	BZ-290	1.30	3273.97	3272.67	0.64	0.0094	CSN	300
14	63.47	BZ-290	1.30	3273.97	3272.67	BZ-314	1.50	3273.62	3272.12	0.55	0.0087	CSN	300
15	72.82	BZ-314	1.50	3273.62	3272.12	BZ-316	1.60	3273.45	3271.85	0.27	0.0037	CSN	300
16	73.37	BZ-316	1.60	3273.45	3271.85	BZ-341	1.50	3272.41	3270.91	0.94	0.0128	CSN	300
17	67.83	BZ-341	1.50	3272.41	3270.91	BZ-344B	1.70	3270.88	3269.18	1.73	0.0255	CSN	300
18	57.45	BZ-344B	1.70	3270.88	3269.18	BZ-437B	1.80	3270.48	3268.68	0.5	0.0087	CSN	300
19	60.10	BZ-437B	1.80	3270.48	3268.68	BZ-438B	1.90	3269.22	3267.32	1.36	0.0226	CSN	300
20	48.15	BZ-438B	1.90	3269.22	3267.32	BZ-439B	1.90	3268.02	3266.12	1.2	0.0249	CSN	300
21	16.63	BZ-439B	1.90	3268.02	3266.12	BZ-441	1.75	3267.57	3265.82	0.3	0.0180	CSN	300

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**Tabla N° 53: Pendientes de la red de aguas residuales obtenidas – Vía Expresa 02**

TRAMO	LONG. (m)	Vía Expresa 02											
		BUZÓN INICIO				BUZÓN LLEGADA				DIFERENCIA COTAS (msnm)	PENDIENTE m/m	MATERIAL DE LA TUBERÍA EXISTENTE	DIÁMETRO DE TUBERÍA EXISTENTE (mm)
		N°	PROFUNDIDAD (m)	COTA TERRENO (msnm)	COTA FONDO DE BUZÓN (msnm)	N°	PROFUNDIDAD (m)	COTA TERRENO (msnm)	COTA FONDO DE BUZÓN (msnm)				
1	69.89	BZ-244A	1.85	3279.89	3278.04	BZ-246A	2.05	3278.36	3276.31	1.73	0.0248	CSN	300
2	65.23	BZ-246A	2.05	3278.36	3276.31	BZ-285A	2.05	3278.29	3276.24	0.07	0.0011	CSN	300
3	66.79	BZ-285A	2.05	3278.29	3276.24	BZ-286	1.95	3277.57	3275.62	0.62	0.0093	CSN	300
4	66.83	BZ-286	1.95	3277.57	3275.62	BZ-293	1.50	3274.85	3273.35	2.27	0.0340	CSN	300
5	68.23	BZ-293	1.50	3274.85	3273.35	BZ-291	1.40	3273.97	3272.57	0.78	0.0114	CSN	300
6	63.56	BZ-291	1.40	3273.97	3272.57	BZ-313	1.45	3273.97	3272.52	0.05	0.0008	CSN	300
7	72.84	BZ-313	1.45	3273.97	3272.52	BZ-317	1.60	3273.55	3271.95	0.57	0.0078	CSN	300
8	73.89	BZ-317	1.60	3273.55	3271.95	BZ-340	1.50	3272.41	3270.91	1.04	0.0141	CSN	300
9	67.81	BZ-340	1.50	3272.41	3270.91	BZ-344A	1.90	3270.88	3268.98	1.93	0.0285	CSN	300
10	57.45	BZ-344A	1.90	3270.88	3268.98	BZ-437A	1.80	3270.48	3268.68	0.3	0.0052	CSN	300
11	60.12	BZ-437A	1.80	3270.48	3268.68	BZ-438A	1.90	3269.22	3267.32	1.36	0.0226	CSN	300
12	48.23	BZ-438A	1.90	3269.22	3267.32	BZ-439A	1.95	3268.02	3266.07	1.25	0.0259	CSN	300
13	14.79	BZ-439A	1.95	3268.02	3266.07	BZ-441	1.75	3267.57	3265.82	0.25	0.0169	CSN	300

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**3.6.3.2. DETERMINACIÓN DE CAPACIDAD DE LA RED DE ALCANTARILLADO POR CALLES DE LA ZONA DE ESTUDIO EN LAS ASOCIACIONES PRO VIVIENDA 28 DE JULIO, KANTU, VILLA MERCEDES Y VISTA ALEGRE**

Se utilizó diferentes métodos para el cálculo de los caudales actuantes en la red.

**3.6.3.2.1. MÉTODO GANGUILLET-KUTTER**

El Método Ganguillet-Kutter se expresa en la siguiente ecuación:

$$C = \frac{23 + \frac{1}{n} + \frac{0.00155}{S}}{1 + \left(23 + \frac{0.00155}{S}\right) \frac{n}{\sqrt{R}}}$$

Dónde:

C: Coeficiente de Ganguillet-Kutter a usarse en la fórmula de Chezy

$$V = C\sqrt{R * S}$$

S: Pendiente (m/m).





R: Radio Hidráulico (m).

n: Coeficiente de rugosidad de la fórmula.

Luego, para la obtención del caudal se utiliza la fórmula:

$$Q = A * V$$

Dónde:

Q: Caudal (m3/seg).

**Tabla N° 54: Caudales obtenidos por el método de Ganguillet-Kutter en la Calle Prolongación Diego de Almagro**

Calle Prolongacion Diego de Almagro												
TRAMO	DIÁMETRO (D) m	RADIO (r) m	TIRANTE (y) m	y/D %	ÁREA MOJADA (A) m <sup>2</sup>	COEFICIENT E (n)	PENDIENTE (S) m/m	COEFICIENT E (C)	VELOCIDAD (V) m/seg.	CAUDAL (Q) m <sup>3</sup> /seg	FUERZA TRACTIVA Pa	VELOCIDAD CRITICA (Vc) m/seg
1	0.20	0.10	0.1	0.5	0.016	0.013	0.0482	42.73	2.297	0.0361	23.5974	4.2000
2	0.20	0.10	0.1	0.5	0.016	0.013	0.0045	42.54	0.698	0.0110	2.2009	4.2000
3	0.20	0.10	0.1	0.5	0.016	0.013	0.0078	42.63	0.922	0.0145	3.8245	4.2000

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**Tabla N° 55: Caudales obtenidos por el método de Ganguillet-Kutter en la Calle Perú**

Calle Perú												
TRAMO	DIÁMETRO (D) m	RADIO (r) m	TIRANTE (y) m	y/D %	ÁREA MOJADA (A) m <sup>2</sup>	COEFICIENT E (n)	PENDIENTE (S) m/m	COEFICIENT E (C)	VELOCIDAD (V) m/seg.	CAUDAL (Q) m <sup>3</sup> /seg	FUERZA TRACTIVA Pa	VELOCIDAD CRITICA (Vc) m/seg
1	0.30	0.15	0.15	0.5	0.035	0.013	0.0048	47.58	0.810	0.0286	3.5550	5.1439
2	0.30	0.15	0.15	0.5	0.035	0.013	0.0543	47.75	2.726	0.0963	39.9210	5.1439
3	0.30	0.15	0.15	0.5	0.035	0.013	0.0006	46.35	0.284	0.0100	0.4607	5.1439
4	0.30	0.15	0.15	0.5	0.035	0.013	0.0230	47.73	1.771	0.0626	16.8727	5.1439
5	0.20	0.10	0.10	0.5	0.016	0.013	0.0296	42.72	1.801	0.0283	14.5185	4.2000
6	0.30	0.15	0.15	0.5	0.035	0.013	0.0078	47.65	1.029	0.0364	5.7171	5.1439
7	0.20	0.10	0.10	0.5	0.016	0.013	0.0094	42.65	1.013	0.0159	4.6093	4.2000
8	0.20	0.10	0.10	0.5	0.016	0.013	0.0120	42.67	1.145	0.0180	5.8800	4.2000
9	0.30	0.15	0.15	0.5	0.035	0.013	0.0583	47.75	2.825	0.0999	42.8780	5.1439
10	0.30	0.15	0.15	0.5	0.035	0.013	0.0107	47.68	1.208	0.0427	7.8610	5.1439

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**Tabla N° 56: Caudales obtenidos por el método de Ganguillet-Kutter en la Calle Prolongación Sucre**

Calle Prolongacion Sucre												
TRAMO	DIÁMETRO (D) m	RADIO (r) m	TIRANTE (y) m	y/D %	ÁREA MOJADA (A) m <sup>2</sup>	COEFICIENT E (n)	PENDIENTE (S) m/m	COEFICIENT E (C)	VELOCIDAD (V) m/seg.	CAUDAL (Q) m <sup>3</sup> /seg	FUERZA TRACTIVA Pa	VELOCIDAD CRITICA (Vc) m/seg
1	0.20	0.10	0.10	0.5	0.016	0.013	0.0449	42.73	2.217	0.0348	21.9838	4.2000
2	0.20	0.10	0.10	0.5	0.016	0.013	0.0100	42.66	1.047	0.0164	4.9182	4.2000
3	0.20	0.10	0.10	0.5	0.016	0.013	0.0302	42.72	1.819	0.0286	14.8107	4.2000
4	0.20	0.10	0.10	0.5	0.016	0.013	0.0566	42.74	2.490	0.0391	27.7254	4.2000

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



**Tabla N° 57: Caudales obtenidos por el método de Ganguillet-Kutter en la Calle Espinar**

Calle Espinar												
TRAMO	DIÁMETRO (D) m	RADIO (r) m	TIRANTE (y) m	y/D %	ÁREA MOJADA (A) m <sup>2</sup>	COEFICIENT E (n)	PENDIENTE (S) m/m	COEFICIENT E (C)	VELOCIDAD (V) m/seg.	CAUDAL (Q) m <sup>3</sup> /seg	FUERZA TRACTIVA Pa	VELOCIDAD CRITICA (Vc) m/seg
1	0.20	0.10	0.10	0.5	0.016	0.013	0.0060	42.59	0.809	0.0127	2.9436	4.2000
2	0.20	0.10	0.10	0.5	0.016	0.013	0.0492	42.73	2.321	0.0365	24.0941	4.2000

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**Tabla N° 58: Caudales obtenidos por el método de Ganguillet-Kutter en el Jr. Tarapaca**

Jr. Tarapaca												
TRAMO	DIÁMETRO (D) m	RADIO (r) m	TIRANTE (y) m	y/D %	ÁREA MOJADA (A) m <sup>2</sup>	COEFICIENT E (n)	PENDIENTE (S) m/m	COEFICIENT E (C)	VELOCIDAD (V) m/seg.	CAUDAL (Q) m <sup>3</sup> /seg	FUERZA TRACTIVA Pa	VELOCIDAD CRITICA (Vc) m/seg
1	0.20	0.10	0.10	0.5	0.016	0.013	0.0167	42.70	1.353	0.0213	8.2056	4.2000
2	0.20	0.10	0.10	0.5	0.016	0.013	0.0217	42.71	1.539	0.0242	10.6102	4.2000
3	0.20	0.10	0.10	0.5	0.016	0.013	0.0385	42.73	2.055	0.0323	18.8862	4.2000

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**Tabla N° 59: Caudales obtenidos por el método de Ganguillet-Kutter en el Jr. Zarumilla**

Jr. Zarumilla												
TRAMO	DIÁMETRO (D) m	RADIO (r) m	TIRANTE (y) m	y/D %	ÁREA MOJADA (A) m <sup>2</sup>	COEFICIENT E (n)	PENDIENTE (S) m/m	COEFICIENT E (C)	VELOCIDAD (V) m/seg.	CAUDAL (Q) m <sup>3</sup> /seg	FUERZA TRACTIVA Pa	VELOCIDAD CRITICA (Vc) m/seg
1	0.20	0.10	0.10	0.5	0.016	0.013	0.0630	42.74	2.629	0.0413	30.8942	4.2000

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**Tabla N° 60: Caudales obtenidos por el método de Ganguillet-Kutter en la Calle Junin**

Calle Junin												
TRAMO	DIÁMETRO (D) m	RADIO (r) m	TIRANTE (y) m	y/D %	ÁREA MOJADA (A) m <sup>2</sup>	COEFICIENT E (n)	PENDIENTE (S) m/m	COEFICIENT E (C)	VELOCIDAD (V) m/seg.	CAUDAL (Q) m <sup>3</sup> /seg	FUERZA TRACTIVA Pa	VELOCIDAD CRITICA (Vc) m/seg
1	0.20	0.10	0.10	0.5	0.016	0.013	0.0890	42.74	3.123	0.0491	43.6096	4.2000
2	0.20	0.10	0.10	0.5	0.016	0.013	0.0409	42.73	2.116	0.0332	20.0232	4.2000

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**Tabla N° 61: Caudales obtenidos por el método de Ganguillet-Kutter en el Jr. 2 de Mayo**

Jr. 2 de Mayo												
TRAMO	DIÁMETRO (D) m	RADIO (r) m	TIRANTE (y) m	y/D %	ÁREA MOJADA (A) m <sup>2</sup>	COEFICIENT E (n)	PENDIENTE (S) m/m	COEFICIENT E (C)	VELOCIDAD (V) m/seg.	CAUDAL (Q) m <sup>3</sup> /seg	FUERZA TRACTIVA Pa	VELOCIDAD CRITICA (Vc) m/seg
1	0.20	0.10	0.10	0.5	0.016	0.013	0.0340	42.72	1.929	0.0303	16.6529	4.2000
2	0.20	0.10	0.10	0.5	0.016	0.013	0.0634	42.74	2.636	0.0414	31.0636	4.2000

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**Tabla N° 62: Caudales obtenidos por el método de Ganguillet-Kutter en el Jr. Pacífico**

Jr. Pacífico												
TRAMO	DIÁMETRO (D) m	RADIO (r) m	TIRANTE (y) m	y/D %	ÁREA MOJADA (A) m <sup>2</sup>	COEFICIENT E (n)	PENDIENTE (S) m/m	COEFICIENT E (C)	VELOCIDAD (V) m/seg.	CAUDAL (Q) m <sup>3</sup> /seg	FUERZA TRACTIVA Pa	VELOCIDAD CRÍTICA (Vc) m/seg
1	0.20	0.10	0.10	0.5	0.016	0.013	0.0511	42.73	2.366	0.0372	25.0273	4.2000
2	0.20	0.10	0.10	0.5	0.016	0.013	0.0248	42.71	1.647	0.0259	12.1460	4.2000
3	0.20	0.10	0.10	0.5	0.016	0.013	0.0312	42.72	1.848	0.0290	15.2838	4.2000

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**Tabla N° 63: Caudales obtenidos por el método de Ganguillet-Kutter en el Jr. Tacna**

Jr. Tacna												
TRAMO	DIÁMETRO (D) m	RADIO (r) m	TIRANTE (y) m	y/D %	ÁREA MOJADA (A) m <sup>2</sup>	COEFICIENT E (n)	PENDIENTE (S) m/m	COEFICIENT E (C)	VELOCIDAD (V) m/seg.	CAUDAL (Q) m <sup>3</sup> /seg	FUERZA TRACTIVA Pa	VELOCIDAD CRÍTICA (Vc) m/seg
1	0.20	0.10	0.10	0.5	0.016	0.013	0.0581	42.74	2.524	0.0397	28.4922	4.2000
2	0.20	0.10	0.10	0.5	0.016	0.013	0.0237	42.71	1.611	0.0253	11.6233	4.2000

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**Tabla N° 64: Caudales obtenidos por el método de Ganguillet-Kutter en el Jr. Arica**

Jr. Arica												
TRAMO	DIÁMETRO (D) m	RADIO (r) m	TIRANTE (y) m	y/D %	ÁREA MOJADA (A) m <sup>2</sup>	COEFICIENT E (n)	PENDIENTE (S) m/m	COEFICIENT E (C)	VELOCIDAD (V) m/seg.	CAUDAL (Q) m <sup>3</sup> /seg	FUERZA TRACTIVA Pa	VELOCIDAD CRÍTICA (Vc) m/seg
1	0.20	0.10	0.10	0.5	0.016	0.013	0.0307	42.72	1.835	0.0288	15.0670	4.2000
2	0.20	0.10	0.10	0.5	0.016	0.013	0.0095	42.65	1.016	0.0160	4.6383	4.2000

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**Tabla N° 65: Caudales obtenidos por el método de Ganguillet-Kutter en la Av. Las Palmeras**

Av. Las Palmeras												
TRAMO	DIÁMETRO (D) m	RADIO (r) m	TIRANTE (y) m	y/D %	ÁREA MOJADA (A) m <sup>2</sup>	COEFICIENT E (n)	PENDIENTE (S) m/m	COEFICIENT E (C)	VELOCIDAD (V) m/seg.	CAUDAL (Q) m <sup>3</sup> /seg	FUERZA TRACTIVA Pa	VELOCIDAD CRÍTICA (Vc) m/seg
1	0.20	0.10	0.10	0.5	0.016	0.013	0.0292	42.72	1.787	0.0281	14.2944	4.2000
2	0.20	0.10	0.10	0.5	0.016	0.013	0.0041	42.51	0.663	0.0104	1.9878	4.2000

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**Tabla N° 66: Caudales obtenidos por el método de Ganguillet-Kutter en la Calle Los Rosales**

Calle Los Rosales												
TRAMO	DIÁMETRO (D) m	RADIO (r) m	TIRANTE (y) m	y/D %	ÁREA MOJADA (A) m <sup>2</sup>	COEFICIENT E (n)	PENDIENTE (S) m/m	COEFICIENT E (C)	VELOCIDAD (V) m/seg.	CAUDAL (Q) m <sup>3</sup> /seg	FUERZA TRACTIVA Pa	VELOCIDAD CRITICA (Vc) m/seg
1	0.20	0.10	0.10	0.5	0.016	0.013	0.0201	42.71	1.484	0.0233	9.8670	4.2000
2	0.20	0.10	0.10	0.5	0.016	0.013	0.0124	42.67	1.163	0.0183	6.0646	4.2000

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**Tabla N° 67: Caudales obtenidos por el método de Ganguillet-Kutter en el Jr. Las Gardenias**

Jr. Las Gardenias												
TRAMO	DIÁMETRO (D) m	RADIO (r) m	TIRANTE (y) m	y/D %	ÁREA MOJADA (A) m <sup>2</sup>	COEFICIENT E (n)	PENDIENTE (S) m/m	COEFICIENT E (C)	VELOCIDAD (V) m/seg.	CAUDAL (Q) m <sup>3</sup> /seg	FUERZA TRACTIVA Pa	VELOCIDAD CRITICA (Vc) m/seg
1	0.2	0.10	0.10	0.5	0.016	0.013	0.0104	42.66	1.066	0.0167	5.1014	4.2000
2	0.2	0.10	0.10	0.5	0.016	0.013	0.0150	42.69	1.281	0.0201	7.3533	4.2000

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**Tabla N° 68: Caudales obtenidos por el método de Ganguillet-Kutter en el Jr. Los Claveles**

Jr. Los Claveles												
TRAMO	DIÁMETRO (D) m	RADIO (r) m	TIRANTE (y) m	y/D %	ÁREA MOJADA (A) m <sup>2</sup>	COEFICIENT E (n)	PENDIENTE (S) m/m	COEFICIENT E (C)	VELOCIDAD (V) m/seg.	CAUDAL (Q) m <sup>3</sup> /seg	FUERZA TRACTIVA Pa	VELOCIDAD CRITICA (Vc) m/seg
1	0.2	0.10	0.10	0.5	0.016	0.013	0.0341	42.73	1.933	0.0304	16.7184	4.2000
2	0.2	0.10	0.10	0.5	0.016	0.013	0.0090	42.65	0.993	0.0156	4.4301	4.2000
3	0.2	0.10	0.10	0.5	0.016	0.013	0.0344	42.73	1.940	0.0305	16.8410	4.2000

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**Tabla N° 69: Caudales obtenidos por el método de Ganguillet-Kutter en el Jr. Los Gladiolos**

Jr. Los Gladiolos												
TRAMO	DIÁMETRO (D) m	RADIO (r) m	TIRANTE (y) m	y/D %	ÁREA MOJADA (A) m <sup>2</sup>	COEFICIENT E (n)	PENDIENTE (S) m/m	COEFICIENT E (C)	VELOCIDAD (V) m/seg.	CAUDAL (Q) m <sup>3</sup> /seg	FUERZA TRACTIVA Pa	VELOCIDAD CRITICA (Vc) m/seg
1	0.2	0.10	0.10	0.5	0.016	0.013	0.0350	42.73	1.959	0.0308	17.1637	4.2000
2	0.2	0.10	0.10	0.5	0.016	0.013	0.0215	42.71	1.535	0.0241	10.5542	4.2000
3	0.2	0.10	0.10	0.5	0.016	0.013	0.0151	42.69	1.284	0.0202	7.3869	4.2000

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



**Tabla N° 70: Caudales obtenidos por el método de Ganguillet-Kutter en el Jr. Las Magnolias**

Jr. Las Magnolias												
TRAMO	DIÁMETRO (D) m	RADIO (r) m	TIRANTE (y) m	y/D %	ÁREA MOJADA (A) m <sup>2</sup>	COEFICIENT E (n)	PENDIENTE (S) m/m	COEFICIENT E (C)	VELOCIDAD (V) m/seg.	CAUDAL (Q) m <sup>3</sup> /seg	FUERZA TRACTIVA Pa	VELOCIDAD CRITICA (Vc) m/seg
1	0.2	0.10	0.10	0.5	0.016	0.013	0.0423	42.73	2.153	0.0338	20.7297	4.2000
2	0.2	0.10	0.10	0.5	0.016	0.013	0.0147	42.69	1.269	0.0199	7.2137	4.2000
3	0.2	0.10	0.10	0.5	0.016	0.013	0.0063	42.60	0.828	0.0130	3.0866	4.2000

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**Tabla N° 71: Caudales obtenidos por el método de Ganguillet-Kutter en el Jr. Los Geranios**

Jr. Los Geranios												
TRAMO	DIÁMETRO (D) m	RADIO (r) m	TIRANTE (y) m	y/D %	ÁREA MOJADA (A) m <sup>2</sup>	COEFICIENT E (n)	PENDIENTE (S) m/m	COEFICIENT E (C)	VELOCIDAD (V) m/seg.	CAUDAL (Q) m <sup>3</sup> /seg	FUERZA TRACTIVA Pa	VELOCIDAD CRITICA (Vc) m/seg
1	0.2	0.10	0.10	0.5	0.016	0.013	0.0176	42.70	1.386	0.0218	8.6064	4.2000
2	0.2	0.10	0.10	0.5	0.016	0.013	0.0211	42.71	1.518	0.0239	10.3228	4.2000
3	0.2	0.10	0.10	0.5	0.016	0.013	0.0129	42.68	1.187	0.0186	6.3193	4.2000

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**Tabla N° 72: Caudales obtenidos por el método de Ganguillet-Kutter en la Vía Expresa 01**

Via Expresa 01												
TRAMO	DIÁMETRO (D) m	RADIO (r) m	TIRANTE (y) m	y/D %	ÁREA MOJADA (A) m <sup>2</sup>	COEFICIENT E (n)	PENDIENTE (S) m/m	COEFICIENT E (C)	VELOCIDAD (V) m/seg.	CAUDAL (Q) m <sup>3</sup> /seg	FUERZA TRACTIVA Pa	VELOCIDAD CRITICA (Vc) m/seg
1	0.30	0.15	0.15	0.5	0.035	0.013	0.0172	47.71	1.534	0.0542	12.6637	5.1439
2	0.30	0.15	0.15	0.5	0.035	0.013	0.0162	47.71	1.488	0.0526	11.9104	5.1439
3	0.30	0.15	0.15	0.5	0.035	0.013	0.0239	47.73	1.808	0.0639	17.5826	5.1439
4	0.30	0.15	0.15	0.5	0.035	0.013	0.0134	47.70	1.352	0.0478	9.8381	5.1439
5	0.30	0.15	0.15	0.5	0.035	0.013	0.0083	47.66	1.062	0.0375	6.0777	5.1439
6	0.30	0.15	0.15	0.5	0.035	0.013	0.0232	47.73	1.781	0.0629	17.0490	5.1439
7	0.30	0.15	0.15	0.5	0.035	0.013	0.0158	47.71	1.469	0.0519	11.6102	5.1439
8	0.30	0.15	0.15	0.5	0.035	0.013	0.0371	47.74	2.252	0.0796	27.2488	5.1439
9	0.30	0.15	0.15	0.5	0.035	0.013	0.0207	47.72	1.684	0.0595	15.2490	5.1439
10	0.30	0.15	0.15	0.5	0.035	0.013	0.0009	46.79	0.348	0.0123	0.6762	5.1439
11	0.30	0.15	0.15	0.5	0.035	0.013	0.0027	47.43	0.606	0.0214	2.0030	5.1439
12	0.30	0.15	0.15	0.5	0.035	0.013	0.0437	47.75	2.444	0.0864	32.0999	5.1439
13	0.30	0.15	0.15	0.5	0.035	0.013	0.0094	47.67	1.130	0.0399	6.8842	5.1439
14	0.30	0.15	0.15	0.5	0.035	0.013	0.0087	47.66	1.087	0.0384	6.3692	5.1439
15	0.30	0.15	0.15	0.5	0.035	0.013	0.0037	47.52	0.709	0.0250	2.7252	5.1439
16	0.30	0.15	0.15	0.5	0.035	0.013	0.0128	47.70	1.322	0.0467	9.4167	5.1439
17	0.30	0.15	0.15	0.5	0.035	0.013	0.0255	47.73	1.867	0.0660	18.7461	5.1439
18	0.30	0.15	0.15	0.5	0.035	0.013	0.0087	47.66	1.089	0.0385	6.3969	5.1439
19	0.30	0.15	0.15	0.5	0.035	0.013	0.0226	47.73	1.759	0.0622	16.6323	5.1439
20	0.30	0.15	0.15	0.5	0.035	0.013	0.0249	47.73	1.846	0.0652	18.3178	5.1439
21	0.30	0.15	0.15	0.5	0.035	0.013	0.0180	47.72	1.570	0.0555	13.2592	5.1439

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Tabla N° 73: Caudales obtenidos por el método de Ganguillet-Kutter en la Vía Expresa 02

Via Expresa 02												
TRAMO	DIÁMETRO (D) m	RADIO (r) m	TIRANTE (y) m	y/D %	ÁREA MOJADA (A) m <sup>2</sup>	COEFICIENT E (n)	PENDIENTE (S) m/m	COEFICIENT E (C)	VELOCIDAD (V) m/seg.	CAUDAL (Q) m <sup>3</sup> /seg	FUERZA TRACTIVA Pa	VELOCIDAD CRITICA (Vc) m/seg
1	0.30	0.15	0.15	0.5	0.035	0.013	0.0248	47.73	1.839	0.0650	18.1936	5.1439
2	0.30	0.15	0.15	0.5	0.035	0.013	0.0011	46.92	0.377	0.0133	0.7887	5.1439
3	0.30	0.15	0.15	0.5	0.035	0.013	0.0093	47.67	1.125	0.0398	6.8229	5.1439
4	0.30	0.15	0.15	0.5	0.035	0.013	0.0340	47.74	2.155	0.0762	24.9656	5.1439
5	0.30	0.15	0.15	0.5	0.035	0.013	0.0114	47.69	1.249	0.0441	8.4025	5.1439
6	0.30	0.15	0.15	0.5	0.035	0.013	0.0008	46.63	0.320	0.0113	0.5782	5.1439
7	0.30	0.15	0.15	0.5	0.035	0.013	0.0078	47.65	1.032	0.0365	5.7516	5.1439
8	0.30	0.15	0.15	0.5	0.035	0.013	0.0141	47.70	1.386	0.0490	10.3451	5.1439
9	0.30	0.15	0.15	0.5	0.035	0.013	0.0285	47.74	1.973	0.0697	20.9195	5.1439
10	0.30	0.15	0.15	0.5	0.035	0.013	0.0052	47.59	0.842	0.0298	3.8381	5.1439
11	0.30	0.15	0.15	0.5	0.035	0.013	0.0226	47.73	1.758	0.0621	16.6267	5.1439
12	0.30	0.15	0.15	0.5	0.035	0.013	0.0259	47.73	1.882	0.0665	19.0493	5.1439
13	0.30	0.15	0.15	0.5	0.035	0.013	0.0169	47.71	1.520	0.0537	12.4239	5.1439

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

### 3.6.3.2.2. MÉTODO BAZIN

El Método de Bazin se expresa en la siguiente ecuación:

$$C = \frac{87}{1 + \frac{G}{\sqrt{R}}}$$

Dónde:

C: Coeficiente de Bazin a usarse en la fórmula de Chezy.

$$V = C\sqrt{R * S}$$

S: Pendiente (m/m).

R: Radio Hidráulico (m).

G: Coeficiente de rugosidad de la fórmula de Bazin.

Luego, para la obtención del caudal se utiliza la fórmula:

$$Q = A * V$$

Dónde:

Q: Caudal (m<sup>3</sup>/seg).

A: Área (m<sup>2</sup>).

V: Velocidad (m/seg).



**Tabla N° 74: Caudales obtenidos por el método de Bazin en la Calle Prolongación Diego de Almagro**

Calle Prolongacion Diego de Almagro														
TRAMO	DIAMETRO (D) m	RADIO (r) m	TIRANTE (y) m	y/D %	AREA MOJADA (A) m <sup>2</sup>	PERÍMETRO MOJADO (P) m	RADIO HIDRÁULICO (R) m	COEFICIENTE DE RUGOSIDAD (n)	PENDIENTE (S) m/m	COEFICIENTE (C)	VELOCIDAD (V) m/seg	CAUDAL (Q) m <sup>3</sup> /seg	FUERZA TRACTIVA Pa	VELOCIDAD CRITICA (Vc) m/seg
1	0.20	0.10	0.1	0.5	0.0157	0.31416	0.050	0.16	0.0482	50.7128	2.4885	0.0391	23.5974	4.2000
2	0.20	0.10	0.1	0.5	0.0157	0.31416	0.050	0.16	0.0045	50.7128	0.7600	0.0119	2.2009	4.2000
3	0.20	0.10	0.1	0.5	0.0157	0.31416	0.050	0.16	0.0078	50.7128	1.0018	0.0157	3.8245	4.2000

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**Tabla N° 75: Caudales obtenidos por el método de Bazin en la Calle Perú**

Calle Perú														
TRAMO	DIAMETRO (D) m	RADIO (r) m	TIRANTE (y) m	y/D %	AREA MOJADA (A) m <sup>2</sup>	PERÍMETRO MOJADO (P) m	RADIO HIDRÁULICO (R) m	COEFICIENTE DE RUGOSIDAD (n)	PENDIENTE (S) m/m	COEFICIENTE (C)	VELOCIDAD (V) m/seg	CAUDAL (Q) m <sup>3</sup> /seg	FUERZA TRACTIVA Pa	VELOCIDAD CRITICA (Vc) m/seg
1	0.3	0.15	0.15	0.5	0.0353	0.47124	0.075	0.16	0.0048	54.9160	1.0459	0.0370	3.5550	5.1439
2	0.3	0.15	0.15	0.5	0.0353	0.47124	0.075	0.16	0.0543	54.9160	3.5050	0.1239	39.9210	5.1439
3	0.3	0.15	0.15	0.5	0.0353	0.47124	0.075	0.16	0.0006	54.9160	0.3765	0.0133	0.4607	5.1439
4	0.3	0.15	0.15	0.5	0.0353	0.47124	0.075	0.16	0.0230	54.9160	2.2787	0.0805	16.8727	5.1439
5	0.2	0.10	0.1	0.5	0.0157	0.31416	0.050	0.16	0.0296	50.7128	1.9519	0.0307	14.5185	4.2000
6	0.3	0.15	0.15	0.5	0.0353	0.47124	0.075	0.16	0.0078	54.9160	1.3264	0.0469	5.7171	5.1439
7	0.2	0.10	0.1	0.5	0.0157	0.31416	0.050	0.16	0.0094	50.7128	1.0998	0.0173	4.6093	4.2000
8	0.2	0.10	0.1	0.5	0.0157	0.31416	0.050	0.16	0.0120	50.7128	1.2422	0.0195	5.8800	4.2000
9	0.3	0.15	0.15	0.5	0.0353	0.47124	0.075	0.16	0.0583	54.9160	3.6325	0.1284	42.8780	5.1439
10	0.3	0.15	0.15	0.5	0.0353	0.47124	0.075	0.16	0.0107	54.9160	1.5553	0.0550	7.8610	5.1439

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**Tabla N° 76: Caudales obtenidos por el método de Bazin en la Calle Prolongación Sucre**

Calle Prolongacion Sucre														
TRAMO	DIAMETRO (D) m	RADIO (r) m	TIRANTE (y) m	y/D %	AREA MOJADA (A) m <sup>2</sup>	PERÍMETRO MOJADO (P) m	RADIO HIDRÁULICO (R) m	COEFICIENTE DE RUGOSIDAD (n)	PENDIENTE (S) m/m	COEFICIENTE (C)	VELOCIDAD (V) m/seg	CAUDAL (Q) m <sup>3</sup> /seg	FUERZA TRACTIVA Pa	VELOCIDAD CRITICA (Vc) m/seg
1	0.2	0.10	0.1	0.5	0.0157	0.31416	0.050	0.16	0.0449	50.7128	2.4019	0.0377	21.9838	4.2000
2	0.2	0.10	0.1	0.5	0.0157	0.31416	0.050	0.16	0.0100	50.7128	1.1361	0.0178	4.9182	4.2000
3	0.2	0.10	0.1	0.5	0.0157	0.31416	0.050	0.16	0.0302	50.7128	1.9715	0.0310	14.8107	4.2000
4	0.2	0.10	0.1	0.5	0.0157	0.31416	0.050	0.16	0.0566	50.7128	2.6974	0.0424	27.7254	4.2000

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



**Tabla N° 77: Caudales obtenidos por el método de Bazin en la Calle Espinar**

Calle Espinar														
TRAMO	DIAMETRO (D) m	RADIO (r) m	TIRANTE (y) m	y/D %	AREA MOJADA (A) m <sup>2</sup>	PERÍMETRO MOJADO (P) m	RADIO HIDRÁULICO (R) m	COEFICIENTE DE RUGOSIDAD (n)	PENDIENTE (S) m/m	COEFICIENTE (C)	VELOCIDAD (V) m/seg	CAUDAL (Q) m <sup>3</sup> /seg	FUERZA TRACTIVA Pa	VELOCIDAD CRITICA (Vc) m/seg
1	0.2	0.10	0.1	0.5	0.0157	0.31416	0.050	0.16	0.0060	50.7128	0.8789	0.0138	2.9436	4.2000
2	0.2	0.10	0.1	0.5	0.0157	0.31416	0.050	0.16	0.0492	50.7128	2.5145	0.0395	24.0941	4.2000

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**Tabla N° 78: Caudales obtenidos por el método de Bazin en el Jr. Tarapaca**

Jr. Tarapaca														
TRAMO	DIAMETRO (D) m	RADIO (r) m	TIRANTE (y) m	y/D %	AREA MOJADA (A) m <sup>2</sup>	PERÍMETRO MOJADO (P) m	RADIO HIDRÁULICO (R) m	COEFICIENTE DE RUGOSIDAD (n)	PENDIENTE (S) m/m	COEFICIENTE (C)	VELOCIDAD (V) m/seg	CAUDAL (Q) m <sup>3</sup> /seg	FUERZA TRACTIVA Pa	VELOCIDAD CRITICA (Vc) m/seg
1	0.2	0.10	0.1	0.5	0.0157	0.31416	0.050	0.16	0.0167	50.7128	1.4674	0.0231	8.2056	4.2000
2	0.2	0.10	0.1	0.5	0.0157	0.31416	0.050	0.16	0.0217	50.7128	1.6687	0.0262	10.6102	4.2000
3	0.2	0.10	0.1	0.5	0.0157	0.31416	0.050	0.16	0.0385	50.7128	2.2263	0.0350	18.8862	4.2000

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**Tabla N° 79: Caudales obtenidos por el método de Bazin en el Jr. Zarumilla**

Jr. Zarumilla														
TRAMO	DIAMETRO (D) m	RADIO (r) m	TIRANTE (y) m	y/D %	AREA MOJADA (A) m <sup>2</sup>	PERÍMETRO MOJADO (P) m	RADIO HIDRÁULICO (R) m	COEFICIENTE DE RUGOSIDAD (n)	PENDIENTE (S) m/m	COEFICIENTE (C)	VELOCIDAD (V) m/seg	CAUDAL (Q) m <sup>3</sup> /seg	FUERZA TRACTIVA Pa	VELOCIDAD CRITICA (Vc) m/seg
1	0.2	0.10	0.1	0.5	0.0157	0.31416	0.050	0.16	0.0630	50.7128	2.8474	0.0447	30.8942	4.2000

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**Tabla N° 80: Caudales obtenidos por el método de Bazin en la Calle Junín**

Calle Junín														
TRAMO	DIAMETRO (D) m	RADIO (r) m	TIRANTE (y) m	y/D %	AREA MOJADA (A) m <sup>2</sup>	PERÍMETRO MOJADO (P) m	RADIO HIDRÁULICO (R) m	COEFICIENTE DE RUGOSIDAD (n)	PENDIENTE (S) m/m	COEFICIENTE (C)	VELOCIDAD (V) m/seg	CAUDAL (Q) m <sup>3</sup> /seg	FUERZA TRACTIVA Pa	VELOCIDAD CRITICA (Vc) m/seg
1	0.2	0.10	0.1	0.5	0.0157	0.31416	0.050	0.16	0.0890	50.7128	3.3830	0.0531	43.6096	4.2000
2	0.2	0.10	0.1	0.5	0.0157	0.31416	0.050	0.16	0.0409	50.7128	2.2923	0.0360	20.0232	4.2000

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA





**Tabla N° 81: Caudales obtenidos por el método de Bazin en el Jr. 2 de Mayo**

Jr. 2 de Mayo														
TRAMO	DIAMETRO (D) m	RADIO (r) m	TIRANTE (y) m	y/D %	AREA MOJADA (A) m <sup>2</sup>	PERÍMETRO MOJADO (P) m	RADIO HIDRÁULICO (R) m	COEFICIENTE DE RUGOSIDAD (n)	PENDIENTE (S) m/m	COEFICIENTE (C)	VELOCIDAD (V) m/seg	CAUDAL (Q) m <sup>3</sup> /seg	FUERZA TRACTIVA Pa	VELOCIDAD CRITICA (Vc) m/seg
1	0.2	0.10	0.1	0.5	0.0157	0.31416	0.050	0.16	0.0340	50.7128	2.0905	0.0328	16.6529	4.2000
2	0.2	0.10	0.1	0.5	0.0157	0.31416	0.050	0.16	0.0634	50.7128	2.8552	0.0448	31.0636	4.2000

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**Tabla N° 82: Caudales obtenidos por el método de Bazin en el Jr. Pacífico**

Jr. Pacífico														
TRAMO	DIAMETRO (D) m	RADIO (r) m	TIRANTE (y) m	y/D %	AREA MOJADA (A) m <sup>2</sup>	PERÍMETRO MOJADO (P) m	RADIO HIDRÁULICO (R) m	COEFICIENTE DE RUGOSIDAD (n)	PENDIENTE (S) m/m	COEFICIENTE (C)	VELOCIDAD (V) m/seg	CAUDAL (Q) m <sup>3</sup> /seg	FUERZA TRACTIVA Pa	VELOCIDAD CRITICA (Vc) m/seg
1	0.2	0.10	0.1	0.5	0.0157	0.31416	0.050	0.16	0.0511	50.7128	2.5628	0.0403	25.0273	4.2000
2	0.2	0.10	0.1	0.5	0.0157	0.31416	0.050	0.16	0.0248	50.7128	1.7853	0.0280	12.1460	4.2000
3	0.2	0.10	0.1	0.5	0.0157	0.31416	0.050	0.16	0.0312	50.7128	2.0027	0.0315	15.2838	4.2000

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**Tabla N° 83: Caudales obtenidos por el método de Bazin en el Jr. Tacna**

Jr. Tacna														
TRAMO	DIAMETRO (D) m	RADIO (r) m	TIRANTE (y) m	y/D %	AREA MOJADA (A) m <sup>2</sup>	PERÍMETRO MOJADO (P) m	RADIO HIDRÁULICO (R) m	COEFICIENTE DE RUGOSIDAD (n)	PENDIENTE (S) m/m	COEFICIENTE (C)	VELOCIDAD (V) m/seg	CAUDAL (Q) m <sup>3</sup> /seg	FUERZA TRACTIVA Pa	VELOCIDAD CRITICA (Vc) m/seg
1	0.2	0.10	0.1	0.5	0.0157	0.31416	0.050	0.16	0.0581	50.7128	2.7344	0.0430	28.4922	4.2000
2	0.2	0.10	0.1	0.5	0.0157	0.31416	0.050	0.16	0.0237	50.7128	1.7465	0.0274	11.6233	4.2000

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**Tabla N° 84: Caudales obtenidos por el método de Bazin en el Jr. Arica**

Jr. Arica														
TRAMO	DIAMETRO (D) m	RADIO (r) m	TIRANTE (y) m	y/D %	AREA MOJADA (A) m <sup>2</sup>	PERÍMETRO MOJADO (P) m	RADIO HIDRÁULICO (R) m	COEFICIENTE DE RUGOSIDAD (n)	PENDIENTE (S) m/m	COEFICIENTE (C)	VELOCIDAD (V) m/seg	CAUDAL (Q) m <sup>3</sup> /seg	FUERZA TRACTIVA Pa	VELOCIDAD CRITICA (Vc) m/seg
1	0.2	0.10	0.1	0.5	0.0157	0.31416	0.050	0.16	0.0307	50.7128	1.9885	0.0312	15.0670	4.2000
2	0.2	0.10	0.1	0.5	0.0157	0.31416	0.050	0.16	0.0095	50.7128	1.1033	0.0173	4.6383	4.2000

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



**Tabla N° 85: Caudales obtenidos por el método de Bazin en la Av. Las Palmeras**

Av. Las Palmeras														
TRAMO	DIAMETRO (D) m	RADIO (r) m	TIRANTE (y) m	y/D %	AREA MOJADA (A) m <sup>2</sup>	PERÍMETRO MOJADO (P) m	RADIO HIDRÁULICO (R) m	COEFICIENTE DE RUGOSIDAD (n)	PENDIENTE (S) m/m	COEFICIENTE (C)	VELOCIDAD (V) m/seg	CAUDAL (Q) m <sup>3</sup> /seg	FUERZA TRACTIVA Pa	VELOCIDAD CRITICA (Vc) m/seg
1	0.2	0.10	0.1	0.5	0.0157	0.31416	0.050	0.16	0.0292	50.7128	1.9368	0.0304	14.2944	4.2000
2	0.2	0.10	0.1	0.5	0.0157	0.31416	0.050	0.16	0.0041	50.7128	0.7223	0.0113	1.9878	4.2000

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**Tabla N° 86: Caudales obtenidos por el método de Bazin en la Calle Los Rosales**

Calle Los Rosales														
TRAMO	DIAMETRO (D) m	RADIO (r) m	TIRANTE (y) m	y/D %	AREA MOJADA (A) m <sup>2</sup>	PERÍMETRO MOJADO (P) m	RADIO HIDRÁULICO (R) m	COEFICIENTE DE RUGOSIDAD (n)	PENDIENTE (S) m/m	COEFICIENTE (C)	VELOCIDAD (V) m/seg	CAUDAL (Q) m <sup>3</sup> /seg	FUERZA TRACTIVA Pa	VELOCIDAD CRITICA (Vc) m/seg
1	0.2	0.10	0.1	0.5	0.0157	0.31416	0.050	0.16	0.0201	50.7128	1.6091	0.0253	9.8670	4.2000
2	0.2	0.10	0.1	0.5	0.0157	0.31416	0.050	0.16	0.0124	50.7128	1.2616	0.0198	6.0646	4.2000

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**Tabla N° 87: Caudales obtenidos por el método de Bazin en el Jr. Las Gardenias**

Jr. Las Gardenias														
TRAMO	DIAMETRO (D) m	RADIO (r) m	TIRANTE (y) m	y/D %	AREA MOJADA (A) m <sup>2</sup>	PERÍMETRO MOJADO (P) m	RADIO HIDRÁULICO (R) m	COEFICIENTE DE RUGOSIDAD (n)	PENDIENTE (S) m/m	COEFICIENTE (C)	VELOCIDAD (V) m/seg	CAUDAL (Q) m <sup>3</sup> /seg	FUERZA TRACTIVA Pa	VELOCIDAD CRITICA (Vc) m/seg
1	0.2	0.10	0.1	0.5	0.0157	0.31416	0.050	0.16	0.0104	50.7128	1.1570	0.0182	5.1014	4.2
2	0.2	0.10	0.1	0.5	0.0157	0.31416	0.050	0.16	0.0150	50.7128	1.3891	0.0218	7.3533	4.2

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**Tabla N° 88: Caudales obtenidos por el método de Bazin en el Jr. Las Claveles**

Jr. Los Claveles														
TRAMO	DIAMETRO (D) m	RADIO (r) m	TIRANTE (y) m	y/D %	AREA MOJADA (A) m <sup>2</sup>	PERÍMETRO MOJADO (P) m	RADIO HIDRÁULICO (R) m	COEFICIENTE DE RUGOSIDAD (n)	PENDIENTE (S) m/m	COEFICIENTE (C)	VELOCIDAD (V) m/seg	CAUDAL (Q) m <sup>3</sup> /seg	FUERZA TRACTIVA Pa	VELOCIDAD CRITICA (Vc) m/seg
1	0.2	0.10	0.1	0.5	0.0157	0.31416	0.050	0.16	0.0341	50.7128	2.0946	0.0329	16.7184	4.2000
2	0.2	0.10	0.1	0.5	0.0157	0.31416	0.050	0.16	0.0090	50.7128	1.0782	0.0169	4.4301	4.2000
3	0.2	0.10	0.1	0.5	0.0157	0.31416	0.050	0.16	0.0344	50.7128	2.1023	0.0330	16.8410	4.2000

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



**Tabla N° 89: Caudales obtenidos por el método de Bazin en el Jr. Los Gladiolos**

Jr. Los Gladiolos														
TRAMO	DIAMETRO (D) m	RADIO (r) m	TIRANTE (y) m	y/D %	AREA MOJADA (A) m <sup>2</sup>	PERÍMETRO MOJADO (P) m	RADIO HIDRÁULICO (R) m	COEFICIENTE DE RUGOSIDAD (n)	PENDIENTE (S) m/m	COEFICIENTE (C)	VELOCIDAD (V) m/seg	CAUDAL (Q) m <sup>3</sup> /seg	FUERZA TRACTIVA Pa	VELOCIDAD CRITICA (Vc) m/seg
1	0.2	0.10	0.1	0.5	0.0157	0.31416	0.050	0.16	0.0350	50.7128	2.1223	0.0333	17.1637	4.2000
2	0.2	0.10	0.1	0.5	0.0157	0.31416	0.050	0.16	0.0215	50.7128	1.6642	0.0261	10.5542	4.2000
3	0.2	0.10	0.1	0.5	0.0157	0.31416	0.050	0.16	0.0151	50.7128	1.3923	0.0219	7.3869	4.2000

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**Tabla N° 90: Caudales obtenidos por el método de Bazin en el Jr. Las Magnolias**

Jr. Las Magnolias														
TRAMO	DIAMETRO (D) m	RADIO (r) m	TIRANTE (y) m	y/D %	AREA MOJADA (A) m <sup>2</sup>	PERÍMETRO MOJADO (P) m	RADIO HIDRÁULICO (R) m	COEFICIENTE DE RUGOSIDAD (n)	PENDIENTE (S) m/m	COEFICIENTE (C)	VELOCIDAD (V) m/seg	CAUDAL (Q) m <sup>3</sup> /seg	FUERZA TRACTIVA Pa	VELOCIDAD CRITICA (Vc) m/seg
1	0.2	0.10	0.1	0.5	0.0157	0.31416	0.050	0.16	0.0423	50.7128	2.3324	0.0366	20.7297	4.2000
2	0.2	0.10	0.1	0.5	0.0157	0.31416	0.050	0.16	0.0147	50.7128	1.3759	0.0216	7.2137	4.2000
3	0.2	0.10	0.1	0.5	0.0157	0.31416	0.050	0.16	0.0063	50.7128	0.9000	0.0141	3.0866	4.2000

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**Tabla N° 91: Caudales obtenidos por el método de Bazin en el Jr. Los Geranios**

Jr. Los Geranios														
TRAMO	DIAMETRO (D) m	RADIO (r) m	TIRANTE (y) m	y/D %	AREA MOJADA (A) m <sup>2</sup>	PERÍMETRO MOJADO (P) m	RADIO HIDRÁULICO (R) m	COEFICIENTE DE RUGOSIDAD (n)	PENDIENTE (S) m/m	COEFICIENTE (C)	VELOCIDAD (V) m/seg	CAUDAL (Q) m <sup>3</sup> /seg	FUERZA TRACTIVA Pa	VELOCIDAD CRITICA (Vc) m/seg
1	0.2	0.10	0.1	0.5	0.0157	0.31416	0.050	0.16	0.0176	50.7128	1.5028	0.0236	8.6064	4.2000
2	0.2	0.10	0.1	0.5	0.0157	0.31416	0.050	0.16	0.0211	50.7128	1.6459	0.0259	10.3228	4.2000
3	0.2	0.10	0.1	0.5	0.0157	0.31416	0.050	0.16	0.0129	50.7128	1.2878	0.0202	6.3193	4.2000

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



**Tabla N° 92: Caudales obtenidos por el método de Bazin en la Vía Expresa 01**

Vía Expresa 01														
TRAMO	DIAMETRO (D) m	RADIO (r) m	TIRANTE (y) m	y/D %	AREA MOJADA (A) m <sup>2</sup>	PERÍMETRO MOJADO (P) m	RADIO HIDRÁULICO (R) m	COEFICIENTE DE RUGOSIDAD (n)	PENDIENTE (S) m/m	COEFICIENTE (C)	VELOCIDAD (V) m/seg	CAUDAL (Q) m <sup>3</sup> /seg	FUERZA TRACTIVA Pa	VELOCIDAD CRITICA (Vc) m/seg
1	0.3	0.15	0.15	0.5	0.0353	0.47124	0.075	0.16	0.0172	54.9160	1.9741	0.0698	12.6637	5.1439
2	0.3	0.15	0.15	0.5	0.0353	0.47124	0.075	0.16	0.0162	54.9160	1.9145	0.0677	11.9104	5.1439
3	0.3	0.15	0.15	0.5	0.0353	0.47124	0.075	0.16	0.0239	54.9160	2.3261	0.0822	17.5826	5.1439
4	0.3	0.15	0.15	0.5	0.0353	0.47124	0.075	0.16	0.0134	54.9160	1.7400	0.0615	9.8381	5.1439
5	0.3	0.15	0.15	0.5	0.0353	0.47124	0.075	0.16	0.0083	54.9160	1.3676	0.0483	6.0777	5.1439
6	0.3	0.15	0.15	0.5	0.0353	0.47124	0.075	0.16	0.0232	54.9160	2.2905	0.0810	17.0490	5.1439
7	0.3	0.15	0.15	0.5	0.0353	0.47124	0.075	0.16	0.0158	54.9160	1.8902	0.0668	11.6102	5.1439
8	0.3	0.15	0.15	0.5	0.0353	0.47124	0.075	0.16	0.0371	54.9160	2.8957	0.1023	27.2488	5.1439
9	0.3	0.15	0.15	0.5	0.0353	0.47124	0.075	0.16	0.0207	54.9160	2.1662	0.0766	15.2490	5.1439
10	0.3	0.15	0.15	0.5	0.0353	0.47124	0.075	0.16	0.0009	54.9160	0.4562	0.0161	0.6762	5.1439
11	0.3	0.15	0.15	0.5	0.0353	0.47124	0.075	0.16	0.0027	54.9160	0.7851	0.0277	2.0030	5.1439
12	0.3	0.15	0.15	0.5	0.0353	0.47124	0.075	0.16	0.0437	54.9160	3.1430	0.1111	32.0999	5.1439
13	0.3	0.15	0.15	0.5	0.0353	0.47124	0.075	0.16	0.0094	54.9160	1.4555	0.0514	6.8842	5.1439
14	0.3	0.15	0.15	0.5	0.0353	0.47124	0.075	0.16	0.0087	54.9160	1.4000	0.0495	6.3692	5.1439
15	0.3	0.15	0.15	0.5	0.0353	0.47124	0.075	0.16	0.0037	54.9160	0.9158	0.0324	2.7252	5.1439
16	0.3	0.15	0.15	0.5	0.0353	0.47124	0.075	0.16	0.0128	54.9160	1.7023	0.0602	9.4167	5.1439
17	0.3	0.15	0.15	0.5	0.0353	0.47124	0.075	0.16	0.0255	54.9160	2.4018	0.0849	18.7461	5.1439
18	0.3	0.15	0.15	0.5	0.0353	0.47124	0.075	0.16	0.0087	54.9160	1.4030	0.0496	6.3969	5.1439
19	0.3	0.15	0.15	0.5	0.0353	0.47124	0.075	0.16	0.0226	54.9160	2.2624	0.0800	16.6323	5.1439
20	0.3	0.15	0.15	0.5	0.0353	0.47124	0.075	0.16	0.0249	54.9160	2.3742	0.0839	18.3178	5.1439
21	0.3	0.15	0.15	0.5	0.0353	0.47124	0.075	0.16	0.0180	54.9160	2.0200	0.0714	13.2592	5.1439

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**Tabla N° 93: Caudales obtenidos por el método de Bazin en la Vía Expresa 02**

Vía Expresa 02														
TRAMO	DIAMETRO (D) m	RADIO (r) m	TIRANTE (y) m	y/D %	AREA MOJADA (A) m <sup>2</sup>	PERÍMETRO MOJADO (P) m	RADIO HIDRÁULICO (R) m	COEFICIENTE DE RUGOSIDAD (n)	PENDIENTE (S) m/m	COEFICIENTE (C)	VELOCIDAD (V) m/seg	CAUDAL (Q) m <sup>3</sup> /seg	FUERZA TRACTIVA Pa	VELOCIDAD CRITICA (Vc) m/seg
1	0.3	0.15	0.15	0.5	0.0353	0.47124	0.075	0.16	0.0248	54.9160	2.3662	0.0836	18.1936	5.1439
2	0.3	0.15	0.15	0.5	0.0353	0.47124	0.075	0.16	0.0011	54.9160	0.4927	0.0174	0.7887	5.1439
3	0.3	0.15	0.15	0.5	0.0353	0.47124	0.075	0.16	0.0093	54.9160	1.4490	0.0512	6.8229	5.1439
4	0.3	0.15	0.15	0.5	0.0353	0.47124	0.075	0.16	0.0340	54.9160	2.7718	0.0980	24.9656	5.1439
5	0.3	0.15	0.15	0.5	0.0353	0.47124	0.075	0.16	0.0114	54.9160	1.6080	0.0568	8.4025	5.1439
6	0.3	0.15	0.15	0.5	0.0353	0.47124	0.075	0.16	0.0008	54.9160	0.4218	0.0149	0.5782	5.1439
7	0.3	0.15	0.15	0.5	0.0353	0.47124	0.075	0.16	0.0078	54.9160	1.3304	0.0470	5.7516	5.1439
8	0.3	0.15	0.15	0.5	0.0353	0.47124	0.075	0.16	0.0141	54.9160	1.7842	0.0631	10.3451	5.1439
9	0.3	0.15	0.15	0.5	0.0353	0.47124	0.075	0.16	0.0285	54.9160	2.5372	0.0897	20.9195	5.1439
10	0.3	0.15	0.15	0.5	0.0353	0.47124	0.075	0.16	0.0052	54.9160	1.0868	0.0384	3.8381	5.1439
11	0.3	0.15	0.15	0.5	0.0353	0.47124	0.075	0.16	0.0226	54.9160	2.2620	0.0799	16.6267	5.1439
12	0.3	0.15	0.15	0.5	0.0353	0.47124	0.075	0.16	0.0259	54.9160	2.4212	0.0856	19.0493	5.1439
13	0.3	0.15	0.15	0.5	0.0353	0.47124	0.075	0.16	0.0169	54.9160	1.9553	0.0691	12.4239	5.1439

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**3.6.3.2.3. MÉTODO MANNING**

El Método de Manning se expresa en la siguiente ecuación:

$$V = \frac{R^{2/3} * S^{1/2}}{n}$$

S: Pendiente (m/m).

R: Radio Hidráulico (m).

n: Coeficiente de rugosidad de la fórmula de Manning.

Luego, para la obtención del caudal se utiliza la fórmula:

$$Q = A * V$$

Dónde:

Q: Caudal (m3/seg).

A: Área (m2).

V: Velocidad (m/seg).

**Tabla N° 94: Caudales obtenidos por el método de Manning en la Calle Prolongación Diego de Almagro**

Calle Prolongacion Diego de Almagro													
TRAMO	DIAMETRO (D) m	RADIO (r) m	TIRANTE (y) m	y/D %	AREA MOJADA (A) m <sup>2</sup>	PERÍMETRO MOJADO (P) m	RADIO HIDRÁULICO (R) m	COEFICIENTE (n)	PENDIENTE (S) m/m	VELOCIDAD (V) m/seg	CAUDAL (Q) m <sup>3</sup> /seg	FUERZA TRACTIVA Pa	VELOCIDAD CRITICA (Vc) m/seg
1	0.2	0.1	0.1	0.5	0.0157	0.3142	0.05	0.013	0.0482	2.2911	0.0360	23.5974	4.2000
2	0.2	0.1	0.1	0.5	0.0157	0.3142	0.05	0.013	0.0045	0.6997	0.0110	2.2009	4.2000
3	0.2	0.1	0.1	0.5	0.0157	0.3142	0.05	0.013	0.0078	0.9223	0.0145	3.8245	4.2000

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**Tabla N° 95: Caudales obtenidos por el método de Manning en la Calle Perú**

Calle Perú													
TRAMO	DIAMETRO (D) m	RADIO (r) m	TIRANTE (y) m	y/D %	AREA MOJADA (A) m <sup>2</sup>	PERÍMETRO MOJADO (P) m	RADIO HIDRÁULICO (R) m	COEFICIENTE (n)	PENDIENTE (S) m/m	VELOCIDAD (V) m/seg	CAUDAL (Q) m <sup>3</sup> /seg	FUERZA TRACTIVA Pa	VELOCIDAD CRITICA (Vc) m/seg
1	0.3	0.15	0.15	0.5	0.0353	0.4712	0.08	0.013	0.0048	0.9514	0.0336	3.5550	5.1439
2	0.3	0.15	0.15	0.5	0.0353	0.4712	0.08	0.013	0.0543	3.1883	0.1127	39.9210	5.1439
3	0.3	0.15	0.15	0.5	0.0353	0.4712	0.08	0.013	0.0006	0.3425	0.0121	0.4607	5.1439
4	0.3	0.15	0.15	0.5	0.0353	0.4712	0.08	0.013	0.0230	2.0727	0.0733	16.8727	5.1439
5	0.2	0.10	0.1	0.5	0.0157	0.3142	0.05	0.013	0.0296	1.7971	0.0282	14.5185	4.2000
6	0.3	0.15	0.15	0.5	0.0353	0.4712	0.08	0.013	0.0078	1.2065	0.0426	5.7171	5.1439
7	0.2	0.10	0.1	0.5	0.0157	0.3142	0.05	0.013	0.0094	1.0126	0.0159	4.6093	4.2000
8	0.2	0.10	0.1	0.5	0.0157	0.3142	0.05	0.013	0.0120	1.1437	0.0180	5.8800	4.2000
9	0.3	0.15	0.15	0.5	0.0353	0.4712	0.08	0.013	0.0583	3.3042	0.1168	42.8780	5.1439
10	0.3	0.15	0.15	0.5	0.0353	0.4712	0.08	0.013	0.0107	1.4148	0.0500	7.8610	5.1439

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



**Tabla N° 96: Caudales obtenidos por el método de Manning en la Calle Prolongación Sucre**

Calle Prolongacion Sucre													
TRAMO	DIAMETRO (D) m	RADIO (r) m	TIRANTE (y) m	y/D %	AREA MOJADA (A) m <sup>2</sup>	PERÍMETRO MOJADO (P) m	RADIO HIDRÁULICO (R) m	COEFICIENTE (n)	PENDIENTE (S) m/m	VELOCIDAD (V) m/seg	CAUDAL (Q) m <sup>3</sup> /seg	FUERZA TRACTIVA Pa	VELOCIDAD CRITICA (Vc) m/seg
1	0.2	0.10	0.1	0.5	0.0157	0.3142	0.05	0.013	0.0449	2.2113	0.0347	21.9838	4.2000
2	0.2	0.10	0.1	0.5	0.0157	0.3142	0.05	0.013	0.0100	1.0459	0.0164	4.9182	4.2000
3	0.2	0.10	0.1	0.5	0.0157	0.3142	0.05	0.013	0.0302	1.8151	0.0285	14.8107	4.2000
4	0.2	0.10	0.1	0.5	0.0157	0.3142	0.05	0.013	0.0566	2.4834	0.0390	27.7254	4.2000

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**Tabla N° 97: Caudales obtenidos por el método de Manning en la Calle Espinar**

Calle Espinar													
TRAMO	DIAMETRO (D) m	RADIO (r) m	TIRANTE (y) m	y/D %	AREA MOJADA (A) m <sup>2</sup>	PERÍMETRO MOJADO (P) m	RADIO HIDRÁULICO (R) m	COEFICIENTE (n)	PENDIENTE (S) m/m	VELOCIDAD (V) m/seg	CAUDAL (Q) m <sup>3</sup> /seg	FUERZA TRACTIVA Pa	VELOCIDAD CRITICA (Vc) m/seg
1	0.2	0.10	0.1	0.5	0.0157	0.3142	0.05	0.013	0.0060	0.8092	0.0127	2.9436	4.2000
2	0.2	0.10	0.1	0.5	0.0157	0.3142	0.05	0.013	0.0492	2.3150	0.0364	24.0941	4.2000

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**Tabla N° 98: Caudales obtenidos por el método de Manning en el Jr. Tarapaca**

Jr. Tarapaca													
TRAMO	DIAMETRO (D) m	RADIO (r) m	TIRANTE (y) m	y/D %	AREA MOJADA (A) m <sup>2</sup>	PERÍMETRO MOJADO (P) m	RADIO HIDRÁULICO (R) m	COEFICIENTE (n)	PENDIENTE (S) m/m	VELOCIDAD (V) m/seg	CAUDAL (Q) m <sup>3</sup> /seg	FUERZA TRACTIVA Pa	VELOCIDAD CRITICA (Vc) m/seg
1	0.2	0.10	0.1	0.5	0.0157	0.3142	0.05	0.013	0.0167	1.3510	0.0212	8.2056	4.2000
2	0.2	0.10	0.1	0.5	0.0157	0.3142	0.05	0.013	0.0217	1.5363	0.0241	10.6102	4.2000
3	0.2	0.10	0.1	0.5	0.0157	0.3142	0.05	0.013	0.0385	2.0496	0.0322	18.8862	4.2000

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**Tabla N° 99: Caudales obtenidos por el método de Manning en el Jr. Zarumilla**

Jr. Zarumilla													
TRAMO	DIAMETRO (D) m	RADIO (r) m	TIRANTE (y) m	y/D %	AREA MOJADA (A) m <sup>2</sup>	PERÍMETRO MOJADO (P) m	RADIO HIDRÁULICO (R) m	COEFICIENTE (n)	PENDIENTE (S) m/m	VELOCIDAD (V) m/seg	CAUDAL (Q) m <sup>3</sup> /seg	FUERZA TRACTIVA Pa	VELOCIDAD CRITICA (Vc) m/seg
1	0.2	0.10	0.1	0.5	0.0157	0.3142	0.05	0.013	0.0630	2.6215	0.0412	30.8942	4.2000

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



**Tabla N° 100: Caudales obtenidos por el método de Manning en la Calle Junín**

Calle Junin													
TRAMO	DIAMETRO (D) m	RADIO (r) m	TIRANTE (y) m	y/D %	AREA MOJADA (A) m <sup>2</sup>	PERÍMETRO MOJADO (P) m	RADIO HIDRÁULICO (R) m	COEFICIENTE (n)	PENDIENTE (S) m/m	VELOCIDAD (V) m/seg	CAUDAL (Q) m <sup>3</sup> /seg	FUERZA TRACTIVA Pa	VELOCIDAD CRITICA (Vc) m/seg
1	0.2	0.10	0.1	0.5	0.0157	0.3142	0.05	0.013	0.0890	3.1146	0.0489	43.6096	4.2000
2	0.2	0.10	0.1	0.5	0.0157	0.3142	0.05	0.013	0.0409	2.1104	0.0332	20.0232	4.2000

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**Tabla N° 101: Caudales obtenidos por el método de Manning en el Jr. 2 de Mayo**

Jr. 2 de Mayo													
TRAMO	DIAMETRO (D) m	RADIO (r) m	TIRANTE (y) m	y/D %	AREA MOJADA (A) m <sup>2</sup>	PERÍMETRO MOJADO (P) m	RADIO HIDRÁULICO (R) m	COEFICIENTE (n)	PENDIENTE (S) m/m	VELOCIDAD (V) m/seg	CAUDAL (Q) m <sup>3</sup> /seg	FUERZA TRACTIVA Pa	VELOCIDAD CRITICA (Vc) m/seg
1	0.2	0.10	0.1	0.5	0.0157	0.3142	0.05	0.013	0.0340	1.9246	0.0302	16.6529	4.2000
2	0.2	0.10	0.1	0.5	0.0157	0.3142	0.05	0.013	0.0634	2.6286	0.0413	31.0636	4.2000

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**Tabla N° 102: Caudales obtenidos por el método de Manning en el Jr. Pacífico**

Jr. Pacifico													
TRAMO	DIAMETRO (D) m	RADIO (r) m	TIRANTE (y) m	y/D %	AREA MOJADA (A) m <sup>2</sup>	PERÍMETRO MOJADO (P) m	RADIO HIDRÁULICO (R) m	COEFICIENTE (n)	PENDIENTE (S) m/m	VELOCIDAD (V) m/seg	CAUDAL (Q) m <sup>3</sup> /seg	FUERZA TRACTIVA Pa	VELOCIDAD CRITICA (Vc) m/seg
1	0.2	0.10	0.1	0.5	0.0157	0.3142	0.05	0.013	0.0511	2.3595	0.0371	25.0273	4.2000
2	0.2	0.10	0.1	0.5	0.0157	0.3142	0.05	0.013	0.0248	1.6437	0.0258	12.1460	4.2000
3	0.2	0.10	0.1	0.5	0.0157	0.3142	0.05	0.013	0.0312	1.8438	0.0290	15.2838	4.2000

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**Tabla N° 103: Caudales obtenidos por el método de Manning en el Jr. Tacna**

Jr. Tacna													
TRAMO	DIAMETRO (D) m	RADIO (r) m	TIRANTE (y) m	y/D %	AREA MOJADA (A) m <sup>2</sup>	PERÍMETRO MOJADO (P) m	RADIO HIDRÁULICO (R) m	COEFICIENTE (n)	PENDIENTE (S) m/m	VELOCIDAD (V) m/seg	CAUDAL (Q) m <sup>3</sup> /seg	FUERZA TRACTIVA Pa	VELOCIDAD CRITICA (Vc) m/seg
1	0.2	0.10	0.1	0.5	0.0157	0.3142	0.05	0.013	0.0581	2.5175	0.0395	28.4922	4.2000
2	0.2	0.10	0.1	0.5	0.0157	0.3142	0.05	0.013	0.0237	1.6079	0.0253	11.6233	4.2000

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



**Tabla N° 104: Caudales obtenidos por el método de Manning en el Jr. Arica**

Jr. Arica													
TRAMO	DIAMETRO (D) m	RADIO (r) m	TIRANTE (y) m	y/D %	AREA MOJADA (A) m <sup>2</sup>	PERÍMETRO MOJADO (P) m	RADIO HIDRÁULICO (R) m	COEFICIENTE (n)	PENDIENTE (S) m/m	VELOCIDAD (V) m/seg	CAUDAL (Q) m <sup>3</sup> /seg	FUERZA TRACTIVA Pa	VELOCIDAD CRITICA (Vc) m/seg
1	0.2	0.10	0.1	0.5	0.0157	0.3142	0.05	0.013	0.0307	1.8307	0.0288	15.0670	4.2000
2	0.2	0.10	0.1	0.5	0.0157	0.3142	0.05	0.013	0.0095	1.0157	0.0160	4.6383	4.2000

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**Tabla N° 105: Caudales obtenidos por el método de Manning en la Av. Las Palmeras**

Av. Las Palmeras													
TRAMO	DIAMETRO (D) m	RADIO (r) m	TIRANTE (y) m	y/D %	AREA MOJADA (A) m <sup>2</sup>	PERÍMETRO MOJADO (P) m	RADIO HIDRÁULICO (R) m	COEFICIENTE (n)	PENDIENTE (S) m/m	VELOCIDAD (V) m/seg	CAUDAL (Q) m <sup>3</sup> /seg	FUERZA TRACTIVA Pa	VELOCIDAD CRITICA (Vc) m/seg
1	0.2	0.10	0.1	0.5	0.0157	0.3142	0.05	0.013	0.0292	1.7831	0.0280	14.2944	4.2000
2	0.2	0.10	0.1	0.5	0.0157	0.3142	0.05	0.013	0.0041	0.6650	0.0104	1.9878	4.2000

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**Tabla N° 106: Caudales obtenidos por el método de Manning en la Calle Los Rosales**

Calle Los Rosales													
TRAMO	DIAMETRO (D) m	RADIO (r) m	TIRANTE (y) m	y/D %	AREA MOJADA (A) m <sup>2</sup>	PERÍMETRO MOJADO (P) m	RADIO HIDRÁULICO (R) m	COEFICIENTE (n)	PENDIENTE (S) m/m	VELOCIDAD (V) m/seg	CAUDAL (Q) m <sup>3</sup> /seg	FUERZA TRACTIVA Pa	VELOCIDAD CRITICA (Vc) m/seg
1	0.2	0.10	0.1	0.5	0.0157	0.3142	0.05	0.013	0.0201	1.4815	0.0233	9.8670	4.2000
2	0.2	0.10	0.1	0.5	0.0157	0.3142	0.05	0.013	0.0124	1.1615	0.0182	6.0646	4.2000

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**Tabla N° 107: Caudales obtenidos por el método de Manning en el Jr. Las Gardenias**

Jr. Las Gardenias													
TRAMO	DIAMETRO (D) m	RADIO (r) m	TIRANTE (y) m	y/D %	AREA MOJADA (A) m <sup>2</sup>	PERÍMETRO MOJADO (P) m	RADIO HIDRÁULICO (R) m	COEFICIENTE (n)	PENDIENTE (S) m/m	VELOCIDAD (V) m/seg	CAUDAL (Q) m <sup>3</sup> /seg	FUERZA TRACTIVA Pa	VELOCIDAD CRITICA (Vc) m/seg
1	0.2	0.10	0.1	0.5	0.0157	0.3142	0.05	0.013	0.0104	1.0652	0.0167	5.1014	4.2000
2	0.2	0.10	0.1	0.5	0.0157	0.3142	0.05	0.013	0.0150	1.2789	0.0201	7.3533	4.2000

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**Tabla N° 108: Caudales obtenidos por el método de Manning en el Jr. Las Claveles**

Jr. Los Claveles													
TRAMO	DIAMETRO (D) m	RADIO (r) m	TIRANTE (y) m	y/D %	AREA MOJADA (A) m <sup>2</sup>	PERÍMETRO MOJADO (P) m	RADIO HIDRÁULICO (R) m	COEFICIENTE (n)	PENDIENTE (S) m/m	VELOCIDAD (V) m/seg	CAUDAL (Q) m <sup>3</sup> /seg	FUERZA TRACTIVA Pa	VELOCIDAD CRITICA (Vc) m/seg
1	0.2	0.10	0.1	0.5	0.0157	0.3142	0.05	0.013	0.0341	1.9284	0.0303	16.7184	4.2000
2	0.2	0.10	0.1	0.5	0.0157	0.3142	0.05	0.013	0.0090	0.9927	0.0156	4.4301	4.2000
3	0.2	0.10	0.1	0.5	0.0157	0.3142	0.05	0.013	0.0344	1.9355	0.0304	16.8410	4.2000

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA





**Tabla N° 109: Caudales obtenidos por el método de Manning en el Jr. Los Gladiolos**

Jr. Los Gladiolos													
TRAMO	DIAMETRO (D) m	RADIO (r) m	TIRANTE (y) m	y/D %	AREA MOJADA (A) m <sup>2</sup>	PERÍMETRO MOJADO (P) m	RADIO HIDRÁULICO (R) m	COEFICIENTE (n)	PENDIENTE (S) m/m	VELOCIDAD (V) m/seg	CAUDAL (Q) m <sup>3</sup> /seg	FUERZA TRACTIVA Pa	VELOCIDAD CRITICA (Vc) m/seg
1	0.2	0.10	0.1	0.5	0.0157	0.3142	0.05	0.013	0.0350	1.9539	0.0307	17.1637	4.2000
2	0.2	0.10	0.1	0.5	0.0157	0.3142	0.05	0.013	0.0215	1.5322	0.0241	10.5542	4.2000
3	0.2	0.10	0.1	0.5	0.0157	0.3142	0.05	0.013	0.0151	1.2819	0.0201	7.3869	4.2000

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**Tabla N° 110: Caudales obtenidos por el método de Manning en el Jr. Las Magnolias**

Jr. Las Magnolias													
TRAMO	DIAMETRO (D) m	RADIO (r) m	TIRANTE (y) m	y/D %	AREA MOJADA (A) m <sup>2</sup>	PERÍMETRO MOJADO (P) m	RADIO HIDRÁULICO (R) m	COEFICIENTE (n)	PENDIENTE (S) m/m	VELOCIDAD (V) m/seg	CAUDAL (Q) m <sup>3</sup> /seg	FUERZA TRACTIVA Pa	VELOCIDAD CRITICA (Vc) m/seg
1	0.2	0.10	0.1	0.5	0.0157	0.3142	0.05	0.013	0.0423	2.1473	0.0337	20.7297	4.2000
2	0.2	0.10	0.1	0.5	0.0157	0.3142	0.05	0.013	0.0147	1.2667	0.0199	7.2137	4.2000
3	0.2	0.10	0.1	0.5	0.0157	0.3142	0.05	0.013	0.0063	0.8286	0.0130	3.0866	4.2000

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**Tabla N° 111: Caudales obtenidos por el método de Manning en el Jr. Los Geranios**

Jr. Los Geranios													
TRAMO	DIAMETRO (D) m	RADIO (r) m	TIRANTE (y) m	y/D %	AREA MOJADA (A) m <sup>2</sup>	PERÍMETRO MOJADO (P) m	RADIO HIDRÁULICO (R) m	COEFICIENTE (n)	PENDIENTE (S) m/m	VELOCIDAD (V) m/seg	CAUDAL (Q) m <sup>3</sup> /seg	FUERZA TRACTIVA Pa	VELOCIDAD CRITICA (Vc) m/seg
1	0.2	0.10	0.1	0.5	0.0157	0.3142	0.05	0.013	0.0176	1.3836	0.0217	8.6064	4.2000
2	0.2	0.10	0.1	0.5	0.0157	0.3142	0.05	0.013	0.0211	1.5153	0.0238	10.3228	4.2000
3	0.2	0.10	0.1	0.5	0.0157	0.3142	0.05	0.013	0.0129	1.1856	0.0186	6.3193	4.2000

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



**Tabla N° 112: Caudales obtenidos por el método de Manning en la Vía Expresa 01**

Via Expresa 01													
TRAMO	DIAMETRO (D) m	RADIO (r) m	TIRANTE (y) m	y/D %	AREA MOJADA (A) m <sup>2</sup>	PERÍMETRO MOJADO (P) m	RADIO HIDRÁULICO (R) m	COEFICIENTE (n)	PENDIENTE (S) m/m	VELOCIDAD (V) m/seg	CAUDAL (Q) m <sup>3</sup> /seg	FUERZA TRACTIVA Pa	VELOCIDAD CRITICA (Vc) m/seg
1	0.3	0.15	0.15	0.5	0.0353	0.4712	0.08	0.013	0.0172	1.7957	0.0635	12.6637	5.1439
2	0.3	0.15	0.15	0.5	0.0353	0.4712	0.08	0.013	0.0162	1.7415	0.0615	11.9104	5.1439
3	0.3	0.15	0.15	0.5	0.0353	0.4712	0.08	0.013	0.0239	2.1159	0.0748	17.5826	5.1439
4	0.3	0.15	0.15	0.5	0.0353	0.4712	0.08	0.013	0.0134	1.5827	0.0559	9.8381	5.1439
5	0.3	0.15	0.15	0.5	0.0353	0.4712	0.08	0.013	0.0083	1.2440	0.0440	6.0777	5.1439
6	0.3	0.15	0.15	0.5	0.0353	0.4712	0.08	0.013	0.0232	2.0835	0.0736	17.0490	5.1439
7	0.3	0.15	0.15	0.5	0.0353	0.4712	0.08	0.013	0.0158	1.7194	0.0608	11.6102	5.1439
8	0.3	0.15	0.15	0.5	0.0353	0.4712	0.08	0.013	0.0371	2.6341	0.0931	27.2488	5.1439
9	0.3	0.15	0.15	0.5	0.0353	0.4712	0.08	0.013	0.0207	1.9705	0.0696	15.2490	5.1439
10	0.3	0.15	0.15	0.5	0.0353	0.4712	0.08	0.013	0.0009	0.4149	0.0147	6.0762	5.1439
11	0.3	0.15	0.15	0.5	0.0353	0.4712	0.08	0.013	0.0027	0.7142	0.0252	2.0030	5.1439
12	0.3	0.15	0.15	0.5	0.0353	0.4712	0.08	0.013	0.0437	2.8589	0.1010	32.0999	5.1439
13	0.3	0.15	0.15	0.5	0.0353	0.4712	0.08	0.013	0.0094	1.3240	0.0468	6.8842	5.1439
14	0.3	0.15	0.15	0.5	0.0353	0.4712	0.08	0.013	0.0087	1.2735	0.0450	6.3692	5.1439
15	0.3	0.15	0.15	0.5	0.0353	0.4712	0.08	0.013	0.0037	0.8330	0.0294	2.7252	5.1439
16	0.3	0.15	0.15	0.5	0.0353	0.4712	0.08	0.013	0.0128	1.5485	0.0547	9.4167	5.1439
17	0.3	0.15	0.15	0.5	0.0353	0.4712	0.08	0.013	0.0255	2.1848	0.0772	18.7461	5.1439
18	0.3	0.15	0.15	0.5	0.0353	0.4712	0.08	0.013	0.0087	1.2763	0.0451	6.3969	5.1439
19	0.3	0.15	0.15	0.5	0.0353	0.4712	0.08	0.013	0.0226	2.0579	0.0727	16.6323	5.1439
20	0.3	0.15	0.15	0.5	0.0353	0.4712	0.08	0.013	0.0249	2.1597	0.0763	18.3178	5.1439
21	0.3	0.15	0.15	0.5	0.0353	0.4712	0.08	0.013	0.0180	1.8374	0.0649	13.2592	5.1439

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**Tabla N° 113: Caudales obtenidos por el método de Manning en la Vía Expresa 02**

Via Expresa 02													
TRAMO	DIAMETRO (D) m	RADIO (r) m	TIRANTE (y) m	y/D %	AREA MOJADA (A) m <sup>2</sup>	PERÍMETRO MOJADO (P) m	RADIO HIDRÁULICO (R) m	COEFICIENTE (n)	PENDIENTE (S) m/m	VELOCIDAD (V) m/seg	CAUDAL (Q) m <sup>3</sup> /seg	FUERZA TRACTIVA Pa	VELOCIDAD CRITICA (Vc) m/seg
1	0.3	0.15	0.15	0.5	0.0353	0.7069	0.05	0.013	0.0248	1.6426	0.0581	12.1291	4.2000
2	0.3	0.15	0.15	0.5	0.0353	0.7069	0.05	0.013	0.0011	0.3420	0.0121	0.5258	4.2000
3	0.3	0.15	0.15	0.5	0.0353	0.7069	0.05	0.013	0.0093	1.0059	0.0356	4.5486	4.2000
4	0.3	0.15	0.15	0.5	0.0353	0.7069	0.05	0.013	0.0340	1.9241	0.0680	16.6437	4.2000
5	0.3	0.15	0.15	0.5	0.0353	0.7069	0.05	0.013	0.0114	1.1163	0.0395	5.6016	4.2000
6	0.3	0.15	0.15	0.5	0.0353	0.7069	0.05	0.013	0.0008	0.2928	0.0103	0.3855	4.2000
7	0.3	0.15	0.15	0.5	0.0353	0.7069	0.05	0.013	0.0078	0.9235	0.0326	3.8344	4.2000
8	0.3	0.15	0.15	0.5	0.0353	0.7069	0.05	0.013	0.0141	1.2386	0.0438	6.8967	4.2000
9	0.3	0.15	0.15	0.5	0.0353	0.7069	0.05	0.013	0.0285	1.7613	0.0622	13.9463	4.2000
10	0.3	0.15	0.15	0.5	0.0353	0.7069	0.05	0.013	0.0052	0.7544	0.0267	2.5587	4.2000
11	0.3	0.15	0.15	0.5	0.0353	0.7069	0.05	0.013	0.0226	1.5702	0.0555	11.0845	4.2000
12	0.3	0.15	0.15	0.5	0.0353	0.7069	0.05	0.013	0.0259	1.6807	0.0594	12.6996	4.2000
13	0.3	0.15	0.15	0.5	0.0353	0.7069	0.05	0.013	0.0169	1.3573	0.0480	8.2826	4.2000

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**3.6.3.2.4. MÉTODO PAVLOVSKI**

$$C = R^x / n$$

Siendo:

$$x = 2.5\sqrt{n} - 0.13 - 0.75\sqrt{R}(\sqrt{n} - 0.10)$$

Dónde:

C: Coeficiente a usarse en la fórmula de Chezy

$$V = C\sqrt{R * S}$$

S = Pendiente (m/m).

R = Radio Hidráulico (m).

n = Coeficiente de rugosidad de la fórmula de Ganguillet-Kutter.

Luego, para la obtención del caudal se utiliza la fórmula:

$$Q = A * V$$

Dónde:

Q: Caudal (m<sup>3</sup>/seg).A: Área (m<sup>2</sup>).

V: Velocidad (m/seg).

**Tabla N° 114: Caudales obtenidos por el método de Pavlovski en la Calle Prolongación Diego de Almagro**

Calle Prolongación Diego de Almagro															
TRAMO	DIAMETRO (D) m	RADIO (r) m	TIRANTE (y) m	y/D %	AREA MOJADA (A) m <sup>2</sup>	PERIMETRO MOJADO (P) m	RADIO HIDRÁULICO (R) m	COEFICIENTE (n)	PENDIENTE (S) m/m	FACTOR (x)	COEFICIENTE (C)	VELOCIDAD (V) m/seg	CAUDAL (Q) m <sup>3</sup> /seg	FUERZA TRACTIVA Pa	VELOCIDAD CRITICA (Vc) m/seg
1	0.2	0.10	0.10	0.50	0.0236	0.4712	0.05	0.013	0.0482	0.153	48.5712	2.3834	0.0562	23.5974	4.2000
2	0.2	0.10	0.10	0.50	0.0236	0.4712	0.05	0.013	0.0045	0.153	48.5712	0.7279	0.0172	2.2009	4.2000
3	0.2	0.10	0.10	0.50	0.0236	0.4712	0.05	0.013	0.0078	0.153	48.5712	0.9595	0.0226	3.8245	4.2000

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**Tabla N° 115: Caudales obtenidos por el método de Pavlovski en la Calle Perú**

Calle Perú															
TRAMO	DIAMETRO (D) m	RADIO (r) m	TIRANTE (y) m	y/D %	AREA MOJADA (A) m <sup>2</sup>	PERIMETRO MOJADO (P) m	RADIO HIDRÁULICO (R) m	COEFICIENTE (n)	PENDIENTE (S) m/m	FACTOR (x)	COEFICIENTE (C)	VELOCIDAD (V) m/seg	CAUDAL (Q) m <sup>3</sup> /seg	FUERZA TRACTIVA Pa	VELOCIDAD CRITICA (Vc) m/seg
1	0.3	0.15	0.15	0.50	0.0530	0.7069	0.08	0.013	0.0048	0.153	51.7370	0.9854	0.0522	3.5550	5.1439
2	0.3	0.15	0.15	0.50	0.0530	0.7069	0.08	0.013	0.0543	0.153	51.7370	3.3021	0.1751	39.9210	5.1439
3	0.3	0.15	0.15	0.50	0.0530	0.7069	0.08	0.013	0.0006	0.153	51.7370	0.3547	0.0188	0.4607	5.1439
4	0.3	0.15	0.15	0.50	0.0530	0.7069	0.08	0.013	0.0230	0.153	51.7370	2.1467	0.1138	16.8727	5.1439
5	0.2	0.10	0.10	0.50	0.0236	0.4712	0.05	0.013	0.0296	0.153	48.5712	1.8695	0.0440	14.5185	4.2000
6	0.3	0.15	0.15	0.50	0.0530	0.7069	0.08	0.013	0.0078	0.153	51.7370	1.2496	0.0662	5.7171	5.1439
7	0.2	0.10	0.10	0.50	0.0236	0.4712	0.05	0.013	0.0094	0.153	48.5712	1.0534	0.0248	4.6093	4.2000
8	0.2	0.10	0.10	0.50	0.0236	0.4712	0.05	0.013	0.0120	0.153	48.5712	1.1897	0.0280	5.8800	4.2000
9	0.3	0.15	0.15	0.50	0.0530	0.7069	0.08	0.013	0.0583	0.153	51.7370	3.4222	0.1814	42.8780	5.1439
10	0.3	0.15	0.15	0.50	0.0530	0.7069	0.08	0.013	0.0107	0.153	51.7370	1.4653	0.0777	7.8610	5.1439

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**Tabla N° 116: Caudales obtenidos por el método de Pavlovski en la Calle Prolongación Sucre**

Calle Prolongacion Sucre															
TRAMO	DIAMETRO (D) m	RADIO (r) m	TIRANTE (y) m	y/D %	AREA MOJADA (A) m <sup>2</sup>	PERIMETRO MOJADO (P) m	RADIO HIDRÁULICO (R) m	COEFICIENTE (n)	PENDIENTE (S) m/m	FACTOR (x)	COEFICIENTE (C)	VELOCIDAD (V) m/seg	CAUDAL (Q) m <sup>3</sup> /seg	FUERZA TRACTIVA Pa	VELOCIDAD CRITICA (Vc) m/seg
1	0.2	0.10	0.10	0.50	0.0236	0.4712	0.05	0.013	0.0449	0.153	48.5712	2.3005	0.0542	21.9838	4.2000
2	0.2	0.10	0.10	0.50	0.0236	0.4712	0.05	0.013	0.0100	0.153	48.5712	1.0881	0.0256	4.9182	4.2000
3	0.2	0.10	0.10	0.50	0.0236	0.4712	0.05	0.013	0.0302	0.153	48.5712	1.8882	0.0445	14.8107	4.2000
4	0.2	0.10	0.10	0.50	0.0236	0.4712	0.05	0.013	0.0566	0.153	48.5712	2.5835	0.0609	27.7254	4.2000

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**Tabla N° 117: Caudales obtenidos por el método de Pavlovski en la Calle Espinar**

Calle Espinar															
TRAMO	DIAMETRO (D) m	RADIO (r) m	TIRANTE (y) m	y/D %	AREA MOJADA (A) m <sup>2</sup>	PERIMETRO MOJADO (P) m	RADIO HIDRÁULICO (R) m	COEFICIENTE (n)	PENDIENTE (S) m/m	FACTOR (x)	COEFICIENTE (C)	VELOCIDAD (V) m/seg	CAUDAL (Q) m <sup>3</sup> /seg	FUERZA TRACTIVA Pa	VELOCIDAD CRITICA (Vc) m/seg
1	0.2	0.10	0.10	0.50	0.0236	0.4712	0.05	0.013	0.0060	0.153	48.5712	0.8418	0.0198	2.9436	4.2000
2	0.2	0.10	0.10	0.50	0.0236	0.4712	0.05	0.013	0.0492	0.153	48.5712	2.4084	0.0567	24.0941	4.2000

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**Tabla N° 118: Caudales obtenidos por el método de Pavlovski en el Jr. Tarapaca**

Jr. Tarapaca															
TRAMO	DIAMETRO (D) m	RADIO (r) m	TIRANTE (y) m	y/D %	AREA MOJADA (A) m <sup>2</sup>	PERIMETRO MOJADO (P) m	RADIO HIDRÁULICO (R) m	COEFICIENTE (n)	PENDIENTE (S) m/m	FACTOR (x)	COEFICIENTE (C)	VELOCIDAD (V) m/seg	CAUDAL (Q) m <sup>3</sup> /seg	FUERZA TRACTIVA Pa	VELOCIDAD CRITICA (Vc) m/seg
1	0.2	0.10	0.10	0.50	0.0236	0.4712	0.05	0.013	0.0167	0.153	48.5712	1.4055	0.0331	8.2056	4.2000
2	0.2	0.10	0.10	0.50	0.0236	0.4712	0.05	0.013	0.0217	0.153	48.5712	1.5982	0.0377	10.6102	4.2000
3	0.2	0.10	0.10	0.50	0.0236	0.4712	0.05	0.013	0.0385	0.153	48.5712	2.1322	0.0502	18.8862	4.2000

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



**Tabla N° 119: Caudales obtenidos por el método de Pavlovski en el Jr. Zarumilla**

Jr. Zarumilla															
TRAMO	DIAMETRO (D) m	RADIO (r) m	TIRANTE (y) m	y/D %	AREA MOJADA (A) m <sup>2</sup>	PERIMETRO MOJADO (P) m	RADIO HIDRÁULICO (R) m	COEFICIENTE (n)	PENDIENTE (S) m/m	FACTOR (x)	COEFICIENTE (C)	VELOCIDAD (V) m/seg	CAUDAL (Q) m <sup>3</sup> /seg	FUERZA TRACTIVA Pa	VELOCIDAD CRITICA (Vc) m/seg
1	0.2	0.10	0.10	0.50	0.0236	0.4712	0.05	0.013	0.0630	0.153	48.5712	2.7271	0.0643	30.8942	4.2000

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**Tabla N° 120: Caudales obtenidos por el método de Pavlovski en la Calle Junín**

Calle Junin															
TRAMO	DIAMETRO (D) m	RADIO (r) m	TIRANTE (y) m	y/D %	AREA MOJADA (A) m <sup>2</sup>	PERIMETRO MOJADO (P) m	RADIO HIDRÁULICO (R) m	COEFICIENTE (n)	PENDIENTE (S) m/m	FACTOR (x)	COEFICIENTE (C)	VELOCIDAD (V) m/seg	CAUDAL (Q) m <sup>3</sup> /seg	FUERZA TRACTIVA Pa	VELOCIDAD CRITICA (Vc) m/seg
1	0.2	0.10	0.10	0.50	0.0236	0.4712	0.05	0.013	0.0890	0.153	48.5712	3.2401	0.0763	43.6096	4.2000
2	0.2	0.10	0.10	0.50	0.0236	0.4712	0.05	0.013	0.0409	0.153	48.5712	2.1955	0.0517	20.0232	4.2000

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**Tabla N° 121: Caudales obtenidos por el método de Pavlovski en el Jr. 2 de Mayo**

Jr. 2 de Mayo															
TRAMO	DIAMETRO (D) m	RADIO (r) m	TIRANTE (y) m	y/D %	AREA MOJADA (A) m <sup>2</sup>	PERIMETRO MOJADO (P) m	RADIO HIDRÁULICO (R) m	COEFICIENTE (n)	PENDIENTE (S) m/m	FACTOR (x)	COEFICIENTE (C)	VELOCIDAD (V) m/seg	CAUDAL (Q) m <sup>3</sup> /seg	FUERZA TRACTIVA Pa	VELOCIDAD CRITICA (Vc) m/seg
1	0.2	0.10	0.10	0.50	0.0236	0.4712	0.05	0.013	0.0340	0.153	48.5712	2.0022	0.0472	16.6529	4.2000
2	0.2	0.10	0.10	0.50	0.0236	0.4712	0.05	0.013	0.0634	0.153	48.5712	2.7346	0.0644	31.0636	4.2000

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**Tabla N° 122: Caudales obtenidos por el método de Pavlovski en el Jr. Pacífico**

Jr. Pacífico															
TRAMO	DIAMETRO (D) m	RADIO (r) m	TIRANTE (y) m	y/D %	AREA MOJADA (A) m <sup>2</sup>	PERIMETRO MOJADO (P) m	RADIO HIDRÁULICO (R) m	COEFICIENTE (n)	PENDIENTE (S) m/m	FACTOR (x)	COEFICIENTE (C)	VELOCIDAD (V) m/seg	CAUDAL (Q) m <sup>3</sup> /seg	FUERZA TRACTIVA Pa	VELOCIDAD CRITICA (Vc) m/seg
1	0.2	0.10	0.10	0.50	0.0236	0.4712	0.05	0.013	0.0511	0.153	48.5712	2.4546	0.0578	25.0273	4.2000
2	0.2	0.10	0.10	0.50	0.0236	0.4712	0.05	0.013	0.0248	0.153	48.5712	1.7099	0.0403	12.1460	4.2000
3	0.2	0.10	0.10	0.50	0.0236	0.4712	0.05	0.013	0.0312	0.153	48.5712	1.9181	0.0452	15.2838	4.2000

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**Tabla N° 123: Caudales obtenidos por el método de Pavlovski en el Jr. Tacna**

Jr. Tacna															
TRAMO	DIAMETRO (D) m	RADIO (r) m	TIRANTE (y) m	y/D %	AREA MOJADA (A) m <sup>2</sup>	PERÍMETRO MOJADO (P) m	RADIO HIDRÁULICO (R) m	COEFICIENTE (n)	PENDIENTE (S) m/m	FACTOR (x)	COEFICIENTE (C)	VELOCIDAD (V) m/seg	CAUDAL (Q) m <sup>3</sup> /seg	FUERZA TRACTIVA Pa	VELOCIDAD CRITICA (Vc) m/seg
1	0.2	0.10	0.10	0.50	0.0236	0.4712	0.05	0.013	0.0581	0.153	48.5712	2.6190	0.0617	28.4922	4.2000
2	0.2	0.10	0.10	0.50	0.0236	0.4712	0.05	0.013	0.0237	0.153	48.5712	1.6727	0.0394	11.6233	4.2000

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**Tabla N° 124: Caudales obtenidos por el método de Pavlovski en el Jr. Arica**

Jr. Arica															
TRAMO	DIAMETRO (D) m	RADIO (r) m	TIRANTE (y) m	y/D %	AREA MOJADA (A) m <sup>2</sup>	PERÍMETRO MOJADO (P) m	RADIO HIDRÁULICO (R) m	COEFICIENTE (n)	PENDIENTE (S) m/m	FACTOR (x)	COEFICIENTE (C)	VELOCIDAD (V) m/seg	CAUDAL (Q) m <sup>3</sup> /seg	FUERZA TRACTIVA Pa	VELOCIDAD CRITICA (Vc) m/seg
1	0.2	0.10	0.10	0.50	0.0236	0.4712	0.05	0.013	0.0307	0.153	48.5712	1.9045	0.0449	15.0670	4.2000
2	0.2	0.10	0.10	0.50	0.0236	0.4712	0.05	0.013	0.0095	0.153	48.5712	1.0567	0.0249	4.6383	4.2000

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**Tabla N° 125: Caudales obtenidos por el método de Pavlovski en la Av. Las Palmeras**

Av. Las Palmeras															
TRAMO	DIAMETRO (D) m	RADIO (r) m	TIRANTE (y) m	y/D %	AREA MOJADA (A) m <sup>2</sup>	PERÍMETRO MOJADO (P) m	RADIO HIDRÁULICO (R) m	COEFICIENTE (n)	PENDIENTE (S) m/m	FACTOR (x)	COEFICIENTE (C)	VELOCIDAD (V) m/seg	CAUDAL (Q) m <sup>3</sup> /seg	FUERZA TRACTIVA Pa	VELOCIDAD CRITICA (Vc) m/seg
1	0.2	0.10	0.10	0.50	0.0236	0.4712	0.05	0.013	0.0292	0.153	48.5712	1.8550	0.0437	14.2944	4.2000
2	0.2	0.10	0.10	0.50	0.0236	0.4712	0.05	0.013	0.0041	0.153	48.5712	0.6918	0.0163	1.9878	4.2000

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**Tabla N° 126: Caudales obtenidos por el método de Pavlovski en la Calle Los Rosales**

Calle Los Rosales															
TRAMO	DIAMETRO (D) m	RADIO (r) m	TIRANTE (y) m	y/D %	AREA MOJADA (A) m <sup>2</sup>	PERÍMETRO MOJADO (P) m	RADIO HIDRÁULICO (R) m	COEFICIENTE (n)	PENDIENTE (S) m/m	FACTOR (x)	COEFICIENTE (C)	VELOCIDAD (V) m/seg	CAUDAL (Q) m <sup>3</sup> /seg	FUERZA TRACTIVA Pa	VELOCIDAD CRITICA (Vc) m/seg
1	0.2	0.10	0.10	0.50	0.0236	0.4712	0.05	0.013	0.0201	0.153	48.5712	1.5412	0.0363	9.8670	4.2000
2	0.2	0.10	0.10	0.50	0.0236	0.4712	0.05	0.013	0.0124	0.153	48.5712	1.2083	0.0285	6.0646	4.2000

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



**Tabla N° 127: Caudales obtenidos por el método de Pavlovski en el Jr. Las Gardenias**

Jr. Las Gardenias															
TRAMO	DIAMETRO (D) m	RADIO (r) m	TIRANTE (y) m	y/D %	AREA MOJADA (A) m <sup>2</sup>	PERIMETRO MOJADO (P) m	RADIO HIDRÁULICO (R) m	COEFICIENTE (n)	PENDIENTE (S) m/m	FACTOR (x)	COEFICIENTE (C)	VELOCIDAD (V) m/seg	CAUDAL (Q) m <sup>3</sup> /seg	FUERZA TRACTIVA Pa	VELOCIDAD CRITICA (Vc) m/seg
1	0.2	0.10	0.10	0.50	0.0236	0.4712	0.05	0.013	0.0104	0.153	48.5712	1.1082	0.0261	5.1014	4.2000
2	0.2	0.10	0.10	0.50	0.0236	0.4712	0.05	0.013	0.0150	0.153	48.5712	1.3305	0.0313	7.3533	4.2000

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**Tabla N° 128: Caudales obtenidos por el método de Pavlovski en el Jr. Las Claveles**

Jr. Los Claveles															
TRAMO	DIAMETRO (D) m	RADIO (r) m	TIRANTE (y) m	y/D %	AREA MOJADA (A) m <sup>2</sup>	PERIMETRO MOJADO (P) m	RADIO HIDRÁULICO (R) m	COEFICIENTE (n)	PENDIENTE (S) m/m	FACTOR (x)	COEFICIENTE (C)	VELOCIDAD (V) m/seg	CAUDAL (Q) m <sup>3</sup> /seg	FUERZA TRACTIVA Pa	VELOCIDAD CRITICA (Vc) m/seg
1	0.2	0.10	0.10	0.50	0.0236	0.4712	0.05	0.013	0.0341	0.153	48.5712	2.0061	0.0473	16.7184	4.2000
2	0.2	0.10	0.10	0.50	0.0236	0.4712	0.05	0.013	0.0090	0.153	48.5712	1.0327	0.0243	4.4301	4.2000
3	0.2	0.10	0.10	0.50	0.0236	0.4712	0.05	0.013	0.0344	0.153	48.5712	2.0135	0.0474	16.8410	4.2000

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**Tabla N° 129: Caudales obtenidos por el método de Pavlovski en el Jr. Los Gladiolos**

Jr. Los Gladiolos															
TRAMO	DIAMETRO (D) m	RADIO (r) m	TIRANTE (y) m	y/D %	AREA MOJADA (A) m <sup>2</sup>	PERIMETRO MOJADO (P) m	RADIO HIDRÁULICO (R) m	COEFICIENTE (n)	PENDIENTE (S) m/m	FACTOR (x)	COEFICIENTE (C)	VELOCIDAD (V) m/seg	CAUDAL (Q) m <sup>3</sup> /seg	FUERZA TRACTIVA Pa	VELOCIDAD CRITICA (Vc) m/seg
1	0.2	0.10	0.10	0.50	0.0236	0.4712	0.05	0.013	0.0350	0.153	48.5712	2.0327	0.0479	17.1637	4.2000
2	0.2	0.10	0.10	0.50	0.0236	0.4712	0.05	0.013	0.0215	0.153	48.5712	1.5940	0.0376	10.5542	4.2000
3	0.2	0.10	0.10	0.50	0.0236	0.4712	0.05	0.013	0.0151	0.153	48.5712	1.3335	0.0314	7.3869	4.2000

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**Tabla N° 130: Caudales obtenidos por el método de Pavlovski en el Jr. Las Magnolias**

Jr. Las Magnolias															
TRAMO	DIAMETRO (D) m	RADIO (r) m	TIRANTE (y) m	y/D %	AREA MOJADA (A) m <sup>2</sup>	PERIMETRO MOJADO (P) m	RADIO HIDRÁULICO (R) m	COEFICIENTE (n)	PENDIENTE (S) m/m	FACTOR (x)	COEFICIENTE (C)	VELOCIDAD (V) m/seg	CAUDAL (Q) m <sup>3</sup> /seg	FUERZA TRACTIVA Pa	VELOCIDAD CRITICA (Vc) m/seg
1	0.2	0.10	0.10	0.50	0.0236	0.4712	0.05	0.013	0.0423	0.153	48.5712	2.2339	0.0526	20.7297	4.2000
2	0.2	0.10	0.10	0.50	0.0236	0.4712	0.05	0.013	0.0147	0.153	48.5712	1.3178	0.0310	7.2137	4.2000
3	0.2	0.10	0.10	0.50	0.0236	0.4712	0.05	0.013	0.0063	0.153	48.5712	0.8620	0.0203	3.0866	4.2000

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



**Tabla N° 131: Caudales obtenidos por el método de Pavlovski en el Jr. Los Geranios**

Jr. Los Geranios															
TRAMO	DIAMETRO (D) m	RADIO (r) m	TIRANTE (y) m	y/D %	AREA MOJADA (A) m <sup>2</sup>	PERIMETRO MOJADO (P) m	RADIO HIDRÁULICO (R) m	COEFICIENTE (n)	PENDIENTE (S) m/m	FACTOR (x)	COEFICIENTE (C)	VELOCIDAD (V) m/seg	CAUDAL (Q) m <sup>3</sup> /seg	FUERZA TRACTIVA Pa	VELOCIDAD CRITICA (Vc) m/seg
1	0.2	0.10	0.10	0.50	0.0236	0.4712	0.05	0.013	0.0176	0.153	48.5712	1.4394	0.0339	8.6064	4.2000
2	0.2	0.10	0.10	0.50	0.0236	0.4712	0.05	0.013	0.0211	0.153	48.5712	1.5764	0.0371	10.3228	4.2000
3	0.2	0.10	0.10	0.50	0.0236	0.4712	0.05	0.013	0.0129	0.153	48.5712	1.2334	0.0291	6.3193	4.2000

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**Tabla N° 132: Caudales obtenidos por el método de Pavlovski en la Vía Expresa 01**

Via Expresa 01															
TRAMO	DIAMETRO (D) m	RADIO (r) m	TIRANTE (y) m	y/D %	AREA MOJADA (A) m <sup>2</sup>	PERIMETRO MOJADO (P) m	RADIO HIDRÁULICO (R) m	COEFICIENTE (n)	PENDIENTE (S) m/m	FACTOR (x)	COEFICIENTE (C)	VELOCIDAD (V) m/seg	CAUDAL (Q) m <sup>3</sup> /seg	FUERZA TRACTIVA Pa	VELOCIDAD CRITICA (Vc) m/seg
1	0.3	0.15	0.15	0.50	0.0530	0.7069	0.08	0.013	0.0172	0.153	51.7370	1.8598	0.0986	12.6637	5.1439
2	0.3	0.15	0.15	0.50	0.0530	0.7069	0.08	0.013	0.0162	0.153	51.7370	1.8036	0.0956	11.9104	5.1439
3	0.3	0.15	0.15	0.50	0.0530	0.7069	0.08	0.013	0.0239	0.153	51.7370	2.1914	0.1162	17.5826	5.1439
4	0.3	0.15	0.15	0.50	0.0530	0.7069	0.08	0.013	0.0134	0.153	51.7370	1.6392	0.0869	9.8381	5.1439
5	0.3	0.15	0.15	0.50	0.0530	0.7069	0.08	0.013	0.0083	0.153	51.7370	1.2884	0.0683	6.0777	5.1439
6	0.3	0.15	0.15	0.50	0.0530	0.7069	0.08	0.013	0.0232	0.153	51.7370	2.1579	0.1144	17.0490	5.1439
7	0.3	0.15	0.15	0.50	0.0530	0.7069	0.08	0.013	0.0158	0.153	51.7370	1.7808	0.0944	11.6102	5.1439
8	0.3	0.15	0.15	0.50	0.0530	0.7069	0.08	0.013	0.0371	0.153	51.7370	2.7281	0.1446	27.2488	5.1439
9	0.3	0.15	0.15	0.50	0.0530	0.7069	0.08	0.013	0.0207	0.153	51.7370	2.0408	0.1082	15.2490	5.1439
10	0.3	0.15	0.15	0.50	0.0530	0.7069	0.08	0.013	0.0009	0.153	51.7370	0.4298	0.0228	0.6762	5.1439
11	0.3	0.15	0.15	0.50	0.0530	0.7069	0.08	0.013	0.0027	0.153	51.7370	0.7397	0.0392	2.0030	5.1439
12	0.3	0.15	0.15	0.50	0.0530	0.7069	0.08	0.013	0.0437	0.153	51.7370	2.9610	0.1570	32.0999	5.1439
13	0.3	0.15	0.15	0.50	0.0530	0.7069	0.08	0.013	0.0094	0.153	51.7370	1.3712	0.0727	6.8842	5.1439
14	0.3	0.15	0.15	0.50	0.0530	0.7069	0.08	0.013	0.0087	0.153	51.7370	1.3190	0.0699	6.3692	5.1439
15	0.3	0.15	0.15	0.50	0.0530	0.7069	0.08	0.013	0.0037	0.153	51.7370	0.8628	0.0457	2.7252	5.1439
16	0.3	0.15	0.15	0.50	0.0530	0.7069	0.08	0.013	0.0128	0.153	51.7370	1.6037	0.0850	9.4167	5.1439
17	0.3	0.15	0.15	0.50	0.0530	0.7069	0.08	0.013	0.0255	0.153	51.7370	2.2628	0.1200	18.7461	5.1439
18	0.3	0.15	0.15	0.50	0.0530	0.7069	0.08	0.013	0.0087	0.153	51.7370	1.3218	0.0701	6.3969	5.1439
19	0.3	0.15	0.15	0.50	0.0530	0.7069	0.08	0.013	0.0226	0.153	51.7370	2.1314	0.1130	16.6323	5.1439
20	0.3	0.15	0.15	0.50	0.0530	0.7069	0.08	0.013	0.0249	0.153	51.7370	2.2368	0.1186	18.3178	5.1439
21	0.3	0.15	0.15	0.50	0.0530	0.7069	0.08	0.013	0.0180	0.153	51.7370	1.9030	0.1009	13.2592	5.1439

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



**Tabla N° 133: Caudales obtenidos por el método de Pavlovski en la Vía Expresa 02**

Via Expresa 02															
TRAMO	DIAMETRO (D) m	RADIO (r) m	TIRANTE (y) m	y/D %	AREA MOJADA (A) m <sup>2</sup>	PERIMETRO MOJADO (P) m	RADIO HIDRÁULICO (R) m	COEFICIENTE (n)	PENDIENTE (S) m/m	FACTOR (x)	COEFICIENTE (C)	VELOCIDAD (V) m/seg	CAUDAL (Q) m <sup>3</sup> /seg	FUERZA TRACTIVA Pa	VELOCIDAD CRITICA (Vc) m/seg
1	0.3	0.15	0.15	0.50	0.0530	0.7069	0.08	0.013	0.0248	0.153	51.7370	2.2292	0.1182	18.1936	5.1439
2	0.3	0.15	0.15	0.50	0.0530	0.7069	0.08	0.013	0.0011	0.153	51.7370	0.4641	0.0246	0.7887	5.1439
3	0.3	0.15	0.15	0.50	0.0530	0.7069	0.08	0.013	0.0093	0.153	51.7370	1.3651	0.0724	6.8229	5.1439
4	0.3	0.15	0.15	0.50	0.0530	0.7069	0.08	0.013	0.0340	0.153	51.7370	2.6113	0.1384	24.9656	5.1439
5	0.3	0.15	0.15	0.50	0.0530	0.7069	0.08	0.013	0.0114	0.153	51.7370	1.5149	0.0803	8.4025	5.1439
6	0.3	0.15	0.15	0.50	0.0530	0.7069	0.08	0.013	0.0008	0.153	51.7370	0.3974	0.0211	0.5782	5.1439
7	0.3	0.15	0.15	0.50	0.0530	0.7069	0.08	0.013	0.0078	0.153	51.7370	1.2534	0.0664	5.7516	5.1439
8	0.3	0.15	0.15	0.50	0.0530	0.7069	0.08	0.013	0.0141	0.153	51.7370	1.6810	0.0891	10.3451	5.1439
9	0.3	0.15	0.15	0.50	0.0530	0.7069	0.08	0.013	0.0285	0.153	51.7370	2.3904	0.1267	20.9195	5.1439
10	0.3	0.15	0.15	0.50	0.0530	0.7069	0.08	0.013	0.0052	0.153	51.7370	1.0239	0.0543	3.8381	5.1439
11	0.3	0.15	0.15	0.50	0.0530	0.7069	0.08	0.013	0.0226	0.153	51.7370	2.1310	0.1130	16.6267	5.1439
12	0.3	0.15	0.15	0.50	0.0530	0.7069	0.08	0.013	0.0259	0.153	51.7370	2.2810	0.1209	19.0493	5.1439
13	0.3	0.15	0.15	0.50	0.0530	0.7069	0.08	0.013	0.0169	0.153	51.7370	1.8421	0.0977	12.4239	5.1439

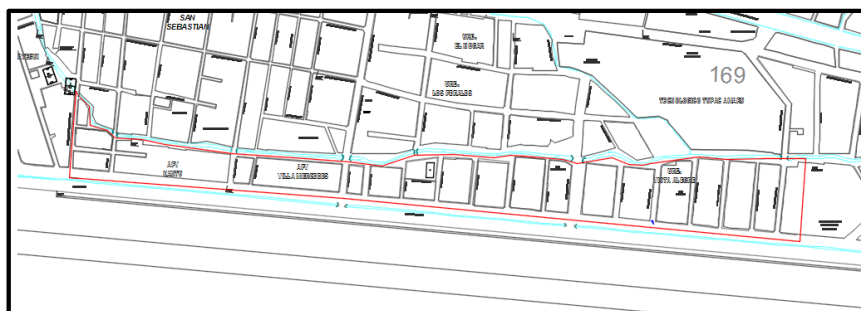
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

### 3.6.4. CÁLCULO DEL CAUDAL DE ESCORRENTÍA ORIGINADA POR LLUVIAS

#### 3.6.4.1. CÁLCULO DE LAS ÁREAS DE INFLUENCIA DE LAS MICROCUENCAS DE LA ZONA DE ESTUDIO

Delimitación del área de la zona de estudio, que comprende las Asociaciones Pro Vivienda 28 de Julio, Kantu, Villa Mercedes y Vista Alegre del Distrito de San Sebastián - Cusco

**Figura N° 34: Áreas de la zona de estudio**



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



En el gráfico se observa la delimitación del área que ha sido usada para la determinación del caudal de la escorrentía superficial pico. Esta área, fue determinada en los programa AutoCad y está expresadas en la siguiente tabla:

**Tabla N° 134: Área de la zona de estudio**

ÁREA	m <sup>2</sup>	Km <sup>2</sup>	Ha
Zona de Estudio	144069.71	0.14	14.41

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

### 3.6.4.2. OBTENCIÓN DEL TIEMPO DE CONCENTRACIÓN

Se usaron tres métodos para hallar el tiempo de concentración óptimo. Es así que para el tramo más largo que recorre el flujo dentro de la zona de estudio se obtuvo los siguientes datos:

**Tabla N° 135: Datos topográficos de la Zona de estudio**

ZONA DE ESTUDIO		
DATOS		UNIDAD
Cota Máxima	3292.27	m.s.n.m.
Cota Mínima	3267.36	m.s.n.m.
Longitud	1391.32	m

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Posterior a esto se realizó el cálculo del tiempo de concentración por los diferentes métodos

#### 3.6.4.2.1. MÉTODO KIRPICH

$$t_c = 0.01947 * L^{0.77} * S^{-0.385}$$

Dónde:

$t_c$ : Tiempo de concentración (min.)

L: Longitud del canal desde aguas arriba hasta la salida (m)

S: Pendiente promedio de la cuenca (m/m)



Operando con la fórmula de Kirpich obtenemos el Tiempo de Concentración para la zona de estudio.

**Tabla N° 136: Tiempo de concentración de la zona de estudio – Método Kirpich**

ZONA DE ESTUDIO			
ÍTEM		UNIDAD	
Pendiente	S=	0.018	m/m
Tiempo de Concentración	Tc=	24.122	min

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

### 3.6.4.2.2. MÉTODO CALIFORNIA CULVERTS PRACTICE

$$t_c = 0.0195 * \left( \frac{L^3}{H} \right)^{0.385}$$

Dónde:

$t_c$ : Tiempo de concentración (min.)

L: Longitud del curso de agua más largo (m).

H: diferencia de nivel entre divisoria de aguas y salida (m).

Operando con la fórmula de California Culverts Practice obtenemos el Tiempo de Concentración para la zona de estudio.

**Tabla N° 137: Tiempo de concentración de la zona de estudio – Método California Culverts Practice**

ZONA DE ESTUDIO			
ÍTEM		UNIDAD	
Pendiente	S=	0.018	m/m
Tiempo de Concentración	Tc=	24.16	min

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**3.6.4.2.3. MÉTODO FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION**

$$t_c = 0.7035 * \frac{(1.1 - C) * L^{0.50}}{S^{0.333}}$$

Dónde:

- $t_c$ : tiempo de concentración (min).
- C: Coeficiente de escorrentía del método.
- L: longitud de flujo superficial (m).
- S: pendiente de la superficie (m/m).

Operando con la fórmula de Federal Aviation Administration obtenemos el Tiempo de Concentración para la zona de estudio.

**Tabla N° 138: Tiempo de concentración de la zona de Estudio – Método Federal Aviation Administration**

ZONA DE ESTUDIO			
ÍTEM		UNIDAD	
Pendiente	S=	0.018	m/m
Tiempo de Concentración	T <sub>c</sub> =	27.05	min

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**3.6.4.3. OBTENCIÓN DE LA INTENSIDAD DE PRECIPITACIÓN DENTRO DE LA ZONA DE ESTUDIO**

Con los registros pluviométricos obtenidos de las estaciones de Kayra y Perayoc se hallaron los factores de corrección de precipitación para las Asociaciones Pro Vivienda 28 de Julio, Kantu, Villa Mercedes y Vista Alegre, considerando la latitud y longitud en la que se encuentra. Para lo cual se desarrolló el siguiente procedimiento:

- En la tabla se ingresan la longitud y latitud de las estaciones y de la zona de estudio en radianes.
- Se coloca la altitud media de las estaciones y de la zona de estudio.



- Se introduce la precipitación media de acuerdo a los datos de las estaciones.
- Se halla la distancia en km desde la estación hasta la zona de estudio.
- La corrección proporcional es el valor de la latitud de la estación entre la latitud de la zona de estudio.
- El factor de corrección se halla de la siguiente manera:  
Para la estación de Kayra:  $(D_{\text{Perayoc}} / (D_{\text{Perayoc}} + D_{\text{Kayra}}) / 100) / 100$   
Para la estación de Perayoc:  $(D_{\text{Kayra}} / (D_{\text{Perayoc}} + D_{\text{Kayra}}) / 100) / 100$
- Precipitación Media de la zona de estudio:  
 $(P_{\text{mPerayoc}} * F_{\text{CPerayoc}}) + (P_{\text{mKayra}} * F_{\text{CPerayoc}})$

Con esta última fórmula se hallará las precipitaciones de la zona de estudio.

**Tabla N° 139: Factores de corrección de precipitaciones**

ESTACIÓN	Latitud	Longitud	Latitud (rad)	Longitud (rad)	Altitud Media	Precipitac. Media (24)	Distancia a la Z. E. (km)	Corrección Proporc.	Corrección Distancia	Factor Corrección Precip. (Fp)
<b>Estación Base</b>										
Kayra	S 13° 33' 24.7"	W 71° 52' 29.8"	0.23661	1.254454	3223	35.80	2.78	1.0017	0.73	0.7306
Perayoc	S 13° 31' 12.3"	W 71° 57' 35.7"	0.23597	1.255937	3360	36.30	7.54	0.9990	0.27	0.2694
<b>Zona De Estudio</b>										
A.P.V.'s 28 de Julio, Kantu, Villa Mercedes y Vista Alegre	S 13° 31' 59.50"	W 71° 56' 17.15"	0.23620	1.255560	3280	35.93				

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Son halladas las precipitaciones estimadas máximas en 24 horas para las Asociaciones Pro Vivienda 28 de Julio, Kantu, Villa Mercedes y Vista Alegre



**Tabla N° 140: Precipitaciones Máximas estimadas en 24 hrs. Dentro de las Asociaciones Pro Vivienda 28 de Julio, Kantu, Villa Mercedes y Vista Alegre**

ASOCIACIONES PRO VIVIENDA 28 DE JULIO, KANTU, VILLA MERCEDES Y VISTA ALEGRE															
PRECIPITACIONES ESTIMADAS MÁXIMAS EN 24 hrs (mm)															
Latitud:	13° 31' 59.50"				Dpto:	Cusco				Factores:					
Longitud:	71° 56' 17.15"				Prov.:	Cusco				Kayra	0.7306				
Altitud:	3280 msnm				Distrito:	San Sebastián				Perayoc	0.2694				
N°	Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	MÁXIMO	
1	1980	20.16	34.86	27.40	12.15	4.29	0.57	4.05	0.35	4.64	18.54	11.49	21.14	34.86	
2	1981	33.02	11.85	16.55	22.83	1.48	3.32	0.00	4.70	9.03	40.68	22.29	25.78	40.68	
3	1982	30.79	20.58	31.08	18.42	0.00	3.87	3.51	2.37	6.94	17.66	22.50	19.72	31.08	
4	1983	20.12	20.75	15.74	7.63	2.69	8.90	0.55	0.37	3.56	9.17	10.63	24.01	24.01	
5	1984	32.43	21.66	14.43	23.29	0.05	1.87	0.78	7.19	6.63	20.39	10.71	30.35	32.43	
6	1985	17.86	42.54	23.01	9.01	6.87	6.25	1.47	1.37	12.78	13.83	17.21	21.42	42.54	
7	1986	16.27	23.24	15.95	20.99	2.72	0.00	2.07	3.41	3.13	9.40	20.42	26.61	26.61	
8	1987	39.24	15.38	19.12	8.74	3.10	1.34	5.44	0.00	4.42	10.99	17.06	24.93	39.24	
9	1988	31.04	16.75	35.63	23.21	1.64	0.00	0.00	0.00	8.91	22.84	15.29	24.88	35.63	
10	1989	23.65	37.27	17.25	17.84	3.20	5.64	0.00	3.93	13.44	19.31	14.67	22.46	37.27	
11	1990	29.25	19.09	12.03	15.47	3.98	9.58	0.00	4.30	6.89	20.55	15.98	19.26	29.25	
12	1991	26.50	40.94	37.69	17.24	4.56	3.37	1.37	0.00	13.39	24.66	17.90	23.85	40.94	
13	1992	17.29	20.20	20.88	6.91	0.27	15.30	5.79	16.18	5.25	14.80	18.51	16.96	20.88	
14	1993	46.26	18.32	22.72	3.74	1.12	0.00	1.39	7.10	5.63	15.04	15.79	41.22	46.26	
15	1994	34.72	32.02	23.77	13.32	7.63	0.00	0.00	0.00	9.75	15.97	8.61	27.95	34.72	
16	1995	22.61	18.90	19.07	8.07	0.22	0.08	1.05	0.88	23.25	8.27	27.81	20.22	27.81	
17	1996	23.36	17.60	25.24	6.75	6.43	0.16	0.00	3.16	8.19	13.81	11.34	22.96	25.24	
18	1997	20.64	16.88	24.42	11.12	3.86	0.00	0.00	3.28	4.48	11.66	40.80	29.87	40.80	
19	1998	38.08	25.12	6.68	11.38	1.27	1.95	0.00	2.23	2.73	11.02	20.54	15.80	38.08	
20	1999	17.50	15.33	16.52	14.79	3.43	3.95	0.73	0.00	11.33	8.47	17.58	18.15	18.15	
21	2000	25.18	22.10	19.74	5.24	0.99	4.02	1.42	2.29	7.89	10.82	22.42	12.05	25.18	
22	2001	18.67	29.01	22.42	9.76	3.79	0.00	12.57	3.98	6.50	17.30	20.73	16.02	29.01	
23	2002	22.95	26.02	15.98	8.29	5.65	1.32	7.20	2.56	2.79	14.61	24.63	20.40	26.02	
24	2003	29.50	23.68	17.41	36.59	1.40	6.02	0.00	10.45	2.80	9.20	11.04	23.83	36.59	
25	2004	24.07	27.43	14.52	10.12	1.35	13.65	8.08	5.65	9.27	13.65	10.73	23.21	27.43	
26	2005	24.70	15.61	24.96	21.40	1.57	0.29	1.15	2.39	2.77	13.01	12.86	15.26	24.96	
27	2006	36.87	44.70	23.19	26.81	0.15	4.05	0.00	4.83	5.47	16.35	14.14	16.70	44.70	
28	2007	26.85	14.27	22.47	29.42	5.99	0.00	2.87	0.22	1.54	17.25	18.36	17.74	29.42	
29	2008	23.77	25.85	10.88	5.03	2.72	1.00	0.57	2.27	7.28	16.67	22.43	17.37	25.85	
30	2009	24.89	19.04	21.01	5.72	2.81	0.13	2.21	1.30	6.54	12.46	71.26	42.96	71.26	
31	2010	49.48	42.89	33.43	12.04	3.63	1.75	2.03	3.33	6.16	15.84	17.51	22.06	49.48	
32	2011	24.16	23.08	26.89	15.98	1.24	2.34	3.08	0.00	11.81	17.36	26.57	17.02	26.89	
33	2012	18.63	45.17	13.08	24.36	3.02	1.81	0.78	1.92	10.93	13.21	27.23	24.11	45.17	
34	2013	24.77	30.07	19.37	5.93	11.74	4.05	1.40	8.22	3.99	22.51	19.23	26.63	30.07	
35	2014	28.16	15.13	9.34	15.35	9.56	0.07	1.25	3.90	5.92	27.63	4.57	23.57	28.16	
N° Datos	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	
Media	26.96	24.95	20.57	14.43	3.27	3.05	2.08	3.26	7.32	16.14	19.45	22.76	33.91		
Máximo	49.48	45.17	37.69	36.59	11.74	15.30	12.57	16.18	23.25	40.68	71.26	42.96	71.26		
Mínimo	16.27	11.85	6.68	3.74	0.00	0.00	0.00	0.00	1.54	8.27	4.57	12.05	18.15		

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Datos Generados aleatoriamente para 500 años, considerando una Distribución Gumbel de Valores Extremos en [mm].



Para llegar a los valores que se quieren obtener se realiza el siguiente procedimiento:

- Se procesan los valores máximos de la tabla de precipitaciones y se obtiene la media y la desviación estándar:

**Tabla N° 141: Media y Desviación estándar de las precipitaciones máximas**

<b>MEDIA <math>\bar{x}</math></b>	33.91
<b>DESVIACION ESTANDAR (S)</b>	10.15

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

- Se calculan los parámetros de la Distribución Gumbel:

$$\alpha = \frac{\sqrt{6}}{\pi} S$$

$$\alpha = 7.91$$

$$\mu = \bar{x} - 0.45S$$

$$\mu = 29.34$$

- Se hace el cálculo de y para cada período de tiempo

$$F(y) = e^{-e^{-y}}$$

**Tabla N° 142: F(y) para cada período de tiempo**

T	$-e(-e^{-y})$
2	0.50
5	0.80
10	0.90
20	0.95
25	0.96
30	0.97
50	0.98
100	0.99
250	1.00
500	1.00

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



- Entonces:  $-e^{-y} = \ln(y)$

**Tabla N° 143: Valor de “y”**

T	y
2	0.37
5	1.50
10	2.25
20	2.97
25	3.20
30	3.38
50	3.90
100	4.60
250	5.52
500	6.21

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**Tabla N° 144: Precipitación estimada (promedio) máxima en 24 horas**

T	P(24)
2	32.24
5	41.21
10	47.14
20	52.84
25	54.64
30	56.11
50	60.21
100	65.73
250	73.00
500	78.50

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Según los datos obtenidos, la duración de la tormenta es menor a 1 hora por lo tanto se utilizó la metodología de Dick Peschke para el cálculo de las intensidades, que relaciona la duración de la tormenta con la precipitación máxima en 24 horas, con la siguiente expresión:





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

Dónde:

Pd: precipitación total (mm).

d: duración (min).

P<sub>24h</sub>: Precipitación máxima en 24 horas (mm).

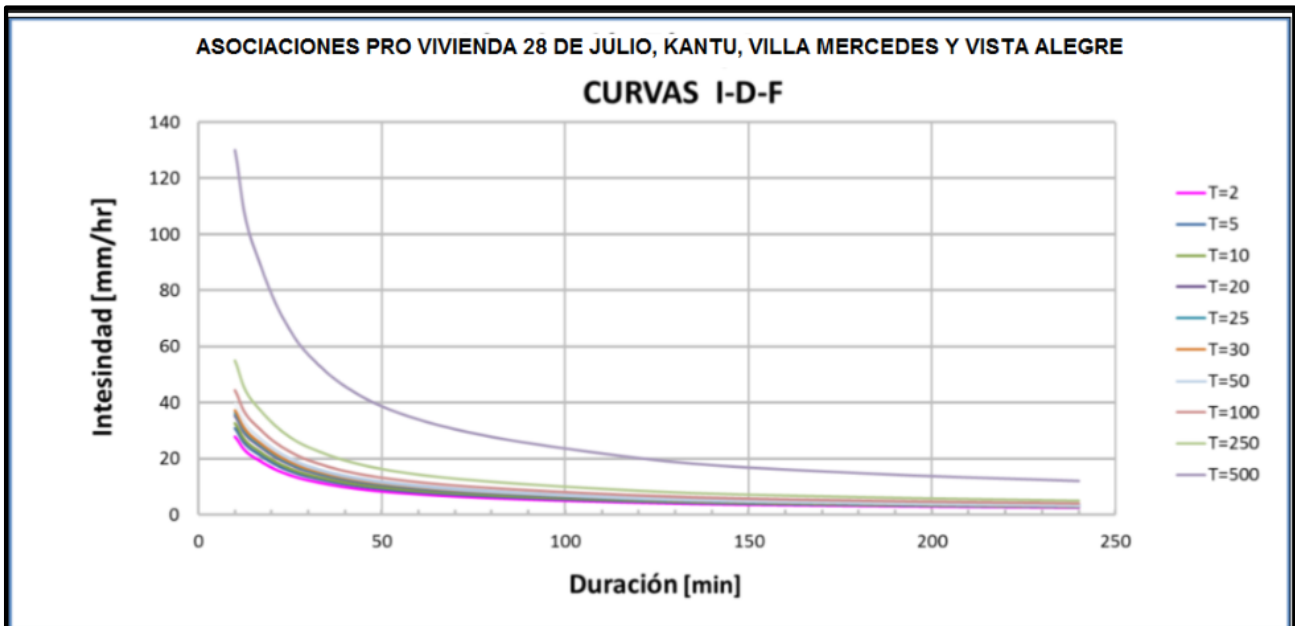
**Tabla N° 145: Precipitación “Pd” en (mm), de acuerdo con el tiempo de duración de la lluvia**

T (años)	P <sub>(24)</sub>	Duración de la lluvia (min)						
		10	15	30	60	120	180	240
2	32.24	9.31	10.30	12.25	14.57	17.32	19.17	20.60
5	41.21	11.90	13.16	15.65	18.62	22.14	24.50	26.33
10	47.14	13.61	15.06	17.91	21.30	25.33	28.03	30.12
20	52.84	15.25	16.88	20.07	23.87	28.39	31.42	33.76
25	54.64	15.77	17.46	20.76	24.69	29.36	32.49	34.91
30	56.11	16.20	17.93	21.32	25.35	30.15	33.37	35.85
50	60.21	17.38	19.23	22.87	27.20	32.35	35.80	38.47
100	65.73	18.98	21.00	24.97	29.70	35.32	39.08	42.00
250	73.00	21.07	23.32	27.74	32.98	39.22	43.41	46.65
500	78.50	22.66	25.08	29.82	35.46	42.17	46.67	50.15

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

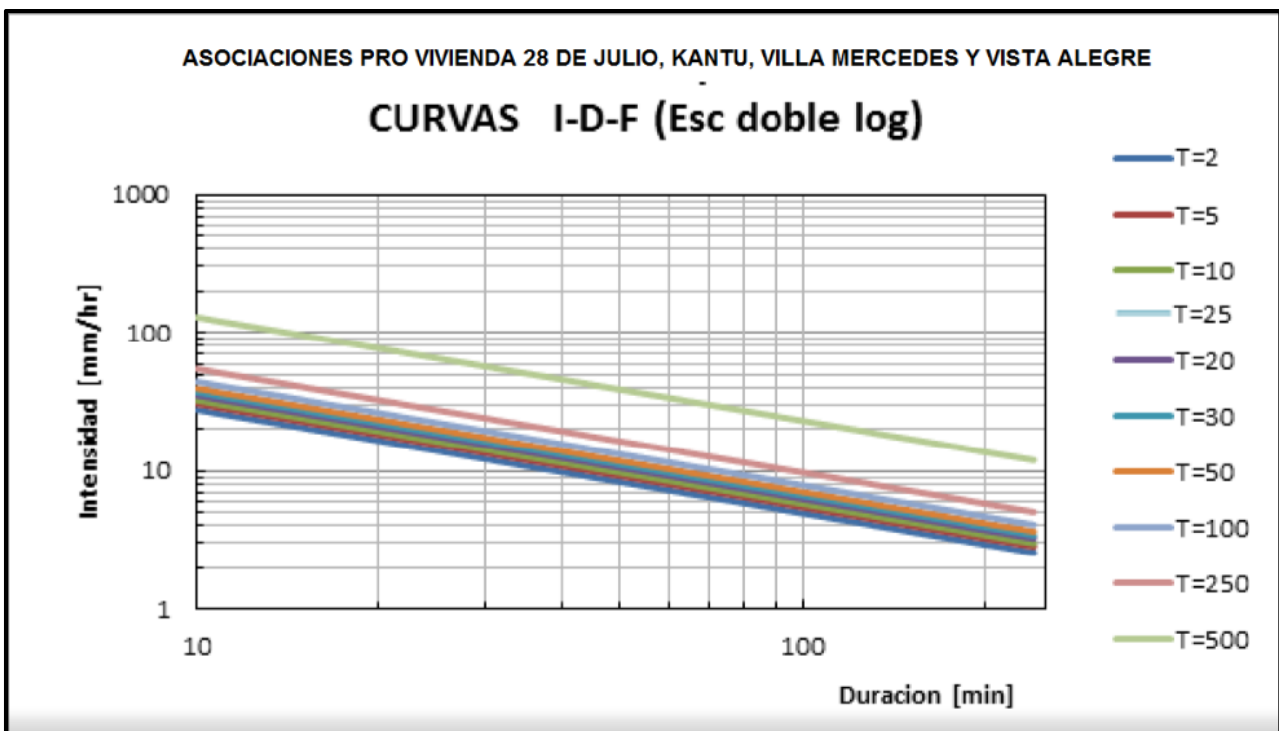
Para los datos obtenidos la intensidad se halló dividiendo la precipitación “Pd” entre la duración en minutos, según corresponda.

Figura N° 35: Curvas I-D-F de las Asociaciones Pro Vivienda 28 de Julio, Kantu, Villa Mercedes y Vista Alegre



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Figura N° 36: Curvas I-D-F en Escala doble Logarítmica de las Asociaciones Pro Vivienda 28 de Julio, Kantu, Villa Mercedes y Vista Alegre



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

De la curva Intensidad Duración y frecuencia, se obtiene las intensidades según el período de retorno de lluvia y la duración que esta pueda llegar a tener. En la siguiente Tabla se muestran esos valores.

**Tabla N° 146: Intensidades Máximas según su duración y período de retorno**

INTENSIDAD MÁXIMA (mm/hr)							
DURACIÓN (min)							
T (años)	10	15	30	60	120	180	240
2	27.89	20.57	12.23	7.27	4.33	3.19	2.57
5	30.83	22.75	13.53	8.04	4.78	3.53	2.84
10	32.56	24.02	14.28	8.49	5.05	3.73	3.00
20	35.33	26.07	15.50	9.22	5.48	4.04	3.26
25	36.26	26.69	15.87	9.45	5.61	4.14	3.34
30	37.24	27.47	16.34	9.71	5.78	4.26	3.43
50	39.66	29.26	17.40	10.35	6.15	4.54	3.66
100	44.34	32.71	19.45	11.57	6.88	5.07	4.09
250	54.91	40.15	24.09	14.32	8.52	6.28	5.06
500	130.08	95.97	57.06	33.93	20.18	14.88	12.00

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

La duración que tenemos es de **25.11 minutos** y para un período de retorno de **25 años** se obtiene una intensidad de **19.39 mm/hr**.

#### **3.6.4.4. OBTENCIÓN DEL CAUDAL GENERADO POR LAS PRECIPITACIONES EN LA ZONA DE ESTUDIO DENTRO DE LAS ASOCIACIONES PRO VIVIENDA 28 DE JULIO, KANTU, VILLA MERCEDES Y VISTA ALEGRE**

##### **3.6.4.4.1. ECUACIÓN DEL MÉTODO RACIONAL**

##### **3.6.4.4.1.1. OBTENCIÓN DEL COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA DEL MÉTODO RACIONAL**

Se utilizó la tabla de Coeficientes de Escorrentía para ser utilizada en el Método Racional.

**Tabla N° 147: Coeficientes de Escorrentía para ser utilizadas en el Método Racional**

CARACTERISTICAS DE LA SUPERFICIE	PERIODO DE RETORNO (AÑOS)						
	2	5	10	25	50	100	500
<b>AREAS URBANAS</b>							
Asfalto	0.73	0.77	0.81	0.86	0.90	0.95	1.00
Concreto / Techos	0.75	0.80	0.83	0.88	0.92	0.97	1.00
<b>Zonas verdes (jardines, parques, etc)</b>							
<b>Condición pobre (cubierta de pasto menor del 50% del área)</b>							
Plano 0 - 2%	0.32	0.34	0.37	0.40	0.44	0.47	0.58
Promedio 2 - 7%	0.37	0.40	0.43	0.46	0.49	0.53	0.61
Pendiente Superior a 7%	0.40	0.43	0.45	0.49	0.52	0.55	0.62
<b>Condición promedio (cubierta de pasto menor del 50% al 75% del área)</b>							
Plano 0 - 2%	0.25	0.28	0.30	0.34	0.37	0.41	0.53
Promedio 2 - 7%	0.33	0.36	0.38	0.42	0.45	0.49	0.58
Pendiente Superior a 7%	0.37	0.40	0.42	0.46	0.49	0.53	0.60
<b>Condición buena (cubierta de pasto mayor del 75% del área)</b>							
Plano 0 - 2%	0.21	0.23	0.25	0.29	0.32	0.36	0.49
Promedio 2 - 7%	0.29	0.32	0.35	0.39	0.42	0.46	0.56
Pendiente Superior a 7%	0.34	0.37	0.40	0.44	0.47	0.51	0.58
<b>AREAS NO DESARROLLADAS</b>							
<b>Área de Cultivos</b>							
Plano 0 - 2%	0.31	0.34	0.36	0.40	0.43	0.47	0.57
Promedio 2 - 7%	0.35	0.38	0.41	0.44	0.48	0.51	0.60
Pendiente Superior a 7%	0.39	0.42	0.44	0.48	0.51	0.54	0.61
<b>Pastizales</b>							
Plano 0 - 2%	0.25	0.28	0.30	0.34	0.37	0.41	0.53
Promedio 2 - 7%	0.33	0.36	0.38	0.42	0.45	0.49	0.58
Pendiente Superior a 7%	0.37	0.40	0.42	0.46	0.49	0.53	0.60
<b>Bosques</b>							
Plano 0 - 2%	0.22	0.25	0.28	0.31	0.35	0.39	0.48
Promedio 2 - 7%	0.31	0.34	0.36	0.40	0.43	0.47	0.56
Pendiente Superior a 7%	0.35	0.39	0.41	0.45	0.48	0.52	0.58

FUENTE: R.N.E. OS.060

Asumiendo las áreas y sus coeficientes determinados obtuvimos:

**Tabla N° 148: Coeficiente de Escorrentía de la Zona de Estudio**

COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA DE LA ZONA DE ESTUDIO			
ELEMENTO	ÁREA (km2)	COEFICIENTE	ÁREA x COEFICIENTE
PAVIMENTO	0.041	0.86	0.0349
VEREDAS	0.005	0.88	0.0048
TECHOS	0.090	0.88	0.0792
ÁREAS LIBRES	0.008	0.46	0.0037
SUMATORIA	0.144	0.77	0.1109

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**3.6.4.4.1.2. OBTENCIÓN DEL CAUDAL POR EL MÉTODO RACIONAL**

$$Q = 0.278 * (C * I * A)$$

Dónde:

C: Coeficiente de escorrentía del método.

I: Intensidad máxima (mm/hr).

A: Área (km<sup>2</sup>).

Siendo así el caudal calculado por el método racional para la zona de estudio:

**Tabla N° 149: Caudal para la Zona de Estudio por la Ecuación del Método Racional**

DATOS	UNIDAD	
ÁREA	0.144	km <sup>2</sup>
C	0.77	
I. máx.	19.39	mm/hr
Q	0.598	m <sup>3</sup> /seg.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Con las áreas y las intensidades de lluvia se determinó el caudal por área que afecta a las calles mencionadas en la investigación. El caudal total es de 0.598 en m<sup>3</sup>/ seg.

**3.6.4.4.2. MÉTODO BURKLI ZIEGLER.**

$$Q = 0.022 * C * I * A * \sqrt{\frac{S}{A}}$$

Dónde:

C: Coeficiente de escorrentía del método.

I: Intensidad máxima (m/hr).

A: Área (ha).

S: pendiente media (m/m).

### 3.6.4.4.2.1. OBTENCIÓN DEL COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA DEL MÉTODO BURKLI ZIEGLER

Se utilizó la tabla de Coeficientes de Escorrentía para ser utilizada en el Método Burkli Ziegler

**Tabla N° 150: Coeficientes de Escorrentía para ser utilizadas en el Método Burkli Ziegler**

TIPO DE SUPERFICIE	C
Calles pavimentadas y barrios bastante edificados	0.75
Calles comunes de ciudades	0.63
Poblado con plaza y calles en grava	0.3
Campos deportivos	0.25

FUENTE: HIDROLOGÍA- VILLÓN BÉJAR, MÁXIMO.

### 3.6.4.4.2.2. OBTENCIÓN DEL CAUDAL DEL MÉTODO BURKLI ZIEGLER

**Tabla N° 151: Caudal para la Zona de Estudio por el Método Burkli Ziegler**

DATOS	UNIDAD	
ÁREA	14.407	Ha
C	0.77	
I. máx.	1.94	cm/hr
S	18.00	m/km
Q	0.500	m3/seg.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Con las áreas y las intensidades de lluvia se determinó el caudal por área que afecta a las calles mencionadas en la investigación. El caudal total investigación es de 0.50 en m3/ seg.

### 3.6.4.4.3. MÉTODO DE MAC MATH

$$Q = 0.001 * C_e * I * A^{0.58} * S^{0.42}$$

Dónde:

Ce: Factor del coeficiente de escorrentía del método Mac Math

I: Intensidad máxima (mm/hr).

A: Área (ha).



S: pendiente media (m/m).

Y Ce será hallado de la siguiente manera:

$$C_e = C_1 + C_2 + C_3$$

Siendo así los caudales determinados por el método Mac Math por zonas.

### 3.6.4.4.3.1. OBTENCIÓN DEL COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA MÉTODO MAC MATH

Se utilizó la tabla de coeficientes de escorrentía para ser utilizada en el Método Mac Math.

**Tabla N° 152: Coeficientes de Escorrentía para ser utilizadas en el Método Mac Math**

Vegetación		suelo		topografía	
Cobertura (%)	C1	textura	C2	Pendiente (%)	C3
100	0.08	Arenoso	0.08	0.0-0.2	0.04
80-100	0.12	ligera	0.12	0.2-0.5	0.06
50-80	0.16	media	0.16	0.5-2.0	0.08
20-50	0.22	finá	0.22	2.0-6.0	0.10
0-20	0.3	rocoso	0.3	6.0-10.0	0.15

FUENTE: HIDROLOGÍA – VILLÓN BÉJAR, MÁXIMO

Asumiendo el área y sus coeficientes determinados obtuvimos

**Tabla N° 153: Coeficiente de Escorrentía de la Zona de Estudio**

Coficiente	Valor
C1	0.22
C2	0.16
C3	0.08
Ce	0.46

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Para el **Área de 14.41 ha.** Se obtuvo un coeficiente de escorrentía de **0.46**

**3.6.4.4.3.2. OBTENCIÓN DEL CAUDAL DEL MÉTODO DE MAC MATH****Tabla N° 154: Caudal para la Zona de Estudio por el Método Mac Math**

DATOS	UNIDAD	
ÁREA	14.407	Ha
Ce	0.46	
I. máx.	19.39	mm/hr
S	18.00	m/km
Q	0.141	m3/seg.

*FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA*

De acuerdo al área e intensidades de lluvia se determinó el caudal por área que afecta a las calles mencionadas en la investigación. En la presente investigación, para la evaluación, se utilizará el caudal obtenido por el método Racional ya que es el método que recomienda la Norma OS.060 de Drenaje Pluvial Urbano del Reglamento Nacional de Edificaciones. El caudal total de la zona de estudio según este método es de 0.598 en m3/seg. Posteriormente se halla la infiltración indebida de agua pluvial a la red de alcantarillado sanitario.





## 4. CAPÍTULO IV: “RESULTADOS”

### 4.1. CAUDALES DE CONTRIBUCIÓN A LA RED POR LA POBLACIÓN

Se determinó por el método de la demanda agregada. Este caudal representa el aporte que hacen los usuarios a la red de aguas residuales. De acuerdo a lo estipulado en la norma OS.100 en el Ítem 1.8 en la cual se señala el caudal de contribución de alcantarillado es considerado como el 80% de la demanda de agua potable.

**Tabla N° 155: Caudal de Aporte de la Población a la red de Aguas Residuales**

Caudal Máximo Diario	Qmd	4.15	lt/seg
Caudal Máximo Diario	Qmd	0.0041	m3/seg
Caudal de Contribución al Alcantarillado	80% de Qmd	0.0033	m3/seg

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

El aporte de la población de las Asociaciones Pro Vivienda 28 de Julio, Kantu, Villa Mercedes y Vista Alegre a la red de aguas residuales es de 0.0033 m3/seg.

### 4.2. CAUDALES DE LA RED ACTUAL DE AGUAS RESIDUALES

Los caudales obtenidos en las siguientes tablas representan la capacidad que tiene la red actual de recolección de aguas residuales.

**Tabla N° 156: Resultado de Caudales por los Diferentes Métodos para la Calle Prolongación Diego de Almagro**

Calle Prolongacion Diego de Almagro					
CAUDAL (m3/seg)					
TRAMO	GANGUILLET-KUTTER	BAZIN	MANNING	PAVLOVSKI	PROMEDIO
1	0.0361	0.0391	0.0360	0.0562	0.0418
2	0.0110	0.0119	0.0110	0.0172	0.0128
3	0.0145	0.0157	0.0145	0.0226	0.0168

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**Tabla N° 157: Resultado de Caudales por los Diferentes Métodos para la Calle Perú**

Calle Perú					
CAUDAL (m <sup>3</sup> /seg)					
TRAMO	GANGUILLET-KUTTER	BAZIN	MANNING	PAVLOVSKI	PROMEDIO
1	0.0286	0.0370	0.0336	0.0522	0.0379
2	0.0963	0.1239	0.1127	0.1751	0.1270
3	0.0100	0.0133	0.0121	0.0188	0.0136
4	0.0626	0.0805	0.0733	0.1138	0.0826
5	0.0283	0.0307	0.0282	0.0440	0.0328
6	0.0364	0.0469	0.0426	0.0662	0.0480
7	0.0159	0.0173	0.0159	0.0248	0.0185
8	0.0180	0.0195	0.0180	0.0280	0.0209
9	0.0999	0.1284	0.1168	0.1814	0.1316
10	0.0427	0.0550	0.0500	0.0777	0.0563

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**Tabla N° 158: Resultado de Caudales por los Diferentes Métodos para la Calle Prolongación Sucre**

Calle Prolongacion Sucre					
CAUDAL (m <sup>3</sup> /seg)					
TRAMO	GANGUILLET-KUTTER	BAZIN	MANNING	PAVLOVSKI	PROMEDIO
1	0.0348	0.0377	0.0347	0.0542	0.0404
2	0.0164	0.0178	0.0164	0.0256	0.0191
3	0.0286	0.0310	0.0285	0.0445	0.0331
4	0.0391	0.0424	0.0390	0.0609	0.0453

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**Tabla N° 159: Resultado de Caudales por los Diferentes Métodos para la Calle Espinar**

Calle Espinar					
CAUDAL (m <sup>3</sup> /seg)					
TRAMO	GANGUILLET-KUTTER	BAZIN	MANNING	PAVLOVSKI	PROMEDIO
1	0.0127	0.0138	0.0127	0.0198	0.0148
2	0.0365	0.0395	0.0364	0.0567	0.0423

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**Tabla N° 160: Resultado de Caudales por los Diferentes Métodos para el Jr. Tarapaca**

Jr. Tarapaca					
CAUDAL (m3/seg)					
TRAMO	GANGUILLET-KUTTER	BAZIN	MANNING	PAVLOVSKI	PROMEDIO
1	0.0213	0.0231	0.0212	0.0331	0.0247
2	0.0242	0.0262	0.0241	0.0377	0.0280
3	0.0323	0.0350	0.0322	0.0502	0.0374

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**Tabla N° 161: Resultado de Caudales por los Diferentes Métodos para el Jr. Zarumilla**

Jr. Zarumilla					
CAUDAL (m3/seg)					
TRAMO	GANGUILLET-KUTTER	BAZIN	MANNING	PAVLOVSKI	PROMEDIO
1	0.0413	0.0447	0.0412	0.0643	0.0479

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**Tabla N° 162: Resultado de Caudales por los Diferentes Métodos para la Calle Junín**

Calle Junin					
CAUDAL (m3/seg)					
TRAMO	GANGUILLET-KUTTER	BAZIN	MANNING	PAVLOVSKI	PROMEDIO
1	0.0491	0.0531	0.0489	0.0763	0.0569
2	0.0332	0.0360	0.0332	0.0517	0.0385

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**Tabla N° 163: Resultado de Caudales por los Diferentes Métodos para el Jr. 2 de Mayo**

Jr. 2 de Mayo					
CAUDAL (m3/seg)					
TRAMO	GANGUILLET-KUTTER	BAZIN	MANNING	PAVLOVSKI	PROMEDIO
1	0.0303	0.0328	0.0302	0.0472	0.0351
2	0.0414	0.0448	0.0413	0.0644	0.0480

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**Tabla N° 164: Resultado de Caudales por los Diferentes Métodos para el Jr. Pacífico**

Jr. Pacífico					
CAUDAL (m3/seg)					
TRAMO	GANGUILLET-KUTTER	BAZIN	MANNING	PAVLOVSKI	PROMEDIO
1	0.0372	0.0403	0.0371	0.0578	0.0431
2	0.0259	0.0280	0.0258	0.0403	0.0300
3	0.0290	0.0315	0.0290	0.0452	0.0337

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**Tabla N° 165: Resultado de Caudales por los Diferentes Métodos para el Jr. Tacna**

Jr. Tacna					
CAUDAL (m3/seg)					
TRAMO	GANGUILLET-KUTTER	BAZIN	MANNING	PAVLOVSKI	PROMEDIO
1	0.0397	0.0430	0.0395	0.0617	0.0460
2	0.0253	0.0274	0.0253	0.0394	0.0294

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**Tabla N° 166: Resultado de Caudales por los Diferentes Métodos para el Jr. Arica**

Jr. Arica					
CAUDAL (m3/seg)					
TRAMO	GANGUILLET-KUTTER	BAZIN	MANNING	PAVLOVSKI	PROMEDIO
1	0.0288	0.0312	0.0288	0.0449	0.0334
2	0.0160	0.0173	0.0160	0.0249	0.0185

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**Tabla N° 167: Resultado de Caudales por los Diferentes Métodos para la Av. Las Palmeras**

Av. Las Palmeras					
CAUDAL (m3/seg)					
TRAMO	GANGUILLET-KUTTER	BAZIN	MANNING	PAVLOVSKI	PROMEDIO
1	0.0281	0.0304	0.0280	0.0437	0.0326
2	0.0104	0.0113	0.0104	0.0163	0.0121

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**Tabla N° 168: Resultado de Caudales por los Diferentes Métodos para la Calle Los Rosales**

Calle Los Rosales					
CAUDAL (m3/seg)					
TRAMO	GANGUILLET-KUTTER	BAZIN	MANNING	PAVLOVSKI	PROMEDIO
1	0.0233	0.0253	0.0233	0.0363	0.0270
2	0.0183	0.0198	0.0182	0.0285	0.0212

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**Tabla N° 169: Resultado de Caudales por los Diferentes Métodos para el Jr. Las Gardenias**

Jr. Las Gardenias					
CAUDAL (m3/seg)					
TRAMO	GANGUILLET-KUTTER	BAZIN	MANNING	PAVLOVSKI	PROMEDIO
1	0.0167	0.0182	0.0167	0.0261	0.0194
2	0.0201	0.0218	0.0201	0.0313	0.0233

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**Tabla N° 170: Resultado de Caudales por los Diferentes Métodos para el Jr. Los Claveles**

Jr. Los Claveles					
CAUDAL (m3/seg)					
TRAMO	GANGUILLET-KUTTER	BAZIN	MANNING	PAVLOVSKI	PROMEDIO
1	0.0304	0.0329	0.0303	0.0473	0.0352
2	0.0156	0.0169	0.0156	0.0243	0.0181
3	0.0305	0.0330	0.0304	0.0474	0.0353

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**Tabla N° 171: Resultado de Caudales por los Diferentes Métodos para el Jr. Los Gladiolos**

Jr. Los Gladiolos					
CAUDAL (m3/seg)					
TRAMO	GANGUILLET-KUTTER	BAZIN	MANNING	PAVLOVSKI	PROMEDIO
1	0.0308	0.0333	0.0307	0.0479	0.0357
2	0.0241	0.0261	0.0241	0.0376	0.0280
3	0.0202	0.0219	0.0201	0.0314	0.0234

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**Tabla N° 172: Resultado de Caudales por los Diferentes Métodos para el Jr. Las Magnolias**

Jr. Las Magnolias					
CAUDAL (m3/seg)					
TRAMO	GANGUILLET-KUTTER	BAZIN	MANNING	PAVLOVSKI	PROMEDIO
1	0.0338	0.0366	0.0337	0.0526	0.0392
2	0.0199	0.0216	0.0199	0.0310	0.0231
3	0.0130	0.0141	0.0130	0.0203	0.0151

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**Tabla N° 173: Resultado de Caudales por los Diferentes Métodos para el Jr. Los Geranios**

Jr. Los Geranios					
CAUDAL (m3/seg)					
TRAMO	GANGUILLET-KUTTER	BAZIN	MANNING	PAVLOVSKI	PROMEDIO
1	0.0218	0.0236	0.0217	0.0339	0.0253
2	0.0239	0.0259	0.0238	0.0371	0.0277
3	0.0186	0.0202	0.0186	0.0291	0.0216

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**Tabla N° 174: Resultado de Caudales por los Diferentes Métodos para la Vía Expresa 01**

Via Expresa 01					
CAUDAL (m3/seg)					
TRAMO	GANGUILLET-KUTTER	BAZIN	MANNING	PAVLOVSKI	PROMEDIO
1	0.0542	0.0698	0.0635	0.0986	0.0715
2	0.0526	0.0677	0.0615	0.0956	0.0694
3	0.0639	0.0822	0.0748	0.1162	0.0843
4	0.0478	0.0615	0.0559	0.0869	0.0630
5	0.0375	0.0483	0.0440	0.0683	0.0495
6	0.0629	0.0810	0.0736	0.1144	0.0830
7	0.0519	0.0668	0.0608	0.0944	0.0685
8	0.0796	0.1023	0.0931	0.1446	0.1049
9	0.0595	0.0766	0.0696	0.1082	0.0785
10	0.0123	0.0161	0.0147	0.0228	0.0165
11	0.0214	0.0277	0.0252	0.0392	0.0284
12	0.0864	0.1111	0.1010	0.1570	0.1139
13	0.0399	0.0514	0.0468	0.0727	0.0527
14	0.0384	0.0495	0.0450	0.0699	0.0507
15	0.0250	0.0324	0.0294	0.0457	0.0331
16	0.0467	0.0602	0.0547	0.0850	0.0617
17	0.0660	0.0849	0.0772	0.1200	0.0870
18	0.0385	0.0496	0.0451	0.0701	0.0508
19	0.0622	0.0800	0.0727	0.1130	0.0820
20	0.0652	0.0839	0.0763	0.1186	0.0860
21	0.0555	0.0714	0.0649	0.1009	0.0732

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**Tabla N° 175: Resultado de Caudales por los Diferentes Métodos para la Vía Expresa 02**

Via Expresa 02					
CAUDAL (m3/seg)					
TRAMO	GANGUILLET-KUTTER	BAZIN	MANNING	PAVLOVSKI	PROMEDIO
1	0.0650	0.0836	0.0581	0.1182	0.0812
2	0.0133	0.0174	0.0121	0.0246	0.0169
3	0.0398	0.0512	0.0356	0.0724	0.0497
4	0.0762	0.0980	0.0680	0.1384	0.0951
5	0.0441	0.0568	0.0395	0.0803	0.0552
6	0.0113	0.0149	0.0103	0.0211	0.0144
7	0.0365	0.0470	0.0326	0.0664	0.0456
8	0.0490	0.0631	0.0438	0.0891	0.0612
9	0.0697	0.0897	0.0622	0.1267	0.0871
10	0.0298	0.0384	0.0267	0.0543	0.0373
11	0.0621	0.0799	0.0555	0.1130	0.0776
12	0.0665	0.0856	0.0594	0.1209	0.0831
13	0.0537	0.0691	0.0480	0.0977	0.0671

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Para la determinación de la capacidad de la red actual se usaron los valores obtenidos por el Método de Manning, como es utilizado en la norma OS.070 “Redes de Aguas Residuales”

**Tabla N° 176: Resumen General de Caudales Mínimos y Máximos por calles**

RESUMEN GENERAL DE CAPACIDAD DE CONDUCCION DE LA RED		
CALLE	Q (m3/seg)	
	Qmin	Qmax
Prolongación Diego de Almagro	0.011	0.036
Calle Perú	0.012	0.117
Prolongación Sucre	0.016	0.039
Calle Espinar	0.013	0.036
Jr. Tarapaca	0.021	0.032
Jr. Zarumilla	0.041	0.041
Calle Junín	0.033	0.049
Jr. 2 de Mayo	0.030	0.041
Jr. Pacífico	0.026	0.037
Jr. Tacna	0.025	0.040
Jr. Arica	0.016	0.029
Av. Las Palmeras	0.010	0.028
Calle Los Rosales	0.018	0.023
Jr. Las Gardenias	0.017	0.020
Jr. Los Claveles	0.016	0.030
Jr. Los Gladiolos	0.020	0.031
Jr. Las Magnolias	0.013	0.034
Jr. Los Geranios	0.019	0.024
Vía Expresa 1	0.015	0.101
Vía Expresa 2	0.010	0.680

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

### 4.3. CAUDALES POR PRECIPITACIONES PLUVIALES

#### 4.3.1. CAUDAL OBTENIDO POR EL MÉTODO RACIONAL

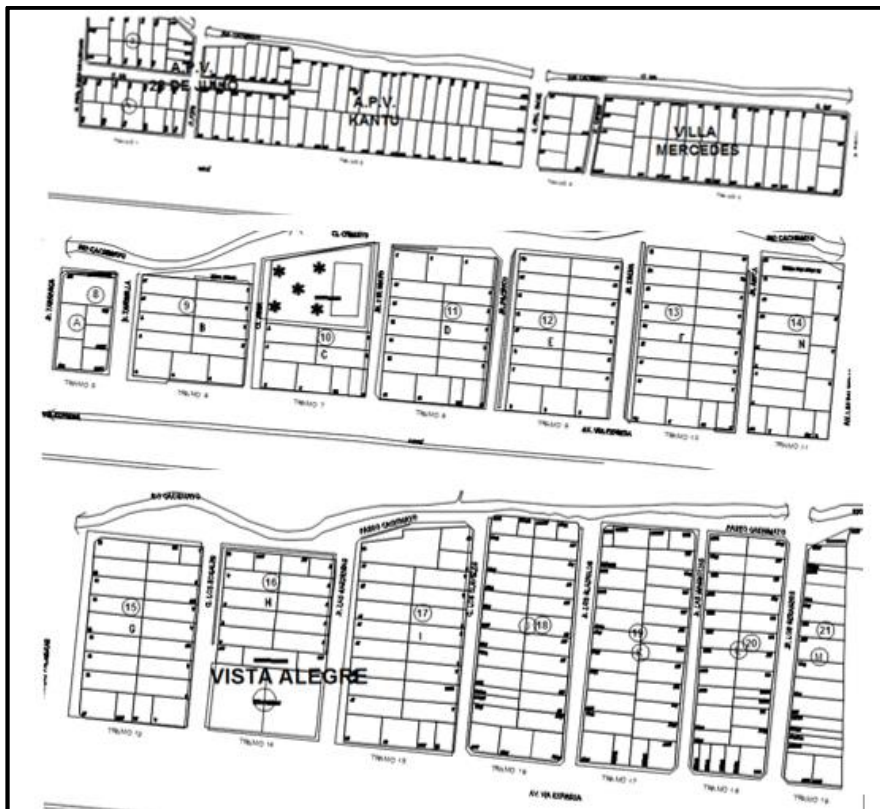
Tabla N° 177: Caudales de Precipitaciones Totales para la zona de Estudio

ITEM	ÁREA Km2	CAUDAL
Zona de Estudio	0.144	0.598

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Se realizó un análisis de las áreas que efectivamente aportan al caudal de escorrentía superficial así como el caudal que se infiltra a la red de aguas residuales de la siguiente manera.

Figura N° 37: Áreas contribuyentes al caudal de escorrentía pluvial



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA





Área de drenaje pluvial = 0.144km <sup>2</sup> -----	100%
Área de pavimento y veredas = 0.046m <sup>2</sup> -----	31.98%
Área de techo externo = 0.0225km <sup>2</sup> -----	15.48%
Área de techo interior = 0.0225km <sup>2</sup> -----	15.48%
Área de patio externo = 0.0321km <sup>2</sup> -----	22.40%
Área de patio interno = 0.013km <sup>2</sup> -----	9.16%
Áreas verdes o libres = 0.008km <sup>2</sup> -----	5.50%

Se demostró mediante la determinación de las áreas que contribuyen al caudal de aguas pluviales, que aproximadamente el 15% de las áreas de techo interno efectivamente se infiltran a la red, ya que el área de patios interior y exterior aportan directamente con la escorrentía superficial de las calles, así como también las áreas de pavimento y veredas. Por lo cual se puede alegar que el 85% de las aguas de drenaje son las que afectan al caudal de escorrentía superficial.

Los datos que se presentan en las siguientes tablas muestran el caudal obtenido de agua pluvial repartido según el área tributaria de cada tramo. Los valores se muestran en m3/seg.

**Tabla N° 178: Caudales de precipitaciones por área tributaria de los tramos de la calle Prolongación Diego de Almagro**

Calle Prolongacion Diego de Almagro								
TRAMO	ÁREA TRIBUTARIA				CAUDAL PROPIO DE CADA TRAMO (m3/seg)	CAUDAL ACUMULADO GENERADO POR LAS AGUAS PLUVIALES (m3/seg)	CAUDAL DE ESCORRENTÍA SUPERFICIAL EN 85% (m3/seg)	CAUDAL INFILTRADO A LA RED DE AGUAS RESIDUALES EN 15% (m3/seg)
	Área Pavimento (m2)	Área Techos (m2)	Área Total (m2)	Área Total (km2)				
1	194.09	429.50	623.59	0.00062	0.0026	0.0026	0.0022	0.0004
2	204.35	253.78	458.13	0.00046	0.0019	0.0045	0.0038	0.0007
3	131.90	218.17	350.07	0.00035	0.0015	0.0059	0.0051	0.0009

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



**Tabla N° 179: Caudales de precipitaciones por área tributaria de los tramos de la calle Perú**

Calle Perú								
TRAMO	ÁREA TRIBUTARIA				CAUDAL PROPIO DE CADA TRAMO (m3/seg)	CAUDAL ACUMULADO GENERADO POR LAS AGUAS PLUVIALES (m3/seg)	CAUDAL DE ESCORRENTÍA SUPERFICIAL EN 85% (m3/seg)	CAUDAL INFILTRADO A LA RED DE AGUAS RESIDUALES EN 15% (m3/seg)
	Área Pavimento (m2)	Área Techos (m2)	Área Total (m2)	Área Total (km2)				
1	46.38	95.31	141.69	0.00014	0.0006	0.0006	0.0005	0.0001
2	86.26	252.97	339.23	0.00034	0.0014	0.0020	0.0017	0.0003
3	415.94	728.74	1144.68	0.00114	0.0048	0.0067	0.0057	0.0010
4	219.63	125.19	344.82	0.00034	0.0014	0.0082	0.0070	0.0012
5	154.59	249.25	403.84	0.00040	0.0017	0.0099	0.0084	0.0015
6	178.41	293.11	471.52	0.00047	0.0020	0.0305	0.0259	0.0046
7	590.14	1761.35	2351.49	0.00235	0.0098	0.0098	0.0083	0.0015
8	465.92	1692.09	2158.01	0.00216	0.0090	0.0090	0.0076	0.0013
9	256.06	320.57	576.63	0.00058	0.0024	0.0329	0.0280	0.0049
10	124.72	116.38	241.10	0.00024	0.0010	0.0339	0.0288	0.0051

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**Tabla N° 180: Caudales de precipitaciones por área tributaria de los tramos de la calle Prolongación Sucre**

Calle Prolongación Sucre								
TRAMO	ÁREA TRIBUTARIA				CAUDAL PROPIO DE CADA TRAMO (m3/seg)	CAUDAL ACUMULADO GENERADO POR LAS AGUAS PLUVIALES (m3/seg)	CAUDAL DE ESCORRENTÍA SUPERFICIAL EN 85% (m3/seg)	CAUDAL INFILTRADO A LA RED DE AGUAS RESIDUALES EN 15% (m3/seg)
	Área Pavimento (m2)	Área Techos (m2)	Área Total (m2)	Área Total (km2)				
1	400.8	1471.88	1872.68	0.00187	0.0078	0.0078	0.0066	0.0012
2	362.79	1359.65	1722.44	0.00172	0.0071	0.0149	0.0127	0.0022
3	309.46	123.43	432.89	0.00043	0.0018	0.0167	0.0142	0.0025
4	693.37	2127.35	2820.72	0.00282	0.0117	0.0284	0.0242	0.0043

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**Tabla N° 181: Caudales de precipitaciones por área tributaria de los tramos de la calle Espinar**

Calle Espinar								
TRAMO	ÁREA TRIBUTARIA				CAUDAL PROPIO DE CADA TRAMO (m3/seg)	CAUDAL ACUMULADO GENERADO POR LAS AGUAS PLUVIALES (m3/seg)	CAUDAL DE ESCORRENTÍA SUPERFICIAL EN 85% (m3/seg)	CAUDAL INFILTRADO A LA RED DE AGUAS RESIDUALES EN 15% (m3/seg)
	Área Pavimento (m2)	Área Techos (m2)	Área Total (m2)	Área Total (km2)				
1	649.54	917.91	1567.45	0.00157	0.0065	0.0065	0.0055	0.0010
2	143.17	191.16	334.33	0.00033	0.0014	0.0079	0.0067	0.0012

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**Tabla N° 182: Caudales de precipitaciones por área tributaria de los tramos del Jr. Tarapaca**

Jr. Tarapaca								
TRAMO	ÁREA TRIBUTARIA				CAUDAL PROPIO DE CADA TRAMO (m3/seg)	CAUDAL ACUMULADO GENERADO POR LAS AGUAS PLUVIALES (m3/seg)	CAUDAL DE ESCORRENTÍA SUPERFICIAL EN 85% (m3/seg)	CAUDAL INFILTRADO A LA RED DE AGUAS RESIDUALES EN 15% (m3/seg)
	Área Pavimento (m2)	Área Techos (m2)	Área Total (m2)	Área Total (km2)				
1	1086.76	2553.68	3640.44	0.00364	0.0151	0.0151	0.0128	0.0023
2	480.15	934.78	1414.93	0.00141	0.0059	0.0210	0.0178	0.0031
3	1195.34	916.83	2112.17	0.00211	0.0088	0.0297	0.0253	0.0045

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**Tabla N° 183: Caudales de precipitaciones por área tributaria de los tramos del Jr. Zarumilla**

Jr. Zarumilla								
TRAMO	ÁREA TRIBUTARIA				CAUDAL PROPIO DE CADA TRAMO (m3/seg)	CAUDAL ACUMULADO GENERADO POR LAS AGUAS PLUVIALES (m3/seg)	CAUDAL DE ESCORRENTÍA SUPERFICIAL EN 85% (m3/seg)	CAUDAL INFILTRADO A LA RED DE AGUAS RESIDUALES EN 15% (m3/seg)
	Área Pavimento (m2)	Área Techos (m2)	Área Total (m2)	Área Total (km2)				
1	1159.28	1737.69	2896.97	0.00290	0.0120	0.0120	0.0102	0.0018

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**Tabla N° 184: Caudales de precipitaciones por área tributaria de los tramos de la Calle Junín**

Calle Junín								
TRAMO	ÁREA TRIBUTARIA				CAUDAL PROPIO DE CADA TRAMO (m3/seg)	CAUDAL ACUMULADO GENERADO POR LAS AGUAS PLUVIALES (m3/seg)	CAUDAL DE ESCORRENTÍA SUPERFICIAL EN 85% (m3/seg)	CAUDAL INFILTRADO A LA RED DE AGUAS RESIDUALES EN 15% (m3/seg)
	Área Pavimento (m2)	Área Techos (m2)	Área Total (m2)	Área Total (km2)				
1	1174.69	570.47	1745.16	0.00175	0.0072	0.0072	0.0062	0.0011
2	293.63	1610.42	1904.05	0.00190	0.0079	0.0151	0.0129	0.0023

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**Tabla N° 185: Caudales de precipitaciones por área tributaria de los tramos del Jr. 2 de Mayo**

Jr. 2 de Mayo								
TRAMO	ÁREA TRIBUTARIA				CAUDAL PROPIO DE CADA TRAMO (m3/seg)	CAUDAL ACUMULADO GENERADO POR LAS AGUAS PLUVIALES (m3/seg)	CAUDAL DE ESCORRENTÍA SUPERFICIAL EN 85% (m3/seg)	CAUDAL INFILTRADO A LA RED DE AGUAS RESIDUALES EN 15% (m3/seg)
	Área Pavimento (m2)	Área Techos (m2)	Área Total (m2)	Área Total (km2)				
1	1101.78	1009.10	2110.88	0.00211	0.0088	0.0088	0.0074	0.0013
2	357.94	1733.1	2091.04	0.00209	0.0087	0.0174	0.0148	0.0026

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**Tabla N° 186: Caudales de precipitaciones por área tributaria de los tramos del Jr. Pacífico**

Jr. Pacífico								
TRAMO	ÁREA TRIBUTARIA				CAUDAL PROPIO DE CADA TRAMO (m3/seg)	CAUDAL ACUMULADO GENERADO POR LAS AGUAS PLUVIALES (m3/seg)	CAUDAL DE ESCORRENTÍA SUPERFICIAL EN 85% (m3/seg)	CAUDAL INFILTRADO A LA RED DE AGUAS RESIDUALES EN 15% (m3/seg)
	Área Pavimento (m2)	Área Techos (m2)	Área Total (m2)	Área Total (km2)				
1	813.56	551.86	1365.42	0.00137	0.0057	0.0057	0.0048	0.0008
2	461.82	1982.99	2444.81	0.00244	0.0101	0.0158	0.0134	0.0024
3	473.87	1828.29	2302.16	0.00230	0.0096	0.0254	0.0216	0.0038

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**Tabla N° 187: Caudales de precipitaciones por área tributaria de los tramos del Jr. Tacna**

Jr. Tacna								
TRAMO	ÁREA TRIBUTARIA				CAUDAL PROPIO DE CADA TRAMO (m3/seg)	CAUDAL ACUMULADO GENERADO POR LAS AGUAS PLUVIALES (m3/seg)	CAUDAL DE ESCORRENTÍA SUPERFICIAL EN 85% (m3/seg)	CAUDAL INFILTRADO A LA RED DE AGUAS RESIDUALES EN 15% (m3/seg)
	Área Pavimento (m2)	Área Techos (m2)	Área Total (m2)	Área Total (km2)				
1	1037.78	1769.32	2807.10	0.00281	0.0116	0.0116	0.0099	0.0017
2	714.16	3126.59	3840.75	0.00384	0.0159	0.0276	0.0235	0.0041

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**Tabla N° 188: Caudales de precipitaciones por área tributaria de los tramos del Jr. Arica**

Jr. Arica								
TRAMO	ÁREA TRIBUTARIA				CAUDAL PROPIO DE CADA TRAMO (m3/seg)	CAUDAL ACUMULADO GENERADO POR LAS AGUAS PLUVIALES (m3/seg)	CAUDAL DE ESCORRENTÍA SUPERFICIAL EN 85% (m3/seg)	CAUDAL INFILTRADO A LA RED DE AGUAS RESIDUALES EN 15% (m3/seg)
	Área Pavimento (m2)	Área Techos (m2)	Área Total (m2)	Área Total (km2)				
1	666.65	2197.27	2863.92	0.00286	0.0119	0.0119	0.0101	0.0018
2	496.83	2042.90	2539.73	0.00254	0.0105	0.0224	0.0191	0.0034

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**Tabla N° 189: Caudales de precipitaciones por área tributaria de los tramos de la Av. Las Palmeras**

Av. Las Palmeras								
TRAMO	ÁREA TRIBUTARIA				CAUDAL PROPIO DE CADA TRAMO (m3/seg)	CAUDAL ACUMULADO GENERADO POR LAS AGUAS PLUVIALES (m3/seg)	CAUDAL DE ESCORRENTÍA SUPERFICIAL EN 85% (m3/seg)	CAUDAL INFILTRADO A LA RED DE AGUAS RESIDUALES EN 15% (m3/seg)
	Área Pavimento (m2)	Área Techos (m2)	Área Total (m2)	Área Total (km2)				
1	2187.32	2906.55	5093.87	0.00509	0.0211	0.0211	0.0180	0.0032
2	1029.37	1345.89	2375.26	0.00238	0.0099	0.0310	0.0263	0.0046

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**Tabla N° 190: Caudales de precipitaciones por área tributaria de los tramos de la Calle Los Rosales**

Calle Los Rosales								
TRAMO	ÁREA TRIBUTARIA				CAUDAL PROPIO DE CADA TRAMO (m3/seg)	CAUDAL ACUMULADO GENERADO POR LAS AGUAS PLUVIALES (m3/seg)	CAUDAL DE ESCORRENTÍA SUPERFICIAL EN 85% (m3/seg)	CAUDAL INFILTRADO A LA RED DE AGUAS RESIDUALES EN 15% (m3/seg)
	Área Pavimento (m2)	Área Techos (m2)	Área Total (m2)	Área Total (km2)				
1	1656.43	2943.92	4600.35	0.00460	0.0191	0.0191	0.0162	0.0029
2	568.08	1456.22	2024.30	0.00202	0.0084	0.0275	0.0234	0.0041

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**Tabla N° 191: Caudales de precipitaciones por área tributaria de los tramos del Jr. Las Gardenias**

Jr. Las Gardenias								
TRAMO	ÁREA TRIBUTARIA				CAUDAL PROPIO DE CADA TRAMO (m3/seg)	CAUDAL ACUMULADO GENERADO POR LAS AGUAS PLUVIALES (m3/seg)	CAUDAL DE ESCORRENTÍA SUPERFICIAL EN 85% (m3/seg)	CAUDAL INFILTRADO A LA RED DE AGUAS RESIDUALES EN 15% (m3/seg)
	Área Pavimento (m2)	Área Techos (m2)	Área Total (m2)	Área Total (km2)				
1	1491.49	3596.28	5087.77	0.00509	0.0211	0.0211	0.0179	0.0032
2	493.41	1005.05	1498.46	0.00150	0.0062	0.0273	0.0232	0.0041

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**Tabla N° 192: Caudales de precipitaciones por área tributaria de los tramos del Jr. Los Claveles**

Jr. Los Claveles								
TRAMO	ÁREA TRIBUTARIA				CAUDAL PROPIO DE CADA TRAMO (m3/seg)	CAUDAL ACUMULADO GENERADO POR LAS AGUAS PLUVIALES (m3/seg)	CAUDAL DE ESCORRENTÍA SUPERFICIAL EN 85% (m3/seg)	CAUDAL INFILTRADO A LA RED DE AGUAS RESIDUALES EN 15% (m3/seg)
	Área Pavimento (m2)	Área Techos (m2)	Área Total (m2)	Área Total (km2)				
1	709.44	1598.06	2307.50	0.00231	0.0096	0.0096	0.0081	0.0014
2	637.71	3151.25	3788.96	0.00379	0.0157	0.0253	0.0215	0.0038
3	309.47	1270.24	1579.71	0.00158	0.0066	0.0319	0.0271	0.0048

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**Tabla N° 193: Caudales de precipitaciones por área tributaria de los tramos del Jr. Los Gladiolos**

Jr. Los Gladiolos								
TRAMO	ÁREA TRIBUTARIA				CAUDAL PROPIO DE CADA TRAMO (m3/seg)	CAUDAL ACUMULADO GENERADO POR LAS AGUAS PLUVIALES (m3/seg)	CAUDAL DE ESCORRENTÍA SUPERFICIAL EN 85% (m3/seg)	CAUDAL INFILTRADO A LA RED DE AGUAS RESIDUALES EN 15% (m3/seg)
	Área Pavimento (m2)	Área Techos (m2)	Área Total (m2)	Área Total (km2)				
1	725.58	1787.95	2513.53	0.00251	0.0104	0.0104	0.0089	0.0016
2	559.40	2427.62	2987.02	0.00299	0.0124	0.0228	0.0194	0.0034
3	418.97	1566.74	1985.71	0.00199	0.0082	0.0311	0.0264	0.0047

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**Tabla N° 194: Caudales de precipitaciones por área tributaria de los tramos del Jr. Las Magnolias**

Jr. Las Magnolias								
TRAMO	ÁREA TRIBUTARIA				CAUDAL PROPIO DE CADA TRAMO (m3/seg)	CAUDAL ACUMULADO GENERADO POR LAS AGUAS PLUVIALES (m3/seg)	CAUDAL DE ESCORRENTÍA SUPERFICIAL EN 85% (m3/seg)	CAUDAL INFILTRADO A LA RED DE AGUAS RESIDUALES EN 15% (m3/seg)
	Área Pavimento (m2)	Área Techos (m2)	Área Total (m2)	Área Total (km2)				
1	691.87	1308.04	1999.91	0.00200	0.0083	0.0083	0.0071	0.0012
2	483.75	2608.98	3092.73	0.00309	0.0128	0.0211	0.0180	0.0032
3	321.60	1165.84	1487.44	0.00149	0.0062	0.0273	0.0232	0.0041

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**Tabla N° 195: Caudales de precipitaciones por área tributaria de los tramos del Jr. Los Geranios**

Jr. Los Geranios								
TRAMO	ÁREA TRIBUTARIA				CAUDAL PROPIO DE CADA TRAMO (m3/seg)	CAUDAL ACUMULADO GENERADO POR LAS AGUAS PLUVIALES (m3/seg)	CAUDAL DE ESCORRENTÍA SUPERFICIAL EN 85% (m3/seg)	CAUDAL INFILTRADO A LA RED DE AGUAS RESIDUALES EN 15% (m3/seg)
	Área Pavimento (m2)	Área Techos (m2)	Área Total (m2)	Área Total (km2)				
1	1025.24	1238.9	2264.14	0.00226	0.0094	0.0094	0.0080	0.0014
2	458.04	1744.75	2202.79	0.00220	0.0091	0.0185	0.0158	0.0028
3	620.78	2216.29	2837.07	0.00284	0.0118	0.0303	0.0258	0.0045

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**Tabla N° 196: Caudales de precipitaciones por área tributaria de los tramos de la Vía Expresa 01**

Vía Expresa 01								
TRAMO	ÁREA TRIBUTARIA				CAUDAL PROPIO DE CADA TRAMO (m3/seg)	CAUDAL ACUMULADO GENERADO POR LAS AGUAS PLUVIALES (m3/seg)	CAUDAL DE ESCORRENTÍA SUPERFICIAL EN 85% (m3/seg)	CAUDAL INFILTRADO A LA RED DE AGUAS RESIDUALES EN 15% (m3/seg)
	Área Pavimento (m2)	Área Techos (m2)	Área Total (m2)	Área Total (km2)				
1	925.53	890.33	1815.86	0.00182	0.0075	0.0135	0.0115	0.0020
2	984.00	1158.56	2142.56	0.00214	0.0089	0.0563	0.0478	0.0084
3	1368.22	2462.77	3830.99	0.00383	0.0159	0.0722	0.0614	0.0108
4	655.08	543.74	1198.82	0.00120	0.0050	0.1056	0.0897	0.0158
5	586.43	177.89	764.32	0.00076	0.0032	0.1166	0.0992	0.0175
6	966.36	1264.06	2230.42	0.00223	0.0093	0.1259	0.1070	0.0189
7	1790.54	2677.52	4468.06	0.00447	0.0185	0.1742	0.1481	0.0261
8	631.81	259.14	890.95	0.00089	0.0037	0.1779	0.1512	0.0267
9	732.73	0.00	732.73	0.00073	0.0030	0.1809	0.1538	0.0271
10	656.49	0.00	656.49	0.00066	0.0027	0.1837	0.1561	0.0275
11	695.07	0.00	695.07	0.00070	0.0029	0.1865	0.1586	0.0280
12	702.45	0.00	702.45	0.00070	0.0029	0.1895	0.1610	0.0284
13	689.71	0.00	689.71	0.00069	0.0029	0.1923	0.1635	0.0288
14	679.84	0.00	679.84	0.00068	0.0028	0.1951	0.1659	0.0293
15	824.68	0.00	824.68	0.00082	0.0034	0.1986	0.1688	0.0298
16	825.39	0.00	825.39	0.00083	0.0034	0.2020	0.1717	0.0303
17	775.97	0.00	775.97	0.00078	0.0032	0.2052	0.1744	0.0308
18	606.97	0.00	606.97	0.00061	0.0025	0.2077	0.1766	0.0312
19	612.46	0.00	612.46	0.00061	0.0025	0.2103	0.1787	0.0315
20	452.2	0.00	452.20	0.00045	0.0019	0.2121	0.1803	0.0318
21	162.26	0.00	162.26	0.00016	0.0007	0.2128	0.1809	0.0319

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**Tabla N° 197: Caudales de precipitaciones por área tributaria de los tramos de la Vía Expresa 02**

Via Expresa 02								
TRAMO	ÁREA TRIBUTARIA				CAUDAL PROPIO DE CADA TRAMO (m3/seg)	CAUDAL ACUMULADO GENERADO POR LAS AGUAS PLUVIALES (m3/seg)	CAUDAL DE ESCORRENTÍA SUPERFICIAL EN 85% (m3/seg)	CAUDAL INFILTRADO A LA RED DE AGUAS RESIDUALES EN 15% (m3/seg)
	Área Pavimento (m2)	Área Techos (m2)	Área Total (m2)	Área Total (km2)				
1	429.38	448.86	878.24	0.00088	0.0036	0.0157	0.0133	0.0024
2	484.19	428.59	912.78	0.00091	0.0038	0.0346	0.0294	0.0052
3	434.57	432.47	867.04	0.00087	0.0036	0.0556	0.0473	0.0083
4	473.00	332.61	805.61	0.00081	0.0033	0.0843	0.0717	0.0127
5	445.77	451.43	897.20	0.00090	0.0037	0.1157	0.0983	0.0173
6	393.60	313.02	706.62	0.00071	0.0029	0.1410	0.1199	0.0212
7	458.03	447.09	905.12	0.00091	0.0038	0.1758	0.1494	0.0264
8	444.63	0.00	444.63	0.00044	0.0018	0.2051	0.1743	0.0308
9	390.36	454.22	844.58	0.00084	0.0035	0.2359	0.2006	0.0354
10	377.64	377.16	754.80	0.00075	0.0031	0.2709	0.2303	0.0406
11	484.48	397.62	882.10	0.00088	0.0037	0.3057	0.2598	0.0458
12	431.95	302.81	734.76	0.00073	0.0030	0.3360	0.2856	0.0504
13	265.89	241.26	507.15	0.00051	0.0021	0.5980	0.5083	0.0897

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

#### 4.4. ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD DE LA RED DE RECOLECCIÓN DE AGUAS RESIDUALES SEGÚN LOS CAUDALES OBTENIDOS.

En las siguientes tablas se presentan los resultados de caudales comparando los volúmenes excedentes de agua residual de aporte de la población con la capacidad de la red actual.

De la misma manera muestran los resultados de caudales comparando los volúmenes excedentes de agua pluvial con la capacidad de la red actual.

Y en su última columna muestran la comparación del volumen de agua pluvial junto con el de aguas por aporte de la población comparado con la capacidad de la red actual.



**Tabla N° 198: Comparación de los Caudales con la capacidad de la Red en la calle Prolongación Diego de Almagro**

Calle Prolongacion Diego de Almagro									
CAUDALES (m3/seq)									
TRAMO	CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL COLECTORA DE AGUAS RESIDUALES	CAUDAL GENERADO POR APOORTE DE LA POBLACIÓN HACIA LA RED DE AGUAS RESIDUALES	CAUDAL INFILTRADO A LA RED DE AGUAS RESIDUALES	CAUDAL DE PRECIPITACIONES INFILTRADO A LA RED JUNTO CON EL APOORTE DE LA POBLACION HACIA LA RED DE AGUAS RESIDUALES	YOLUMEN DE AGUA POR APOORTE DE LA POBLACIÓN COMPARADO CON LA CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL	YOLUMEN DE AGUA PLUVIAL COMPARADO CON LA CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL	YOLUMEN DE APOORTE DE LA POBLACIÓN JUNTO CON AGUA PLUVIAL COMPARADO CON LA CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL	YOLUMEN EXCEDENTE DE AGUA CON RELACIÓN A LA CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL	YOLUMEN REQUERIDO PARA LOGRAR ALCANZAR LA MÁXIMA CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL
	Qa	Qd	Qp	Qd+Qp	Qa-Qd	Qa-Qp	Qa-(Qd+Qp)	[(Qa-(Qd+Qp))/Qa]%	[(Qa-(Qd+Qp))/Qa]%
1	0.0360	0.0033	0.0004	0.0037	0.0327	0.0356	0.0323	--	89.70
2	0.0110	0.0033	0.0007	0.0040	0.0077	0.0103	0.0070	--	63.68
3	0.0145	0.0033	0.0009	0.0042	0.0112	0.0136	0.0103	--	70.95

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**Tabla N° 199: Comparación de los Caudales con la capacidad de la Red en la calle Perú**

Calle Perú									
CAUDALES (m3/seq)									
TRAMO	CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL COLECTORA DE AGUAS RESIDUALES	CAUDAL GENERADO POR APOORTE DE LA POBLACIÓN HACIA LA RED DE AGUAS RESIDUALES	CAUDAL INFILTRADO A LA RED DE AGUAS RESIDUALES	CAUDAL DE PRECIPITACIONES INFILTRADO A LA RED JUNTO CON EL APOORTE DE LA POBLACION HACIA LA RED DE AGUAS RESIDUALES	YOLUMEN DE AGUA POR APOORTE DE LA POBLACIÓN COMPARADO CON LA CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL	YOLUMEN DE AGUA PLUVIAL COMPARADO CON LA CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL	YOLUMEN DE APOORTE DE LA POBLACIÓN JUNTO CON AGUA PLUVIAL COMPARADO CON LA CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL	YOLUMEN EXCEDENTE DE AGUA CON RELACIÓN A LA CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL	YOLUMEN REQUERIDO PARA LOGRAR ALCANZAR LA MÁXIMA CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL
	Qa	Qd	Qp	Qd+Qp	Qa-Qd	Qa-Qp	Qa-(Qd+Qp)	[(Qa-(Qd+Qp))/Qa]%	[(Qa-(Qd+Qp))/Qa]%
1	0.0336	0.0033	0.0001	0.0034	0.0303	0.0335	0.0302	--	89.87
2	0.1127	0.0033	0.0003	0.0036	0.1094	0.1124	0.1091	--	96.79
3	0.0121	0.0033	0.0010	0.0043	0.0088	0.0111	0.0078	--	64.23
4	0.0733	0.0033	0.0012	0.0045	0.0689	0.0720	0.0687	--	93.80
5	0.0282	0.0033	0.0015	0.0048	0.0249	0.0268	0.0234	--	83.01
6	0.0426	0.0033	0.0046	0.0079	0.0393	0.0381	0.0347	--	81.48
7	0.0159	0.0033	0.0015	0.0048	0.0126	0.0144	0.0111	--	69.94
8	0.0180	0.0033	0.0013	0.0047	0.0146	0.0166	0.0133	--	74.05
9	0.1168	0.0033	0.0049	0.0083	0.1135	0.118	0.1085	--	92.93
10	0.0500	0.0033	0.0051	0.0084	0.0467	0.0449	0.0416	--	83.19

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**Tabla N° 200: Comparación de los Caudales con la capacidad de la Red en la calle Prolongación Sucre**

Calle Prolongacion Sucre									
CAUDALES (m3/seq)									
TRAMO	CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL COLECTORA DE AGUAS RESIDUALES	CAUDAL GENERADO POR APOORTE DE LA POBLACIÓN HACIA LA RED DE AGUAS RESIDUALES	CAUDAL INFILTRADO A LA RED DE AGUAS RESIDUALES	CAUDAL DE PRECIPITACIONES INFILTRADO A LA RED JUNTO CON EL APOORTE DE LA POBLACION HACIA LA RED DE AGUAS RESIDUALES	YOLUMEN DE AGUA POR APOORTE DE LA POBLACIÓN COMPARADO CON LA CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL	YOLUMEN DE AGUA PLUVIAL COMPARADO CON LA CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL	YOLUMEN DE APOORTE DE LA POBLACIÓN JUNTO CON AGUA PLUVIAL COMPARADO CON LA CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL	YOLUMEN EXCEDENTE DE AGUA CON RELACIÓN A LA CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL	YOLUMEN REQUERIDO PARA LOGRAR ALCANZAR LA MÁXIMA CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL
	Qa	Qd	Qp	Qd+Qp	Qa-Qd	Qa-Qp	Qa-(Qd+Qp)	[(Qa-(Qd+Qp))/Qa]%	[(Qa-(Qd+Qp))/Qa]%
1	0.0347	0.0033	0.0012	0.0045	0.0314	0.0336	0.0303	--	87.09
2	0.0164	0.0033	0.0022	0.0056	0.0131	0.0142	0.0109	--	66.16
3	0.0285	0.0033	0.0025	0.0058	0.0252	0.0260	0.0227	--	79.57
4	0.0390	0.0033	0.0043	0.0076	0.0357	0.0347	0.0314	--	80.57

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA





**Tabla N° 201: Comparación de los Caudales con la capacidad de la Red en la calle Espinar**

Calle Espinar									
CAUDALES (m3/seq)									
TRAMO	CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL COLECTORA DE AGUAS RESIDUALES	CAUDAL GENERADO POR APOORTE DE LA POBLACIÓN HACIA LA RED DE AGUAS RESIDUALES	CAUDAL INFILTRADO A LA RED DE AGUAS RESIDUALES	CAUDAL DE PRECIPITACIONES INFILTRADO A LA RED JUNTO CON EL APOORTE DE LA POBLACION HACIA LA RED DE AGUAS RESIDUALES	VOLUMEN DE AGUA POR APOORTE DE LA POBLACIÓN COMPARADO CON LA CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL	VOLUMEN DE AGUA PLUVIAL COMPARADO CON LA CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL	VOLUMEN DE APOORTE DE LA POBLACIÓN JUNTO CON AGUA PLUVIAL COMPARADO CON LA CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL	VOLUMEN EXCEDENTE DE AGUA CON RELACIÓN A LA CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL	VOLUMEN REQUERIDO PARA LOGRAR ALCANZAR LA MÁXIMA CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL
	Qa	Qd	Qp	Qd+Qp	Qa-Qd	Qa-Qp	Qa-(Qd+Qp)	[(Qa-(Qd+Qp))/Qa]%	[(Qa-(Qd+Qp))/Qa]%
1	0.0127	0.0033	0.0010	0.0043	0.0094	0.0117	0.0084	--	66.22
2	0.0364	0.0033	0.0012	0.0045	0.0330	0.0352	0.0319	--	87.62

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**Tabla N° 202: Comparación de los Caudales con la capacidad de la Red en el Jr. Tarapaca**

Jr. Tarapaca									
CAUDALES (m3/seq)									
TRAMO	CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL COLECTORA DE AGUAS RESIDUALES	CAUDAL GENERADO POR APOORTE DE LA POBLACIÓN HACIA LA RED DE AGUAS RESIDUALES	CAUDAL INFILTRADO A LA RED DE AGUAS RESIDUALES	CAUDAL DE PRECIPITACIONES INFILTRADO A LA RED JUNTO CON EL APOORTE DE LA POBLACION HACIA LA RED DE AGUAS RESIDUALES	VOLUMEN DE AGUA POR APOORTE DE LA POBLACIÓN COMPARADO CON LA CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL	VOLUMEN DE AGUA PLUVIAL COMPARADO CON LA CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL	VOLUMEN DE APOORTE DE LA POBLACIÓN JUNTO CON AGUA PLUVIAL COMPARADO CON LA CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL	VOLUMEN EXCEDENTE DE AGUA CON RELACIÓN A LA CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL	VOLUMEN REQUERIDO PARA LOGRAR ALCANZAR LA MÁXIMA CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL
	Qa	Qd	Qp	Qd+Qp	Qa-Qd	Qa-Qp	Qa-(Qd+Qp)	[(Qa-(Qd+Qp))/Qa]%	[(Qa-(Qd+Qp))/Qa]%
1	0.0212	0.0033	0.0023	0.0056	0.0179	0.0190	0.0156	--	73.63
2	0.0241	0.0033	0.0031	0.0065	0.0208	0.0210	0.0177	--	73.21
3	0.0322	0.0033	0.0045	0.0078	0.0269	0.0277	0.0244	--	75.64

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**Tabla N° 203: Comparación de los Caudales con la capacidad de la Red en el Jr. Zarumilla**

Jr. Zarumilla									
CAUDALES (m3/seq)									
TRAMO	CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL COLECTORA DE AGUAS RESIDUALES	CAUDAL GENERADO POR APOORTE DE LA POBLACIÓN HACIA LA RED DE AGUAS RESIDUALES	CAUDAL INFILTRADO A LA RED DE AGUAS RESIDUALES	CAUDAL DE PRECIPITACIONES INFILTRADO A LA RED JUNTO CON EL APOORTE DE LA POBLACION HACIA LA RED DE AGUAS RESIDUALES	VOLUMEN DE AGUA POR APOORTE DE LA POBLACIÓN COMPARADO CON LA CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL	VOLUMEN DE AGUA PLUVIAL COMPARADO CON LA CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL	VOLUMEN DE APOORTE DE LA POBLACIÓN JUNTO CON AGUA PLUVIAL COMPARADO CON LA CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL	VOLUMEN EXCEDENTE DE AGUA CON RELACIÓN A LA CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL	VOLUMEN REQUERIDO PARA LOGRAR ALCANZAR LA MÁXIMA CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL
	Qa	Qd	Qp	Qd+Qp	Qa-Qd	Qa-Qp	Qa-(Qd+Qp)	[(Qa-(Qd+Qp))/Qa]%	[(Qa-(Qd+Qp))/Qa]%
1	0.0412	0.0033	0.0018	0.0051	0.0379	0.0394	0.0361	--	87.56

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**Tabla N° 204: Comparación de los Caudales con la capacidad de la Red en la Calle Junín**

Calle Junín									
CAUDALES (m <sup>3</sup> /seq)									
TRAMO	CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL COLECTORA DE AGUAS RESIDUALES	CAUDAL GENERADO POR APORTE DE LA POBLACIÓN HACIA LA RED DE AGUAS RESIDUALES	CAUDAL INFILTRADO A LA RED DE AGUAS RESIDUALES	CAUDAL DE PRECIPITACIONES INFILTRADO A LA RED JUNTO CON EL APORTE DE LA POBLACION HACIA LA RED DE AGUAS RESIDUALES	VOLUMEN DE AGUA POR APORTE DE LA POBLACIÓN COMPARADO CON LA CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL	VOLUMEN DE AGUA PLUVIAL COMPARADO CON LA CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL	VOLUMEN DE APORTE DE LA POBLACIÓN JUNTO CON AGUA PLUVIAL COMPARADO CON LA CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL	VOLUMEN EXCEDENTE DE AGUA CON RELACIÓN A LA CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL	VOLUMEN REQUERIDO PARA LOGRAR ALCANZAR LA MÁXIMA CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL
	Qa	Qd	Qp	Qd+Qp	Qa-Qd	Qa-Qp	Qa-(Qd+Qp)	[(Qa-(Qd+Qp))/Qa]%	[(Qa-(Qd+Qp))/Qa]%
1	0.0489	0.0033	0.0011	0.0044	0.0456	0.0478	0.0445	--	91.00
2	0.0332	0.0033	0.0023	0.0056	0.0298	0.0309	0.0276	--	83.14

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**Tabla N° 205: Comparación de los Caudales con la capacidad de la Red en el Jr. 2 de Mayo**

Jr. 2 de Mayo									
CAUDALES (m <sup>3</sup> /seq)									
TRAMO	CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL COLECTORA DE AGUAS RESIDUALES	CAUDAL GENERADO POR APORTE DE LA POBLACIÓN HACIA LA RED DE AGUAS RESIDUALES	CAUDAL INFILTRADO A LA RED DE AGUAS RESIDUALES	CAUDAL DE PRECIPITACIONES INFILTRADO A LA RED JUNTO CON EL APORTE DE LA POBLACION HACIA LA RED DE AGUAS RESIDUALES	VOLUMEN DE AGUA POR APORTE DE LA POBLACIÓN COMPARADO CON LA CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL	VOLUMEN DE AGUA PLUVIAL COMPARADO CON LA CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL	VOLUMEN DE APORTE DE LA POBLACIÓN JUNTO CON AGUA PLUVIAL COMPARADO CON LA CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL	VOLUMEN EXCEDENTE DE AGUA CON RELACIÓN A LA CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL	VOLUMEN REQUERIDO PARA LOGRAR ALCANZAR LA MÁXIMA CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL
	Qa	Qd	Qp	Qd+Qp	Qa-Qd	Qa-Qp	Qa-(Qd+Qp)	[(Qa-(Qd+Qp))/Qa]%	[(Qa-(Qd+Qp))/Qa]%
1	0.0302	0.0033	0.0013	0.0046	0.0269	0.0289	0.0256	--	84.68
2	0.0413	0.0033	0.0026	0.0059	0.0380	0.0387	0.0354	--	85.63

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**Tabla N° 206: Comparación de los Caudales con la capacidad de la Red en el Jr. Pacífico**

Jr. Pacífico									
CAUDALES (m <sup>3</sup> /seq)									
TRAMO	CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL COLECTORA DE AGUAS RESIDUALES	CAUDAL GENERADO POR APORTE DE LA POBLACIÓN HACIA LA RED DE AGUAS RESIDUALES	CAUDAL INFILTRADO A LA RED DE AGUAS RESIDUALES	CAUDAL DE PRECIPITACIONES INFILTRADO A LA RED JUNTO CON EL APORTE DE LA POBLACION HACIA LA RED DE AGUAS RESIDUALES	VOLUMEN DE AGUA POR APORTE DE LA POBLACIÓN COMPARADO CON LA CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL	VOLUMEN DE AGUA PLUVIAL COMPARADO CON LA CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL	VOLUMEN DE APORTE DE LA POBLACIÓN JUNTO CON AGUA PLUVIAL COMPARADO CON LA CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL	VOLUMEN EXCEDENTE DE AGUA CON RELACIÓN A LA CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL	VOLUMEN REQUERIDO PARA LOGRAR ALCANZAR LA MÁXIMA CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL
	Qa	Qd	Qp	Qd+Qp	Qa-Qd	Qa-Qp	Qa-(Qd+Qp)	[(Qa-(Qd+Qp))/Qa]%	[(Qa-(Qd+Qp))/Qa]%
1	0.0371	0.0033	0.0008	0.0042	0.0337	0.0362	0.0329	--	88.75
2	0.0258	0.0033	0.0024	0.0057	0.0225	0.0234	0.0201	--	77.96
3	0.0290	0.0033	0.0038	0.0071	0.0256	0.0252	0.0218	--	75.41

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**Tabla N° 207: Comparación de los Caudales con la capacidad de la Red en el Jr. Tacna**

Jr. Tacna									
CAUDALES (m3/seg)									
TRAMO	CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL COLECTORA DE AGUAS RESIDUALES	CAUDAL GENERADO POR APOORTE DE LA POBLACIÓN HACIA LA RED DE AGUAS RESIDUALES	CAUDAL INFILTRADO A LA RED DE AGUAS RESIDUALES	CAUDAL DE PRECIPITACIONES INFILTRADO A LA RED JUNTO CON EL APOORTE DE LA POBLACION HACIA LA RED DE AGUAS RESIDUALES	VOLUMEN DE AGUA POR APOORTE DE LA POBLACIÓN COMPARADO CON LA CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL	VOLUMEN DE AGUA PLUVIAL COMPARADO CON LA CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL	VOLUMEN DE APOORTE DE LA POBLACIÓN JUNTO CON AGUA PLUVIAL COMPARADO CON LA CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL	VOLUMEN EXCEDENTE DE AGUA CON RELACIÓN A LA CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL	VOLUMEN REQUERIDO PARA LOGRAR ALCANZAR LA MÁXIMA CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL
	Qa	Qd	Qp	Qd+Qp	Qa-Qd	Qa-Qp	Qa-(Qd+Qp)	$\frac{[(Qa-(Qd+Qp))]}{Qa}\%$	$\frac{[(Qa-(Qd+Qp))]}{Qa}\%$
1	0.0395	0.0033	0.0017	0.0051	0.0362	0.0378	0.0345	--	87.19
2	0.0253	0.0033	0.0041	0.0075	0.0219	0.0211	0.0178	--	70.48

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**Tabla N° 208: Comparación de los Caudales con la capacidad de la Red en el Jr. Arica**

Jr. Arica									
CAUDALES (m3/seg)									
TRAMO	CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL COLECTORA DE AGUAS RESIDUALES	CAUDAL GENERADO POR APOORTE DE LA POBLACIÓN HACIA LA RED DE AGUAS RESIDUALES	CAUDAL INFILTRADO A LA RED DE AGUAS RESIDUALES	CAUDAL DE PRECIPITACIONES INFILTRADO A LA RED JUNTO CON EL APOORTE DE LA POBLACION HACIA LA RED DE AGUAS RESIDUALES	VOLUMEN DE AGUA POR APOORTE DE LA POBLACIÓN COMPARADO CON LA CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL	VOLUMEN DE AGUA PLUVIAL COMPARADO CON LA CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL	VOLUMEN DE APOORTE DE LA POBLACIÓN JUNTO CON AGUA PLUVIAL COMPARADO CON LA CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL	VOLUMEN EXCEDENTE DE AGUA CON RELACIÓN A LA CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL	VOLUMEN REQUERIDO PARA LOGRAR ALCANZAR LA MÁXIMA CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL
	Qa	Qd	Qp	Qd+Qp	Qa-Qd	Qa-Qp	Qa-(Qd+Qp)	$\frac{[(Qa-(Qd+Qp))]}{Qa}\%$	$\frac{[(Qa-(Qd+Qp))]}{Qa}\%$
1	0.0288	0.0033	0.0018	0.0051	0.0254	0.0270	0.0237	--	82.26
2	0.0160	0.0033	0.0034	0.0067	0.0126	0.0126	0.0093	--	58.12

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**Tabla N° 209: Comparación de los Caudales con la capacidad de la Red en la Av. Las Palmeras**

Av. Las Palmeras									
CAUDALES (m3/seg)									
TRAMO	CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL COLECTORA DE AGUAS RESIDUALES	CAUDAL GENERADO POR APOORTE DE LA POBLACIÓN HACIA LA RED DE AGUAS RESIDUALES	CAUDAL INFILTRADO A LA RED DE AGUAS RESIDUALES	CAUDAL DE PRECIPITACIONES INFILTRADO A LA RED JUNTO CON EL APOORTE DE LA POBLACION HACIA LA RED DE AGUAS RESIDUALES	VOLUMEN DE AGUA POR APOORTE DE LA POBLACIÓN COMPARADO CON LA CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL	VOLUMEN DE AGUA PLUVIAL COMPARADO CON LA CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL	VOLUMEN DE APOORTE DE LA POBLACIÓN JUNTO CON AGUA PLUVIAL COMPARADO CON LA CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL	VOLUMEN EXCEDENTE DE AGUA CON RELACIÓN A LA CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL	VOLUMEN REQUERIDO PARA LOGRAR ALCANZAR LA MÁXIMA CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL
	Qa	Qd	Qp	Qd+Qp	Qa-Qd	Qa-Qp	Qa-(Qd+Qp)	$\frac{[(Qa-(Qd+Qp))]}{Qa}\%$	$\frac{[(Qa-(Qd+Qp))]}{Qa}\%$
1	0.0280	0.0033	0.0032	0.0065	0.0247	0.0248	0.0215	--	76.83
2	0.0104	0.0033	0.0046	0.0080	0.0071	0.0058	0.0025	--	23.72

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



**Tabla N° 210: Comparación de los Caudales con la capacidad de la Red en la Calle Los Rosales**

Calle Los Rosales									
CAUDALES (m <sup>3</sup> /seq)									
TRAMO	CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL COLECTORA DE AGUAS RESIDUALES	CAUDAL GENERADO POR APOORTE DE LA POBLACIÓN HACIA LA RED DE AGUAS RESIDUALES	CAUDAL INFILTRADO A LA RED DE AGUAS RESIDUALES	CAUDAL DE PRECIPITACIONES INFILTRADO A LA RED JUNTO CON EL APOORTE DE LA POBLACION HACIA LA RED DE AGUAS RESIDUALES	VOLUMEN DE AGUA POR APOORTE DE LA POBLACIÓN COMPARADO CON LA CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL	VOLUMEN DE AGUA PLUVIAL COMPARADO CON LA CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL	VOLUMEN DE APOORTE DE LA POBLACIÓN JUNTO CON AGUA PLUVIAL COMPARADO CON LA CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL	VOLUMEN EXCEDENTE DE AGUA CON RELACIÓN A LA CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL	VOLUMEN REQUERIDO PARA LOGRAR ALCANZAR LA MÁXIMA CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL
	Qa	Qd	Qp	Qd+Qp	Qa-Qd	Qa-Qp	Qa-(Qd+Qp)	[(Qa-(Qd+Qp))/Qa]%	[(Qa-(Qd+Qp))/Qa]%
1	0.0233	0.0033	0.0029	0.0062	0.0200	0.0204	0.0171	--	73.44
2	0.0182	0.0033	0.0041	0.0074	0.0149	0.0141	0.0108	--	59.21

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**Tabla N° 211: Comparación de los Caudales con la capacidad de la Red en el Jr. Las Gardenias**

Jr. Las Gardenias									
CAUDALES (m <sup>3</sup> /seq)									
TRAMO	CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL COLECTORA DE AGUAS RESIDUALES	CAUDAL GENERADO POR APOORTE DE LA POBLACIÓN HACIA LA RED DE AGUAS RESIDUALES	CAUDAL INFILTRADO A LA RED DE AGUAS RESIDUALES	CAUDAL DE PRECIPITACIONES INFILTRADO A LA RED JUNTO CON EL APOORTE DE LA POBLACION HACIA LA RED DE AGUAS RESIDUALES	VOLUMEN DE AGUA POR APOORTE DE LA POBLACIÓN COMPARADO CON LA CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL	VOLUMEN DE AGUA PLUVIAL COMPARADO CON LA CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL	VOLUMEN DE APOORTE DE LA POBLACIÓN JUNTO CON AGUA PLUVIAL COMPARADO CON LA CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL	VOLUMEN EXCEDENTE DE AGUA CON RELACIÓN A LA CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL	VOLUMEN REQUERIDO PARA LOGRAR ALCANZAR LA MÁXIMA CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL
	Qa	Qd	Qp	Qd+Qp	Qa-Qd	Qa-Qp	Qa-(Qd+Qp)	[(Qa-(Qd+Qp))/Qa]%	[(Qa-(Qd+Qp))/Qa]%
1	0.0167	0.0033	0.0032	0.0065	0.0134	0.0136	0.0102	--	61.24
2	0.0201	0.0033	0.0041	0.0074	0.0168	0.0160	0.0127	--	63.08

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**Tabla N° 212: Comparación de los Caudales con la capacidad de la Red en el Jr. Los Claveles**

Jr. Los Claveles									
CAUDALES (m <sup>3</sup> /seq)									
TRAMO	CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL COLECTORA DE AGUAS RESIDUALES	CAUDAL GENERADO POR APOORTE DE LA POBLACIÓN HACIA LA RED DE AGUAS RESIDUALES	CAUDAL INFILTRADO A LA RED DE AGUAS RESIDUALES	CAUDAL DE PRECIPITACIONES INFILTRADO A LA RED JUNTO CON EL APOORTE DE LA POBLACION HACIA LA RED DE AGUAS RESIDUALES	VOLUMEN DE AGUA POR APOORTE DE LA POBLACIÓN COMPARADO CON LA CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL	VOLUMEN DE AGUA PLUVIAL COMPARADO CON LA CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL	VOLUMEN DE APOORTE DE LA POBLACIÓN JUNTO CON AGUA PLUVIAL COMPARADO CON LA CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL	VOLUMEN EXCEDENTE DE AGUA CON RELACIÓN A LA CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL	VOLUMEN REQUERIDO PARA LOGRAR ALCANZAR LA MÁXIMA CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL
	Qa	Qd	Qp	Qd+Qp	Qa-Qd	Qa-Qp	Qa-(Qd+Qp)	[(Qa-(Qd+Qp))/Qa]%	[(Qa-(Qd+Qp))/Qa]%
1	0.0303	0.0033	0.0014	0.0048	0.0270	0.0289	0.0255	--	84.30
2	0.0156	0.0033	0.0038	0.0071	0.0123	0.0118	0.0085	--	54.38
3	0.0304	0.0033	0.0048	0.0081	0.0271	0.0256	0.0223	--	73.37

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



**Tabla N° 213: Comparación de los Caudales con la capacidad de la Red en el Jr. Los Gladiolos**

Jr. Los Gladiolos									
CAUDALES (m3/seq)									
TRAMO	CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL COLECTORA DE AGUAS RESIDUALES	CAUDAL GENERADO POR APOORTE DE LA POBLACIÓN HACIA LA RED DE AGUAS RESIDUALES	CAUDAL INFILTRADO A LA RED DE AGUAS RESIDUALES	CAUDAL DE PRECIPITACIONES INFILTRADO A LA RED JUNTO CON EL APOORTE DE LA POBLACION HACIA LA RED DE AGUAS RESIDUALES	VOLUMEN DE AGUA POR APOORTE DE LA POBLACIÓN COMPARADO CON LA CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL	VOLUMEN DE AGUA PLUVIAL COMPARADO CON LA CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL	VOLUMEN DE APOORTE DE LA POBLACIÓN JUNTO CON AGUA PLUVIAL COMPARADO CON LA CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL	VOLUMEN EXCEDENTE DE AGUA CON RELACIÓN A LA RED ACTUAL	VOLUMEN REQUERIDO PARA LOGRAR ALCANZAR LA MÁXIMA CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL
	Qa	Qd	Qp	Qd+Qp	Qa-Qd	Qa-Qp	Qa-(Qd+Qp)	[(Qa-(Qd+Qp))/Qa]%	[(Qa-(Qd+Qp))/Qa]%
1	0.0307	0.0033	0.0016	0.0049	0.0274	0.0291	0.0258	--	84.09
2	0.0241	0.0033	0.0034	0.0067	0.0207	0.0206	0.0173	--	71.99
3	0.0201	0.0033	0.0047	0.0080	0.0168	0.0155	0.0122	--	60.38

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**Tabla N° 214: Comparación de los Caudales con la capacidad de la Red en el Jr. Las Magnolias**

Jr. Las Magnolias									
CAUDALES (m3/seq)									
TRAMO	CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL COLECTORA DE AGUAS RESIDUALES	CAUDAL GENERADO POR APOORTE DE LA POBLACIÓN HACIA LA RED DE AGUAS RESIDUALES	CAUDAL INFILTRADO A LA RED DE AGUAS RESIDUALES	CAUDAL DE PRECIPITACIONES INFILTRADO A LA RED JUNTO CON EL APOORTE DE LA POBLACION HACIA LA RED DE AGUAS RESIDUALES	VOLUMEN DE AGUA POR APOORTE DE LA POBLACIÓN COMPARADO CON LA CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL	VOLUMEN DE AGUA PLUVIAL COMPARADO CON LA CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL	VOLUMEN DE APOORTE DE LA POBLACIÓN JUNTO CON AGUA PLUVIAL COMPARADO CON LA CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL	VOLUMEN EXCEDENTE DE AGUA CON RELACIÓN A LA RED ACTUAL	VOLUMEN REQUERIDO PARA LOGRAR ALCANZAR LA MÁXIMA CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL
	Qa	Qd	Qp	Qd+Qp	Qa-Qd	Qa-Qp	Qa-(Qd+Qp)	[(Qa-(Qd+Qp))/Qa]%	[(Qa-(Qd+Qp))/Qa]%
1	0.0337	0.0033	0.0012	0.0046	0.0304	0.0325	0.0292	--	86.47
2	0.0199	0.0033	0.0032	0.0065	0.0166	0.0167	0.0134	--	67.39
3	0.0130	0.0033	0.0041	0.0074	0.0097	0.0089	0.0056	--	43.04

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**Tabla N° 215: Comparación de los Caudales con la capacidad de la Red en el Jr. Los Geranios**

Jr. Los Geranios									
CAUDALES (m3/seq)									
TRAMO	CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL COLECTORA DE AGUAS RESIDUALES	CAUDAL GENERADO POR APOORTE DE LA POBLACIÓN HACIA LA RED DE AGUAS RESIDUALES	CAUDAL INFILTRADO A LA RED DE AGUAS RESIDUALES	CAUDAL DE PRECIPITACIONES INFILTRADO A LA RED JUNTO CON EL APOORTE DE LA POBLACION HACIA LA RED DE AGUAS RESIDUALES	VOLUMEN DE AGUA POR APOORTE DE LA POBLACIÓN COMPARADO CON LA CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL	VOLUMEN DE AGUA PLUVIAL COMPARADO CON LA CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL	VOLUMEN DE APOORTE DE LA POBLACIÓN JUNTO CON AGUA PLUVIAL COMPARADO CON LA CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL	VOLUMEN EXCEDENTE DE AGUA CON RELACIÓN A LA RED ACTUAL	VOLUMEN REQUERIDO PARA LOGRAR ALCANZAR LA MÁXIMA CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL
	Qa	Qd	Qp	Qd+Qp	Qa-Qd	Qa-Qp	Qa-(Qd+Qp)	[(Qa-(Qd+Qp))/Qa]%	[(Qa-(Qd+Qp))/Qa]%
1	0.0217	0.0033	0.0014	0.0047	0.0184	0.0203	0.0170	--	78.25
2	0.0238	0.0033	0.0028	0.0061	0.0205	0.0210	0.0177	--	74.38
3	0.0186	0.0033	0.0045	0.0079	0.0153	0.0141	0.0108	--	57.77

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



Tabla N° 216: Comparación de los Caudales con la capacidad de la Red en la Vía Expresa 01

Via Expresa 01									
TRAMO	CAUDALES (m3/seg)								
	CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL COLECTORA DE AGUAS RESIDUALES	CAUDAL GENERADO POR APORTE DE LA POBLACIÓN HACIA LA RED DE AGUAS RESIDUALES	CAUDAL INFILTRADO A LA RED DE AGUAS RESIDUALES	CAUDAL DE PRECIPITACIONES INFILTRADO A LA RED JUNTO CON EL APORTE DE LA POBLACION HACIA LA RED DE AGUAS RESIDUALES	VOLUMEN DE AGUA POR APORTE DE LA POBLACIÓN COMPARADO CON LA CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL	VOLUMEN DE AGUA PLUVIAL COMPARADO CON LA CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL	VOLUMEN DE APORTE DE LA POBLACIÓN JUNTO CON AGUA PLUVIAL COMPARADO CON LA CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL	VOLUMEN EXCEDENTE DE AGUA CON RELACIÓN A LA CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL	VOLUMEN REQUERIDO PARA LOGRAR ALCANZAR LA MÁXIMA CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL
	Qa	Qd	Qp	Qd+Qp	Qa-Qd	Qa-Qp	Qa-(Qd+Qp)	[(Qa-(Qd+Qp))/Qa]%	[(Qa-(Qd+Qp))/Qa]%
1	0.0635	0.0033	0.0020	0.0053	0.0601	0.0614	0.0581	--	91.53
2	0.0615	0.0033	0.0084	0.0118	0.0582	0.0531	0.0498	--	80.89
3	0.0748	0.0033	0.0108	0.0141	0.0715	0.0640	0.0606	--	81.08
4	0.0559	0.0033	0.0158	0.0192	0.0526	0.0401	0.0368	--	65.76
5	0.0440	0.0033	0.0175	0.0208	0.0406	0.0265	0.0232	--	52.66
6	0.0736	0.0033	0.0189	0.0222	0.0703	0.0548	0.0514	--	69.85
7	0.0608	0.0033	0.0261	0.0294	0.0575	0.0346	0.0313	--	51.54
8	0.0931	0.0033	0.0267	0.0300	0.0898	0.0664	0.0631	--	67.77
9	0.0696	0.0033	0.0271	0.0305	0.0663	0.0425	0.0392	--	56.27
10	0.0147	0.0033	0.0275	0.0309	0.0113	-0.0129	-0.0162	140.32	--
11	0.0252	0.0033	0.0280	0.0313	0.0219	--	-0.0061	124.00	--
12	0.1010	0.0033	0.0284	0.0317	0.0977	0.0726	0.0693	--	68.59
13	0.0468	0.0033	0.0288	0.0322	0.0435	0.0179	0.0146	--	31.26
14	0.0450	0.0033	0.0293	0.0326	0.0417	0.0157	0.0124	--	27.60
15	0.0294	0.0033	0.0298	0.0331	0.0261	-0.0003	-0.0037	112.43	--
16	0.0547	0.0033	0.0303	0.0336	0.0514	0.0244	0.0211	--	38.58
17	0.0772	0.0033	0.0308	0.0341	0.0739	0.0464	0.0431	--	55.84
18	0.0451	0.0033	0.0312	0.0345	0.0418	0.0139	0.0106	--	23.57
19	0.0727	0.0033	0.0315	0.0349	0.0694	0.0412	0.0379	--	52.07
20	0.0763	0.0033	0.0318	0.0351	0.0730	0.0445	0.0412	--	53.96
21	0.0649	0.0033	0.0319	0.0352	0.0616	0.0330	0.0297	--	45.73

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Tabla N° 217: Comparación de los Caudales con la capacidad de la Red en la Vía Expresa 02

Via Expresa 02									
TRAMO	CAUDALES (m3/seg)								
	CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL COLECTORA DE AGUAS RESIDUALES	CAUDAL GENERADO POR APORTE DE LA POBLACIÓN HACIA LA RED DE AGUAS RESIDUALES	CAUDAL INFILTRADO A LA RED DE AGUAS RESIDUALES	CAUDAL DE PRECIPITACIONES INFILTRADO A LA RED JUNTO CON EL APORTE DE LA POBLACION HACIA LA RED DE AGUAS RESIDUALES	VOLUMEN DE AGUA POR APORTE DE LA POBLACIÓN COMPARADO CON LA CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL	VOLUMEN DE AGUA PLUVIAL COMPARADO CON LA CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL	VOLUMEN DE APORTE DE LA POBLACIÓN JUNTO CON AGUA PLUVIAL COMPARADO CON LA CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL	VOLUMEN EXCEDENTE DE AGUA CON RELACIÓN A LA CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL	VOLUMEN REQUERIDO PARA LOGRAR ALCANZAR LA MÁXIMA CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL
	Qa	Qd	Qp	Qd+Qp	Qa-Qd	Qa-Qp	Qa-(Qd+Qp)	[(Qa-(Qd+Qp))/Qa]%	[(Qa-(Qd+Qp))/Qa]%
1	0.0581	0.0033	0.0024	0.0057	0.0547	0.0557	0.0524	--	90.24
2	0.0121	0.0033	0.0052	0.0085	0.0088	0.0069	0.0036	--	29.61
3	0.0356	0.0033	0.0083	0.0117	0.0322	0.0272	0.0239	--	67.19
4	0.0680	0.0033	0.0127	0.0160	0.0647	0.0554	0.0520	--	76.52
5	0.0395	0.0033	0.0173	0.0207	0.0361	0.0221	0.0188	--	47.62
6	0.0103	0.0033	0.0212	0.0245	0.0070	-0.0108	-0.0141	120.30	--
7	0.0326	0.0033	0.0264	0.0297	0.0293	0.0063	0.0030	--	9.06
8	0.0438	0.0033	0.0308	0.0341	0.0405	0.0130	0.0097	--	22.14
9	0.0622	0.0033	0.0354	0.0387	0.0589	0.0269	0.0235	--	37.82
10	0.0267	0.0033	0.0406	0.0440	0.0233	-0.0140	-0.0173	164.86	--
11	0.0555	0.0033	0.0458	0.0492	0.0522	0.0096	0.0063	--	11.41
12	0.0594	0.0033	0.0504	0.0537	0.0561	0.0090	0.0057	--	9.56
13	0.0480	0.0033	0.0897	0.0930	0.0447	-0.0417	-0.0451	193.91	--

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



Los valores negativos mostrados en las tablas, indican que existe un excedente de volumen en la red de aguas residuales, demostrando así la incapacidad de transportar los caudales de agua residual más agua pluvial.

**Tabla N° 218: Resumen de la deficiencia de la red actual por calles**

CUADRO RESUMEN DE DEFICIENCIA DE LA RED ACTUAL		
CALLE	TRAMO DEFICIENTE	% EXCEDENTE DE AGUA CON RELACION A LA CAPACIDAD ACTUAL
Prolongación Diego de Almagro	--	--
Calle Perú	--	--
Prolongación Sucre	--	--
Calle Espinar	--	--
Jr. Tarapaca	--	--
Jr. Zarumilla	--	--
Calle Junín	--	--
Jr. 2 de Mayo	--	--
Jr. Pacífico	--	--
Jr. Tacna	--	--
Jr. Arica	--	--
Av. Las Palmeras	--	--
Calle Los Rosales	--	--
Jr. Las Gardenias	--	--
Jr. Los Claveles	--	--
Jr. Los Gladiolos	--	--
Jr. Las Magnolias	--	--
Jr. Los Geranios	--	--
Vía Expresa 1	10	40.32
	11	24.00
	15	12.43
Vía Expresa 2	6	20.30
	10	64.86
	13	93.91

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

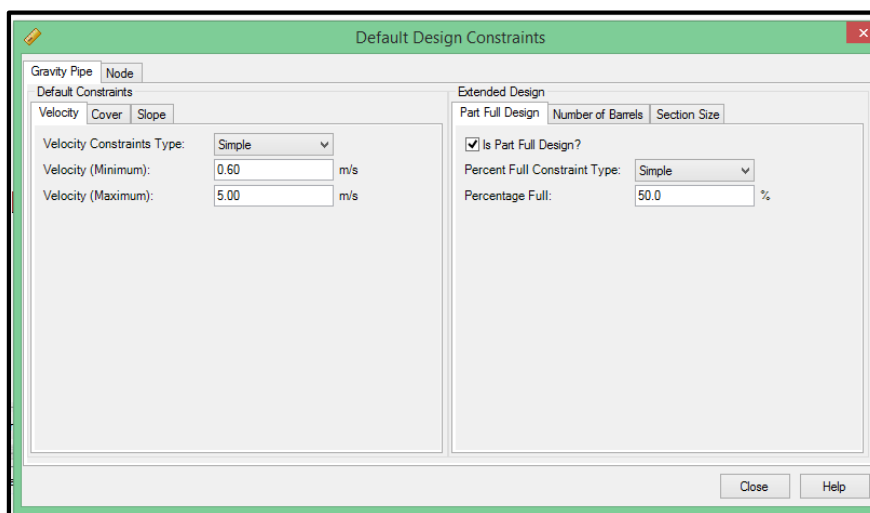
## 4.5. PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO.

Se optó por realizar un diseño de una red de alcantarillado sanitario para las Asociaciones Pro Vivienda 28 de Julio, Kantu, Villa Mercedes y Vista Alegre – Cusco y presentarlo como propuesta de mejoramiento para esta zona.

### 4.5.1. DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PARA LAS ASOCIACIONES PRO VIVIENDA 28 DE JULIO, KANTU, VILLA MERCEDES Y VISTA ALEGRE

#### 4.5.1.1. DETERMINAR LA VELOCIDAD MÍNIMA Y MÁXIMA

Figura N° 38: Velocidad mínima y máxima para el diseño

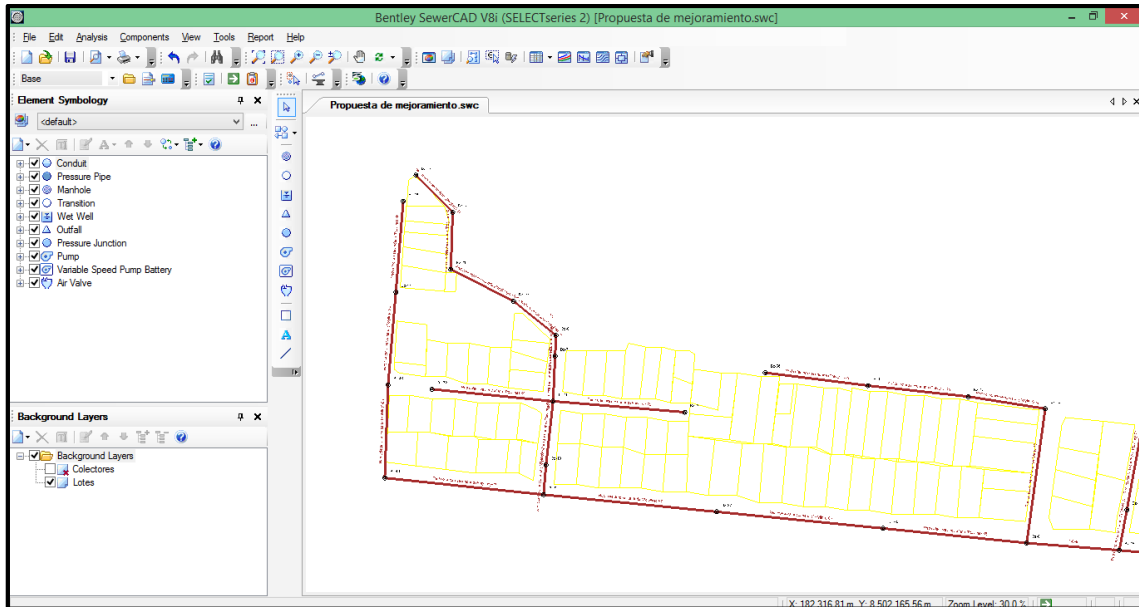


Fuente: Elaboración propia



### 4.5.1.2. COLOCACIÓN DE BUZONES Y TUBERÍAS PARA EL DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO

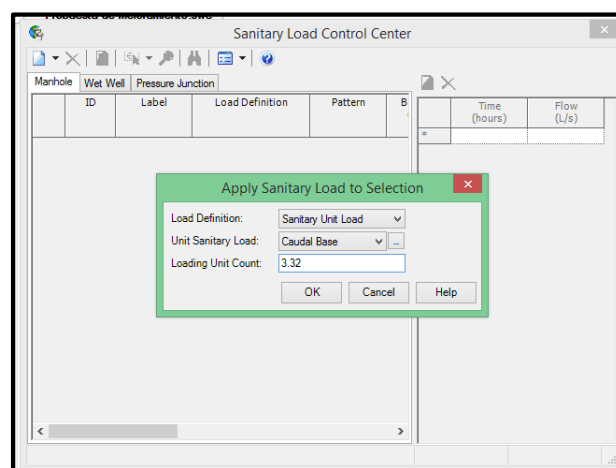
Figura N° 39: Dibujo de buzones y tuberías para el diseño de la red de alcantarillado



Fuente: Elaboración propia

### 4.5.1.3. CAUDAL DE CONTRIBUCIÓN A LOS BUZONES

Figura N° 40: Caudal de contribución a los buzones



Fuente: Elaboración propia

4.5.1.4. RESULTADOS DE DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO

Figura N° 41: RESULTADOS DE CALCULO DE DISEÑO

	Start Node	Invert (Start) (m)	Stop Node	Invert (Stop) (m)	Conduit Shape	Material	Manning's n	Section Size (Catalog Conduit)	Diameter (mm)	Length (m)	Velocity (Average) (m/s)	Slope (m/m)	Froude Number
171: Red col...	Bz-74	3,281.73	Bz-75	3,278.70	Circular Pipe	PVC	0.010	200 mm	185.40	59.1	1.45	0.051	3.465
174: Red col...	Bz-16	3,288.67	Bz-76	3,288.99	Circular Pipe	PVC	0.010	200 mm	185.40	60.0	0.65	0.005	1.159
176: Red col...	Bz-56	3,269.15	Bz-60	3,267.89	Circular Pipe	PVC	0.010	355 mm	329.20	60.0	2.74	0.021	2.437
177: Red col...	Bz-6	3,283.70	Bz-36	3,286.46	Circular Pipe	PVC	0.010	200 mm	185.40	61.6	2.08	0.045	3.393
178: Red col...	Bz-27	3,271.40	Bz-28	3,270.99	Circular Pipe	PVC	0.010	200 mm	185.40	61.9	0.86	0.007	1.299
179: Red col...	Bz-77	3,281.96	Bz-15	3,283.37	Circular Pipe	PVC	0.010	315 mm	292.20	62.2	2.59	0.023	2.500
181: Red col...	Bz-78	3,272.25	Bz-79	3,272.60	Circular Pipe	PVC	0.010	400 mm	371.00	63.4	1.67	0.006	1.171
184: Red col...	Bz-42	3,272.36	Bz-70	3,272.68	Circular Pipe	PVC	0.010	315 mm	292.20	63.4	1.34	0.005	1.082
185: Red col...	Bz-25	3,274.89	Bz-80	3,273.62	Circular Pipe	PVC	0.010	200 mm	185.40	64.0	1.27	0.020	2.247
187: Red col...	Bz-90	3,276.57	Bz-82	3,276.90	Circular Pipe	PVC	0.010	400 mm	371.00	65.2	1.57	0.005	1.137
190: Red col...	Bz-50	3,276.85	Bz-54	3,277.17	Circular Pipe	PVC	0.010	200 mm	185.40	65.2	0.98	0.005	1.023
191: Red col...	Bz-4	3,279.45	Bz-1	3,282.49	Circular Pipe	PVC	0.010	200 mm	185.40	65.8	1.93	0.046	3.420
192: Red col...	Bz-83	3,275.86	Bz-81	3,276.57	Circular Pipe	PVC	0.010	400 mm	371.00	66.1	2.12	0.011	1.786
194: Red col...	Bz-67	3,276.34	Bz-50	3,276.85	Circular Pipe	PVC	0.010	250 mm	231.80	66.8	1.30	0.008	1.393
195: Red col...	Bz-84	3,273.39	Bz-83	3,275.86	Circular Pipe	PVC	0.010	400 mm	371.00	66.8	3.36	0.037	3.434
197: Red col...	Bz-80	3,273.62	Bz-67	3,276.34	Circular Pipe	PVC	0.010	250 mm	231.80	66.8	2.67	0.041	3.321
198: Red col...	Bz-38	3,267.45	Bz-11	3,266.69	Circular Pipe	PVC	0.010	200 mm	185.40	67.4	1.16	0.011	1.691
199: Red col...	Bz-58	3,271.12	Bz-29	3,269.55	Circular Pipe	PVC	0.010	315 mm	292.20	67.7	2.66	0.023	2.506
200: Red col...	Bz-70	3,272.68	Bz-80	3,273.62	Circular Pipe	PVC	0.010	250 mm	231.80	68.3	1.88	0.014	1.764
201: Red col...	Bz-79	3,272.60	Bz-94	3,273.39	Circular Pipe	PVC	0.010	400 mm	371.00	68.3	2.21	0.012	1.844
202: Red col...	Bz-82	3,276.90	Bz-43	3,278.53	Circular Pipe	PVC	0.010	315 mm	292.20	69.8	2.78	0.023	2.452
203: Red col...	Bz-54	3,277.17	Bz-75	3,278.70	Circular Pipe	PVC	0.010	200 mm	185.40	69.8	1.31	0.022	2.349
204: Red col...	Bz-9	3,287.66	Bz-49	3,288.57	Circular Pipe	PVC	0.010	200 mm	185.40	72.5	1.31	0.013	1.776
205: Red col...	Bz-85	3,271.88	Bz-78	3,272.25	Circular Pipe	PVC	0.010	400 mm	371.00	72.8	1.61	0.005	1.082
207: Red col...	Bz-52	3,272.00	Bz-42	3,272.36	Circular Pipe	PVC	0.010	315 mm	292.20	72.8	1.38	0.005	1.018
208: Red col...	Bz-86	3,271.04	Bz-85	3,271.88	Circular Pipe	PVC	0.010	400 mm	371.00	73.5	2.25	0.012	1.818
210: Red col...	Bz-58	3,271.12	Bz-52	3,272.00	Circular Pipe	PVC	0.010	315 mm	292.20	73.8	2.01	0.012	1.735
211: Red col...	Bz-87	3,286.48	Bz-9	3,287.66	Circular Pipe	PVC	0.010	250 mm	231.80	78.9	1.95	0.015	1.856
213: Red col...	Bz-68	3,283.54	Bz-88	3,285.13	Circular Pipe	PVC	0.010	200 mm	185.40	86.0	1.01	0.018	2.125

Fuente: Elaboración propia

4.5.1.5. DISEÑO DE LA PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DE LAS ASOCIACIONES PRO VIVIENDA 28 DE JULIO, KANTU, VILLA MERCEDES Y VISTA ALEGRE

Tabla N° 219: Propuesta de mejoramiento para el sistema de alcantarillado sanitario en la Calle Prolongación Diego de Almagro

TRAMO	LONG. (m)	Calle Prolongacion Diego de Almagro										MATERIAL DE LA TUBERÍA PROPUESTO	DIÁMETRO DE TUBERÍA EXISTENTE (mm)	
		BUZÓN INICIO				BUZÓN LLEGADA				DIFERENCIA COTAS (msnm)	PENDIENTE m/m			y/D %
N°	PROFUNDIDAD (m)	COTA TERRENO (msnm)	COTA FONDO DE BUZÓN (msnm)	N°	PROFUNDIDAD (m)	COTA TERRENO (msnm)	COTA FONDO DE BUZÓN (msnm)							
1	41.53	BZ-46	1.10	3290.82	3289.72	BZ-47	2.15	3289.92	3287.77	1.95	0.0470	50	PVC	200
2	42.40	BZ-47	2.15	3289.92	3287.77	BZ-48	1.30	3288.83	3287.53	0.24	0.0057	50	PVC	200
3	42.40	BZ-48	1.3	3288.83	3287.53	BZ-49	1.37	3288.57	3287.20	0.33	0.0078	50	PVC	200

Fuente: Elaboración propia



**Tabla N° 220: Propuesta de mejoramiento para el sistema de alcantarillado sanitario en la Calle Perú**

TRAMO	LONG. (m)	BUZÓN INICIO				BUZÓN LLEGADA				DIFERENCIA COTAS (msnm)	PENDIENTE m/m	y/D %	MATERIAL DE LA TUBERÍA PROPUESTO	DIÁMETRO DE TUBERÍA EXISTENTE (mm)
		N°	PROFUNDIDAD (m)	COTA TERRENO (msnm)	COTA FONDO DE BUZÓN (msnm)	N°	PROFUNDIDAD (m)	COTA TERRENO (msnm)	COTA FONDO DE BUZÓN (msnm)					
1	23.80	BZ-17	1.80	3291.68	3289.88	BZ-18	1.28	3291.06	3289.78	0.10	0.0042	50	PVC	200
2	25.96	BZ-18	1.25	3291.06	3289.81	BZ-21	2.22	3290.55	3288.33	1.48	0.0570	50	PVC	200
3	31.91	BZ-21	2.20	3290.55	3288.35	BZ-19	1.45	3289.58	3288.13	0.22	0.0069	50	PVC	200
4	24.70	BZ-19	1.45	3289.58	3288.13	BZ-8	1.40	3289.13	3287.73	0.40	0.0162	50	PVC	200
5	9.45	BZ-8	1.40	3289.13	3287.73	BZ-7	1.60	3289.08	3287.48	0.25	0.0265	50	PVC	200
6	20.40	BZ-7	1.60	3289.08	3287.48	BZ-16	1.35	3288.67	3287.32	0.16	0.0078	50	PVC	200
7	55.28	BZ-72	1.15	3288.99	3287.84	BZ-16	1.35	3288.67	3287.32	0.52	0.0094	50	PVC	200
8	60	BZ-76	1.00	3288.99	3287.99	BZ-16	1.35	3288.67	3287.32	0.67	0.0112	50	PVC	200
9	29.30	BZ-16	1.35	3288.67	3287.32	BZ-10	1.95	3288.07	3286.12	1.20	0.0410	50	PVC	200
10	13.70	BZ-10	1.95	3288.07	3286.12	BZ-9	1.80	3287.66	3285.86	0.26	0.0190	50	PVC	200

Fuente: Elaboración propia

**Tabla N° 221: Propuesta de mejoramiento para el sistema de alcantarillado sanitario en la Calle Prolongación Sucre**

TRAMO	LONG. (m)	BUZÓN INICIO				BUZÓN LLEGADA				DIFERENCIA COTAS (msnm)	PENDIENTE m/m	y/D %	MATERIAL DE LA TUBERÍA PROPUESTO	DIÁMETRO DE TUBERÍA EXISTENTE (mm)
		N°	PROFUNDIDAD (m)	COTA TERRENO (msnm)	COTA FONDO DE BUZÓN (msnm)	N°	PROFUNDIDAD (m)	COTA TERRENO (msnm)	COTA FONDO DE BUZÓN (msnm)					
1	46.9	BZ-66	0.74	3289.59	3288.85	BZ-64	1.05	3287.79	3286.74	2.11	0.0450	50	PVC	200
2	45.70	BZ-64	1.05	3287.79	3286.74	BZ-37	1.25	3287.53	3286.28	0.46	0.0101	50	PVC	200
3	35.40	BZ-37	1.25	3287.53	3286.28	BZ-36	1.25	3286.46	3285.21	1.07	0.0302	50	PVC	200
4	61.68	BZ-36	1.25	3286.46	3285.21	BZ-6	2.08	3283.7	3281.62	3.59	0.0582	50	PVC	200

Fuente: Elaboración propia

**Tabla N° 222: Propuesta de mejoramiento para el sistema de alcantarillado sanitario en la Calle Espinar**

TRAMO	LONG. (m)	BUZÓN INICIO				BUZÓN LLEGADA				DIFERENCIA COTAS (msnm)	PENDIENTE m/m	y/D %	MATERIAL DE LA TUBERÍA PROPUESTO	DIÁMETRO DE TUBERÍA EXISTENTE (mm)
		N°	PROFUNDIDAD (m)	COTA TERRENO (msnm)	COTA FONDO DE BUZÓN (msnm)	N°	PROFUNDIDAD (m)	COTA TERRENO (msnm)	COTA FONDO DE BUZÓN (msnm)					
1	43.28	BZ-53	2.70	3285.3	3282.6	BZ-14	1.70	3284.04	3282.34	0.26	0.0060	50	PVC	200
2	18.60	BZ-14	1.70	3284.04	3282.34	BZ-15	2.05	3283.37	3281.32	1.02	0.0548	50	PVC	200

Fuente: Elaboración propia



**Tabla N° 223: Propuesta de mejoramiento para el sistema de alcantarillado sanitario en el Jr. Tarapaca**

TRAMO	LONG. (m)	Jr. Tarapaca										DIFERENCIA COTAS (msnm)	PENDIENTE m/m	y/D %	MATERIAL DE LA TUBERÍA PROPUESTO	DIÁMETRO DE TUBERÍA EXISTENTE (mm)
		BUZÓN INICIO				BUZÓN LLEGADA										
		N°	PROFUNDIDAD (m)	COTA TERRENO (msnm)	COTA FONDO DE BUZÓN (msnm)	N°	PROFUNDIDAD (m)	COTA TERRENO (msnm)	COTA FONDO DE BUZÓN (msnm)							
1	86.00	BZ-88	1.80	3285.13	3283.33	BZ-68	1.65	3283.54	3281.89	1.44	0.0167	50	PVC	200		
2	50.90	BZ-68	1.65	3283.54	3281.89	BZ-1	1.70	3282.49	3280.79	1.10	0.0216	50	PVC	200		
3	65.80	BZ-1	1.70	3282.49	3280.79	BZ-4	1.30	3279.45	3278.15	2.64	0.0401	50	PVC	200		

Fuente: Elaboración propia

**Tabla N° 224: Propuesta de mejoramiento para el sistema de alcantarillado sanitario en el Jr. Zarumilla**

TRAMO	LONG. (m)	Jr. Zarumilla										DIFERENCIA COTAS (msnm)	PENDIENTE m/m	y/D %	MATERIAL DE LA TUBERÍA PROPUESTO	DIÁMETRO DE TUBERÍA EXISTENTE (mm)
		BUZÓN INICIO				BUZÓN LLEGADA										
		N°	PROFUNDIDAD (m)	COTA TERRENO (msnm)	COTA FONDO DE BUZÓN (msnm)	N°	PROFUNDIDAD (m)	COTA TERRENO (msnm)	COTA FONDO DE BUZÓN (msnm)							
1	59.16	BZ-74	1.15	3281.73	3280.58	BZ-75	1.85	3278.70	3276.85	3.73	0.0630	50	PVC	200		

Fuente: Elaboración propia

**Tabla N° 225: Propuesta de mejoramiento para el sistema de alcantarillado sanitario en la Calle Junín**

TRAMO	LONG. (m)	Calle Junín										DIFERENCIA COTAS (msnm)	PENDIENTE m/m	y/D %	MATERIAL DE LA TUBERÍA PROPUESTO	DIÁMETRO DE TUBERÍA EXISTENTE (mm)
		BUZÓN INICIO				BUZÓN LLEGADA										
		N°	PROFUNDIDAD (m)	COTA TERRENO (msnm)	COTA FONDO DE BUZÓN (msnm)	N°	PROFUNDIDAD (m)	COTA TERRENO (msnm)	COTA FONDO DE BUZÓN (msnm)							
1	26.18	BZ-23	1.05	3280.26	3279.21	BZ-22	1.80	3278.68	3278.88	2.33	0.0890	50	PVC	200		
2	43.30	BZ-22	1.80	3278.68	3278.88	BZ-54	2.05	3277.17	3275.12	1.76	0.0406	50	PVC	200		

Fuente: Elaboración propia

**Tabla N° 226: Propuesta de mejoramiento para el sistema de alcantarillado sanitario en el Jr. 2 de Mayo**

TRAMO	LONG. (m)	Jr. 2 de Mayo										DIFERENCIA COTAS (msnm)	PENDIENTE m/m	y/D %	MATERIAL DE LA TUBERÍA PROPUESTO	DIÁMETRO DE TUBERÍA EXISTENTE (mm)
		BUZÓN INICIO				BUZÓN LLEGADA										
		N°	PROFUNDIDAD (m)	COTA TERRENO (msnm)	COTA FONDO DE BUZÓN (msnm)	N°	PROFUNDIDAD (m)	COTA TERRENO (msnm)	COTA FONDO DE BUZÓN (msnm)							
1	38.70	BZ-40	0.95	3280.02	3279.07	BZ-39	1.25	3279.00	3277.75	1.32	0.0341	50	PVC	200		
2	42.70	BZ-39	1.25	3279.00	3277.75	BZ-50	2.05	3276.85	3274.8	2.95	0.0691	50	PVC	200		

Fuente: Elaboración propia



**Tabla N° 227: Propuesta de mejoramiento para el sistema de alcantarillado sanitario en el Jr. Pacífico**

TRAMO	LONG. (m)	BUZÓN INICIO				BUZÓN LLEGADA				DIFERENCIA COTAS (msnm)	PENDIENTE m/m	y/D %	MATERIAL DE LA TUBERÍA PROPUESTO	DIÁMETRO DE TUBERÍA EXISTENTE (mm)
		N°	PROFUNDIDAD (m)	COTA TERRENO (msnm)	COTA FONDO DE BUZÓN (msnm)	N°	PROFUNDIDAD (m)	COTA TERRENO (msnm)	COTA FONDO DE BUZÓN (msnm)					
1	34.85	BZ-32	1.00	3279.82	3278.82	BZ-33	1.65	3278.69	3277.04	1.78	0.0511	50	PVC	200
2	44.78	BZ-33	1.65	3278.69	3277.04	BZ-61	1.80	3277.73	3275.93	1.11	0.0248	50	PVC	200
3	48.09	BZ-61	1.80	3277.73	3275.93	BZ-67	1.95	3276.34	3274.39	1.54	0.0320	50	PVC	200

Fuente: Elaboración propia

**Tabla N° 228: Propuesta de mejoramiento para el sistema de alcantarillado sanitario en el Jr. Tacna**

TRAMO	LONG. (m)	BUZÓN INICIO				BUZÓN LLEGADA				DIFERENCIA COTAS (msnm)	PENDIENTE m/m	y/D %	MATERIAL DE LA TUBERÍA PROPUESTO	DIÁMETRO DE TUBERÍA EXISTENTE (mm)
		N°	PROFUNDIDAD (m)	COTA TERRENO (msnm)	COTA FONDO DE BUZÓN (msnm)	N°	PROFUNDIDAD (m)	COTA TERRENO (msnm)	COTA FONDO DE BUZÓN (msnm)					
1	29.58	BZ-24	1.20	3276.61	3275.41	BZ-25	1.20	3274.89	3273.69	1.72	0.0581	50	PVC	200
2	64.50	BZ-25	1.20	3274.89	3273.69	BZ-80	1.50	3273.62	3272.12	1.57	0.0243	50	PVC	200

Fuente: Elaboración propia

**Tabla N° 229: Propuesta de mejoramiento para el sistema de alcantarillado sanitario en el Jr. Arica**

TRAMO	LONG. (m)	BUZÓN INICIO				BUZÓN LLEGADA				DIFERENCIA COTAS (msnm)	PENDIENTE m/m	y/D %	MATERIAL DE LA TUBERÍA PROPUESTO	DIÁMETRO DE TUBERÍA EXISTENTE (mm)
		N°	PROFUNDIDAD (m)	COTA TERRENO (msnm)	COTA FONDO DE BUZÓN (msnm)	N°	PROFUNDIDAD (m)	COTA TERRENO (msnm)	COTA FONDO DE BUZÓN (msnm)					
1	45.53	BZ-63	1.20	3274.54	3273.34	BZ-62	1.30	3273.24	3271.94	1.40	0.0307	50	PVC	200
2	53.00	BZ-62	1.30	3273.24	3271.94	BZ-70	1.40	3272.68	3271.28	0.66	0.0125	50	PVC	200

Fuente: Elaboración propia

**Tabla N° 230: Propuesta de mejoramiento para el sistema de alcantarillado sanitario en la Av. Las Palmeras**

TRAMO	LONG. (m)	BUZÓN INICIO				BUZÓN LLEGADA				DIFERENCIA COTAS (msnm)	PENDIENTE m/m	y/D %	MATERIAL DE LA TUBERÍA PROPUESTO	DIÁMETRO DE TUBERÍA EXISTENTE (mm)
		N°	PROFUNDIDAD (m)	COTA TERRENO (msnm)	COTA FONDO DE BUZÓN (msnm)	N°	PROFUNDIDAD (m)	COTA TERRENO (msnm)	COTA FONDO DE BUZÓN (msnm)					
1	52.79	BZ-63	1.30	3274.41	3273.11	BZ-41	1.60	3273.17	3271.57	1.54	0.0292	50	PVC	200
2	39.30	BZ-41	1.60	3273.17	3271.57	BZ-42	1.45	3272.36	3270.91	0.66	0.0168	50	PVC	200

Fuente: Elaboración propia

**Tabla N° 231: Propuesta de mejoramiento para el sistema de alcantarillado sanitario en la Calle Los Rosales**

TRAMO	LONG. (m)	Calle Los Rosales										MATERIAL DE LA TUBERÍA PROPUESTO	DIÁMETRO DE TUBERÍA EXISTENTE (mm)	
		BUZÓN INICIO				BUZÓN LLEGADA				DIFERENCIA COTAS (msnm)	PENDIENTE m/m			y/D %
		N°	PROFUNDIDAD (m)	COTA TERRENO (msnm)	COTA FONDO DE BUZÓN (msnm)	N°	PROFUNDIDAD (m)	COTA TERRENO (msnm)	COTA FONDO DE BUZÓN (msnm)					
1	55.5	BZ-73	1.08	3273.5	3272.42	BZ-51	1.80	3273.10	3271.30	1.12	0.0202	50	PVC	200
2	42.70	BZ-51	1.80	3273.1	3271.3	BZ-52	1.60	3272.00	3270.4	0.9	0.0211	50	PVC	200

Fuente: Elaboración propia

**Tabla N° 232: Propuesta de mejoramiento para el sistema de alcantarillado sanitario en el Jr. Las Gardenias**

TRAMO	LONG. (m)	Jr. Las Gardenias										MATERIAL DE LA TUBERÍA PROPUESTO	DIÁMETRO DE TUBERÍA EXISTENTE (mm)	
		BUZÓN INICIO				BUZÓN LLEGADA				DIFERENCIA COTAS (msnm)	PENDIENTE m/m			y/D %
		N°	PROFUNDIDAD (m)	COTA TERRENO (msnm)	COTA FONDO DE BUZÓN (msnm)	N°	PROFUNDIDAD (m)	COTA TERRENO (msnm)	COTA FONDO DE BUZÓN (msnm)					
1	54.9	BZ-71	1.40	3272.35	3270.95	BZ-57	1.60	3271.98	3270.38	0.57	0.0104	50	PVC	200
2	43.98	BZ-57	1.60	3271.98	3270.38	BZ-58	1.50	3271.12	3269.62	0.76	0.0173	50	PVC	200

Fuente: Elaboración propia

**Tabla N° 233: Propuesta de mejoramiento para el sistema de alcantarillado sanitario en el Jr. Los Claveles**

TRAMO	LONG. (m)	Jr. Los Claveles										MATERIAL DE LA TUBERÍA PROPUESTO	DIÁMETRO DE TUBERÍA EXISTENTE (mm)	
		BUZÓN INICIO				BUZÓN LLEGADA				DIFERENCIA COTAS (msnm)	PENDIENTE m/m			y/D %
		N°	PROFUNDIDAD (m)	COTA TERRENO (msnm)	COTA FONDO DE BUZÓN (msnm)	N°	PROFUNDIDAD (m)	COTA TERRENO (msnm)	COTA FONDO DE BUZÓN (msnm)					
1	32.24	BZ-26	1.15	3271.75	3270.6	BZ-27	1.90	3271.4	3269.50	1.10	0.0341	50	PVC	200
2	61.94	BZ-27	1.90	3271.4	3269.5	BZ-28	2.05	3270.99	3268.94	0.56	0.0090	50	PVC	200
3	33.46	BZ-28	2.05	3270.99	3268.94	BZ-29	1.90	3269.55	3267.65	1.23	0.0386	50	PVC	200

Fuente: Elaboración propia

**Tabla N° 234: Propuesta de mejoramiento para el sistema de alcantarillado sanitario en el Jr. Los Gladiolos**

TRAMO	LONG. (m)	Jr. Los Gladiolos										MATERIAL DE LA TUBERÍA PROPUESTO	DIÁMETRO DE TUBERÍA EXISTENTE (mm)	
		BUZÓN INICIO				BUZÓN LLEGADA				DIFERENCIA COTAS (msnm)	PENDIENTE m/m			y/D %
		N°	PROFUNDIDAD (m)	COTA TERRENO (msnm)	COTA FONDO DE BUZÓN (msnm)	N°	PROFUNDIDAD (m)	COTA TERRENO (msnm)	COTA FONDO DE BUZÓN (msnm)					
1	41.11	BZ-44	0.95	3271.57	3270.62	BZ-45	1.35	3270.53	3269.18	1.44	0.0350	50	PVC	200
2	47.82	BZ-45	1.35	3270.53	3269.18	BZ-55	1.80	3269.95	3268.15	1.03	0.0215	50	PVC	200
3	43.78	BZ-55	1.80	3269.95	3268.15	BZ-56	1.80	3269.15	3267.35	0.8	0.0183	50	PVC	200

Fuente: Elaboración propia



**Tabla N° 235: Propuesta de mejoramiento para el sistema de alcantarillado sanitario en el Jr. Las Magnolias**

TRAMO	LONG. (m)	BUZÓN INICIO				BUZÓN LLEGADA				DIFERENCIA COTAS (msnm)	PENDIENTE m/m	y/D %	MATERIAL DE LA TUBERÍA PROPUESTO	DIÁMETRO DE TUBERÍA EXISTENTE (mm)
		N°	PROFUNDIDAD (m)	COTA TERRENO (msnm)	COTA FONDO DE BUZÓN (msnm)	N°	PROFUNDIDAD (m)	COTA TERRENO (msnm)	COTA FONDO DE BUZÓN (msnm)					
1	35.40	BZ-34	1.15	3269.71	3268.56	BZ-35	2.30	3269.52	3267.22	1.34	0.0379	50	PVC	200
2	55.20	BZ-35	2.30	3269.52	3267.22	BZ-59	1.90	3268.31	3266.41	0.81	0.0147	50	PVC	200
3	44.45	BZ-59	2.00	3268.31	3266.31	BZ-60	1.95	3267.89	3265.94	0.37	0.0083	50	PVC	200

Fuente: Elaboración propia

**Tabla N° 236: Propuesta de mejoramiento para el sistema de alcantarillado sanitario en el Jr. Los Geranios**

TRAMO	LONG. (m)	BUZÓN INICIO				BUZÓN LLEGADA				DIFERENCIA COTAS (msnm)	PENDIENTE m/m	y/D %	MATERIAL DE LA TUBERÍA PROPUESTO	DIÁMETRO DE TUBERÍA EXISTENTE (mm)
		N°	PROFUNDIDAD (m)	COTA TERRENO (msnm)	COTA FONDO DE BUZÓN (msnm)	N°	PROFUNDIDAD (m)	COTA TERRENO (msnm)	COTA FONDO DE BUZÓN (msnm)					
1	34.73	BZ-30	1.55	3269.87	3268.32	BZ-31	2.00	3269.71	3267.71	0.61	0.0176	50	PVC	200
2	36.55	BZ-31	2.00	3269.71	3267.71	BZ-38	1.70	3268.64	3266.94	0.77	0.0211	50	PVC	200
3	67.46	BZ-38	1.70	3268.64	3266.94	BZ-11	2.15	3268.02	3265.87	1.07	0.0159	50	PVC	200

Fuente: Elaboración propia

**Tabla N° 237: Propuesta de mejoramiento para el sistema de alcantarillado sanitario en la Vía Expresa 01**

TRAMO	LONG. (m)	BUZÓN INICIO				BUZÓN LLEGADA				DIFERENCIA COTAS (msnm)	PENDIENTE m/m	y/D %	MATERIAL DE LA TUBERÍA PROPUESTO	DIÁMETRO DE TUBERÍA EXISTENTE (mm)
		N°	PROFUNDIDAD (m)	COTA TERRENO (msnm)	COTA FONDO DE BUZÓN (msnm)	N°	PROFUNDIDAD (m)	COTA TERRENO (msnm)	COTA FONDO DE BUZÓN (msnm)					
1	72.55	BZ-49	1.37	3288.57	3287.2	BZ-9	1.90	3287.66	3285.86	1.34	0.0185	50	PVC	200
2	78.99	BZ-9	1.80	3287.66	3285.86	BZ-87	1.90	3286.48	3284.58	1.28	0.0162	50	PVC	250
3	95.31	BZ-87	1.90	3286.48	3284.58	BZ-65	2.08	3284.32	3282.24	2.34	0.0246	50	PVC	250
4	65.50	BZ-65	2.08	3284.32	3282.24	BZ-6	2.08	3283.7	3281.62	0.62	0.0095	50	PVC	315
5	42.10	BZ-6	2.08	3283.7	3281.62	BZ-15	2.05	3283.37	3281.32	0.3	0.0071	50	PVC	315
6	62.20	BZ-15	2.05	3283.37	3281.32	BZ-77	2.08	3281.96	3279.88	1.44	0.0232	50	PVC	315
7	54.90	BZ-77	2.08	3281.96	3279.88	BZ-92	1.30	3280.47	3279.17	0.71	0.0129	50	PVC	315
8	54.90	BZ-92	1.30	3280.47	3279.17	BZ-4	1.3	3279.45	3278.15	1.02	0.0186	50	PVC	315
9	46.90	BZ-4	1.30	3279.45	3278.15	BZ-43	1.90	3278.53	3276.73	1.42	0.0303	50	PVC	315
10	69.80	BZ-43	1.80	3278.53	3276.73	BZ-82	1.60	3276.90	3275.3	1.43	0.0205	50	PVC	315
11	65.20	BZ-82	1.60	3276.90	3275.3	BZ-81	1.30	3276.57	3275.27	0.03	0.0005	50	PVC	400
12	66.10	BZ-81	1.30	3276.57	3275.27	BZ-83	1.45	3275.86	3274.41	0.86	0.0130	50	PVC	400
13	66.80	BZ-83	1.45	3275.86	3274.41	BZ-84	1.30	3273.39	3272.09	2.32	0.0347	50	PVC	400
14	63.47	BZ-84	1.30	3273.39	3272.09	BZ-79	1.50	3272.6	3271.1	0.99	0.0156	50	PVC	400
15	72.82	BZ-79	1.50	3272.60	3271.1	BZ-78	1.60	3272.25	3270.65	0.45	0.0062	50	PVC	400
16	72.87	BZ-78	1.60	3272.25	3270.65	BZ-85	1.50	3271.88	3270.38	0.27	0.0037	50	PVC	400
17	73.50	BZ-85	1.50	3271.88	3270.38	BZ-86	1.70	3271.04	3269.34	1.04	0.0141	50	PVC	400
18	68.30	BZ-86	1.70	3271.04	3269.34	BZ-89	1.90	3269.51	3267.71	1.63	0.0239	50	PVC	400
19	57.32	BZ-89	1.80	3269.51	3267.71	BZ-90	1.90	3269.11	3267.21	0.5	0.0087	50	PVC	400
20	60.03	BZ-90	1.90	3269.11	3267.21	BZ-91	1.90	3267.85	3265.95	1.26	0.0210	50	PVC	400
21	45.40	BZ-91	1.90	3267.85	3265.95	BZ-13	1.75	3266.65	3264.9	1.05	0.0231	50	PVC	400
22	16.80	BZ-13	1.75	3266.65	3264.9	BZ-12	1.75	3266.2	3264.45	0.45	0.0268	50	PVC	400

Fuente: Elaboración propia

**Tabla N° 238: Propuesta de mejoramiento para el sistema de alcantarillado sanitario en la Vía Expresa 02**

TRAMO	LONG. (m)	BUZÓN INICIO				BUZÓN LLEGADA				DIFERENCIA COTAS (msnm)	PENDIENTE m/m	y/D %	MATERIAL DE LA TUBERÍA PROPUESTO	DIÁMETRO DE TUBERÍA EXISTENTE (mm)
		N	PROFUNDIDAD (m)	COTA TERRENO (msnm)	COTA FONDO DE BUZÓN (msnm)	N	PROFUNDIDAD (m)	COTA TERRENO (msnm)	COTA FONDO DE BUZÓN (msnm)					
1	69.80	BZ-75	1.85	3278.70	3276.85	BZ-54	2.05	3277.17	3275.12	1.73	0.0248	50	PVC	200
2	65.22	BZ-54	2.05	3277.17	3275.12	BZ-50	2.05	3276.85	3274.8	0.32	0.0049	50	PVC	200
3	66.79	BZ-50	2.05	3276.85	3274.8	BZ-67	1.95	3276.34	3274.39	0.41	0.0061	50	PVC	250
4	66.83	BZ-67	1.95	3276.34	3274.39	BZ-80	1.50	3273.62	3272.12	2.27	0.0340	50	PVC	250
5	68.23	BZ-80	1.50	3273.62	3272.12	BZ-70	1.40	3272.68	3271.28	0.84	0.0123	50	PVC	250
6	63.56	BZ-70	1.40	3272.68	3271.28	BZ-42	1.45	3272.36	3270.91	0.37	0.0058	50	PVC	315
7	72.84	BZ-42	1.45	3272.36	3270.91	BZ-52	1.60	3272	3270.4	0.51	0.0070	50	PVC	315
8	73.89	BZ-52	1.60	3272	3270.4	BZ-58	1.50	3271.12	3269.62	0.78	0.0106	50	PVC	315
9	67.81	BZ-58	1.50	3271.12	3269.62	BZ-29	1.90	3269.55	3267.65	1.97	0.0291	50	PVC	315
10	57.45	BZ-29	1.90	3269.55	3267.65	BZ-56	1.80	3269.15	3267.35	0.3	0.0052	50	PVC	355
11	60.12	BZ-56	1.80	3269.15	3267.35	BZ-60	1.95	3267.89	3265.94	1.41	0.0235	50	PVC	355
12	48.23	BZ-60	1.95	3267.89	3265.94	BZ-11	2.15	3268.02	3265.87	0.07	0.0015	50	PVC	355
13	14.90	BZ-11	2.15	3268.02	3265.87	BZ-12	1.75	3266.2	3264.45	1.42	0.0953	50	PVC	355
14	25.00	BZ-12	1.75	3266.2	3264.45	OF-1	2.00	3265.12	3263.12	1.33	0.0532	50	PVC	400

Fuente: Elaboración propia

**4.5.1.6. RESUMEN COMPARATIVO DE LA SITUACIÓN ACTUAL Y LA PROPUESTA DE MEJORAMIENTO PARA LA ZONA DE ESTUDIO**

**Tabla N° 239: Resumen comparativo del sistema de alcantarillado sanitario actual y la propuesta de mejoramiento – Calle Prolongación Diego de Almagro**

Calle Prolongacion Diego de Almagro							
SITUACIÓN ACTUAL				PROPUESTA DE MEJORAMIENTO			
TRAMO	LONG.	MATERIAL DE LA TUBERÍA	DIÁMETRO DE LA	TRAMO	LONG.	MATERIAL DE LA TUBERÍA	DIÁMETRO DE LA TUBERÍA
1	41.53	CSN	200	1	41.53	PVC	200
2	42.30	CSN	200	2	42.40	PVC	200
3	42.28	CSN	200	3	42.40	PVC	200

Fuente: Elaboración propia

**Tabla N° 240: Resumen comparativo del sistema de alcantarillado sanitario actual y la propuesta de mejoramiento – Calle Perú**

Calle Perú							
SITUACIÓN ACTUAL				PROPUESTA DE MEJORAMIENTO			
TRAMO	LONG.	MATERIAL DE LA TUBERÍA	DIÁMETRO DE LA	TRAMO	LONG.	MATERIAL DE LA TUBERÍA	DIÁMETRO DE LA TUBERÍA
1	24.81	PVC	300	1	23.80	PVC	200
2	25.96	PVC	300	2	25.96	PVC	200
3	31.91	PVC	300	3	31.91	PVC	200
4	24.83	PVC	300	4	24.70	PVC	200
5	9.45	PVC	200	5	9.45	PVC	200
6	20.57	CSN	300	6	20.40	PVC	200
7	55.28	CSN	200	7	55.28	PVC	200
8	60	CSN	200	8	60	PVC	200
9	20.57	CSN	300	9	29.30	PVC	200
10	20.57	CSN	300	10	13.70	PVC	200

Fuente: Elaboración propia





**Tabla N° 241: Resumen comparativo del sistema de alcantarillado sanitario actual y la propuesta de mejoramiento – Calle Prolongación Sucre**

Calle Prolongación Sucre							
SITUACIÓN ACTUAL				PROPUESTA DE MEJORAMIENTO			
TRAMO	LONG.	MATERIAL DE LA TUBERÍA	DIÁMETRO DE LA	TRAMO	LONG.	MATERIAL DE LA TUBERÍA	DIÁMETRO DE LA TUBERÍA
1	47.03	CSN	200	1	46.9	PVC	200
2	45.83	CSN	200	2	45.70	PVC	200
3	35.40	CSN	200	3	35.40	PVC	200
4	61.68	CSN	200	4	61.68	PVC	200

Fuente: Elaboración propia

**Tabla N° 242: Resumen comparativo del sistema de alcantarillado sanitario actual y la propuesta de mejoramiento – Calle Espinar**

Calle Espinar							
SITUACIÓN ACTUAL				PROPUESTA DE MEJORAMIENTO			
TRAMO	LONG.	MATERIAL DE LA TUBERÍA	DIÁMETRO DE LA	TRAMO	LONG.	MATERIAL DE LA TUBERÍA	DIÁMETRO DE LA TUBERÍA
1	43.28	CSN	200	1	43.28	PVC	200
2	18.71	CSN	200	2	18.60	PVC	200

Fuente: Elaboración propia

**Tabla N° 243: Resumen comparativo del sistema de alcantarillado sanitario actual y la propuesta de mejoramiento – Calle Tarapacá**

Calle Tarapaca							
SITUACIÓN ACTUAL				PROPUESTA DE MEJORAMIENTO			
TRAMO	LONG.	MATERIAL DE LA TUBERÍA	DIÁMETRO DE LA	TRAMO	LONG.	MATERIAL DE LA TUBERÍA	DIÁMETRO DE LA TUBERÍA
1	85.99	CSN	200	1	86.00	PVC	200
2	50.80	CSN	200	2	50.90	PVC	200
3	65.90	CSN	200	3	65.80	PVC	200

Fuente: Elaboración propia

**Tabla N° 244: Resumen comparativo del sistema de alcantarillado sanitario actual y la propuesta de mejoramiento – Jr. Zarumilla**

Jr. Zarumilla							
SITUACIÓN ACTUAL				PROPUESTA DE MEJORAMIENTO			
TRAMO	LONG.	MATERIAL DE LA TUBERÍA	DIÁMETRO DE LA	TRAMO	LONG.	MATERIAL DE LA TUBERÍA	DIÁMETRO DE LA TUBERÍA
1	59.16	CSN	200	1	59.16	PVC	200

Fuente: Elaboración propia

**Tabla N° 245: Resumen comparativo del sistema de alcantarillado sanitario actual y la propuesta de mejoramiento – Calle Junín**

Calle Junín							
SITUACIÓN ACTUAL				PROPUESTA DE MEJORAMIENTO			
TRAMO	LONG.	MATERIAL DE LA TUBERÍA	DIÁMETRO DE LA	TRAMO	LONG.	MATERIAL DE LA TUBERÍA	DIÁMETRO DE LA TUBERÍA
1	26.18	CSN	200	1	26.18	PVC	200
2	43.07	CSN	200	2	43.30	PVC	200

*Fuente: Elaboración propia***Tabla N° 246: Resumen comparativo del sistema de alcantarillado sanitario actual y la propuesta de mejoramiento – Jr. 2 de Mayo**

Jr. 2 de Mayo							
SITUACIÓN ACTUAL				PROPUESTA DE MEJORAMIENTO			
TRAMO	LONG.	MATERIAL DE LA TUBERÍA	DIÁMETRO DE LA	TRAMO	LONG.	MATERIAL DE LA TUBERÍA	DIÁMETRO DE LA TUBERÍA
1	38.84	CSN	200	1	38.70	PVC	200
2	42.59	CSN	200	2	42.70	PVC	200

*Fuente: Elaboración propia***Tabla N° 247: Resumen comparativo del sistema de alcantarillado sanitario actual y la propuesta de mejoramiento – Jr. Pacífico**

Jr. Pacífico							
SITUACIÓN ACTUAL				PROPUESTA DE MEJORAMIENTO			
TRAMO	LONG.	MATERIAL DE LA TUBERÍA	DIÁMETRO DE LA	TRAMO	LONG.	MATERIAL DE LA TUBERÍA	DIÁMETRO DE LA TUBERÍA
1	34.85	CSN	200	1	34.85	PVC	200
2	44.78	CSN	200	2	44.78	PVC	200
3	48.09	CSN	200	3	48.09	PVC	200

*Fuente: Elaboración propia***Tabla N° 248: Resumen y comparación del sistema de alcantarillado sanitario actual y la propuesta de mejoramiento – Jr. Tacna**

Jr. Tacna							
SITUACIÓN ACTUAL				PROPUESTA DE MEJORAMIENTO			
TRAMO	LONG.	MATERIAL DE LA TUBERÍA	DIÁMETRO DE LA	TRAMO	LONG.	MATERIAL DE LA TUBERÍA	DIÁMETRO DE LA TUBERÍA
1	29.58	CSN	200	1	29.58	PVC	200
2	64.50	CSN	200	2	64.50	PVC	200

*Fuente: Elaboración propia*

**Tabla N° 249: Resumen comparativo del sistema de alcantarillado sanitario actual y la propuesta de mejoramiento – Jr. Arica**

Jr. Arica							
SITUACIÓN ACTUAL				PROPUESTA DE MEJORAMIENTO			
TRAMO	LONG.	MATERIAL DE LA TUBERÍA	DIÁMETRO DE LA	TRAMO	LONG.	MATERIAL DE LA TUBERÍA	DIÁMETRO DE LA TUBERÍA
1	45.53	CSN	200	1	45.53	PVC	200
2	59.16	CSN	200	2	53.00	PVC	200

*Fuente: Elaboración propia***Tabla N° 250: Resumen comparativo del sistema de alcantarillado sanitario actual y la propuesta de mejoramiento – Av. Las Palmeras**

Av. Las Palmeras							
SITUACIÓN ACTUAL				PROPUESTA DE MEJORAMIENTO			
TRAMO	LONG.	MATERIAL DE LA TUBERÍA	DIÁMETRO DE LA	TRAMO	LONG.	MATERIAL DE LA TUBERÍA	DIÁMETRO DE LA TUBERÍA
1	52.79	CSN	200	1	52.79	PVC	200
2	59.16	CSN	200	2	39.30	PVC	200

*Fuente: Elaboración propia***Tabla N° 251: Resumen comparativo del sistema de alcantarillado sanitario actual y la propuesta de mejoramiento – Calle Los Rosales**

Calle Los Rosales							
SITUACIÓN ACTUAL				PROPUESTA DE MEJORAMIENTO			
TRAMO	LONG.	MATERIAL DE LA TUBERÍA	DIÁMETRO DE LA	TRAMO	LONG.	MATERIAL DE LA TUBERÍA	DIÁMETRO DE LA TUBERÍA
1	55.62	CSN	200	1	55.5	PVC	200
2	43.63	CSN	200	2	42.70	PVC	200

*Fuente: Elaboración propia***Tabla N° 252: Resumen comparativo del sistema de alcantarillado sanitario actual y la propuesta de mejoramiento – Jr. Las Gardenias**

Jr. Las Gardenias							
SITUACIÓN ACTUAL				PROPUESTA DE MEJORAMIENTO			
TRAMO	LONG.	MATERIAL DE LA TUBERÍA	DIÁMETRO DE LA	TRAMO	LONG.	MATERIAL DE LA TUBERÍA	DIÁMETRO DE LA TUBERÍA
1	54.75	CSN	200	1	54.9	PVC	200
2	43.98	CSN	200	2	43.98	PVC	200

*Fuente: Elaboración propia*

**Tabla N° 253: Resumen comparativo del sistema de alcantarillado sanitario actual y la propuesta de mejoramiento – Jr. Los Claveles**

Jr. Los Claveles							
SITUACIÓN ACTUAL				PROPUESTA DE MEJORAMIENTO			
TRAMO	LONG.	MATERIAL DE LA TUBERÍA	DIÁMETRO DE LA	TRAMO	LONG.	MATERIAL DE LA TUBERÍA	DIÁMETRO DE LA TUBERÍA
1	32.24	CSN	200	1	32.24	PVC	200
2	61.94	CSN	200	2	61.94	PVC	200
3	33.46	CSN	200	3	33.46	PVC	200

Fuente: Elaboración propia

**Tabla N° 254: Resumen comparativo del sistema de alcantarillado sanitario actual y la propuesta de mejoramiento – Jr. Los Gladiolos**

Jr. Los Gladiolos							
SITUACIÓN ACTUAL				PROPUESTA DE MEJORAMIENTO			
TRAMO	LONG.	MATERIAL DE LA TUBERÍA	DIÁMETRO DE LA	TRAMO	LONG.	MATERIAL DE LA TUBERÍA	DIÁMETRO DE LA TUBERÍA
1	41.11	CSN	200	1	41.11	PVC	200
2	47.82	CSN	200	2	47.82	PVC	200
3	43.78	CSN	200	3	43.78	PVC	200

Fuente: Elaboración propia

**Tabla N° 255: Resumen y comparación del sistema de alcantarillado sanitario actual y la propuesta de mejoramiento – Jr. Las Magnolias**

Jr. Las Magnolias							
SITUACIÓN ACTUAL				PROPUESTA DE MEJORAMIENTO			
TRAMO	LONG.	MATERIAL DE LA TUBERÍA	DIÁMETRO DE LA	TRAMO	LONG.	MATERIAL DE LA TUBERÍA	DIÁMETRO DE LA TUBERÍA
1	35.22	CSN	200	1	35.40	PVC	200
2	55.02	CSN	200	2	55.20	PVC	200
3	44.45	CSN	200	3	44.45	PVC	200

Fuente: Elaboración propia

**Tabla N° 256: Resumen y comparación del sistema de alcantarillado sanitario actual y la propuesta de mejoramiento – Jr. Los Geranios**

Jr. Los Geranios							
SITUACIÓN ACTUAL				PROPUESTA DE MEJORAMIENTO			
TRAMO	LONG.	MATERIAL DE LA TUBERÍA	DIÁMETRO DE LA	TRAMO	LONG.	MATERIAL DE LA TUBERÍA	DIÁMETRO DE LA TUBERÍA
1	34.73	CSN	200	1	34.73	PVC	200
2	36.55	CSN	200	2	36.55	PVC	200
3	67.46	CSN	200	3	67.46	PVC	200

Fuente: Elaboración propia

**Tabla N° 257: Resumen y comparación del sistema de alcantarillado sanitario actual y la propuesta de mejoramiento – Vía Expresa 01**

Vía Expresa 01							
SITUACIÓN ACTUAL				PROPUESTA DE MEJORAMIENTO			
TRAMO	LONG.	MATERIAL DE LA TUBERÍA	DIÁMETRO DE LA	TRAMO	LONG.	MATERIAL DE LA TUBERÍA	DIÁMETRO DE LA TUBERÍA
1	72.55	CSN	300	1	72.55	PVC	200
2	78.99	CSN	300	2	78.99	PVC	250
3	95.31	CSN	300	3	95.31	PVC	250
4	46.32	CSN	300	4	65.50	PVC	315
5	36.28	CSN	300	5	42.10	PVC	315
6	62.08	CSN	300	6	62.20	PVC	315
7	109.52	CSN	300	7	54.90	PVC	315
8	41.00	CSN	300	8	54.90	PVC	315
9	69.89	CSN	300	9	46.90	PVC	315
10	65.22	CSN	300	10	69.80	PVC	315
11	66.05	CSN	300	11	65.20	PVC	400
12	66.86	CSN	300	12	66.10	PVC	400
13	68.33	CSN	300	13	66.80	PVC	400
14	63.47	CSN	300	14	63.47	PVC	400
15	72.82	CSN	300	15	72.82	PVC	400
16	73.37	CSN	300	16	72.87	PVC	400
17	67.83	CSN	300	17	73.50	PVC	400
18	57.45	CSN	300	18	68.30	PVC	400
19	60.10	CSN	300	19	57.32	PVC	400
20	48.15	CSN	300	20	60.03	PVC	400
21	16.63	CSN	300	21	45.40	PVC	400
				22	16.80	PVC	400

Fuente: Elaboración propia

**Tabla N° 258: Resumen y comparación del sistema de alcantarillado sanitario actual y la propuesta de mejoramiento – Vía Expresa 02**

Vía Expresa 02							
SITUACIÓN ACTUAL				PROPUESTA DE MEJORAMIENTO			
TRAMO	LONG.	MATERIAL DE LA TUBERÍA	DIÁMETRO DE LA	TRAMO	LONG.	MATERIAL DE LA TUBERÍA	DIÁMETRO DE LA TUBERÍA
1	69.89	CSN	300	1	69.80	PVC	200
2	65.23	CSN	300	2	65.22	PVC	200
3	66.79	CSN	300	3	66.79	PVC	250
4	66.83	CSN	300	4	66.83	PVC	250
5	68.23	CSN	300	5	68.23	PVC	250
6	63.56	CSN	300	6	63.56	PVC	315
7	72.84	CSN	300	7	72.84	PVC	315
8	73.89	CSN	300	8	73.89	PVC	315
9	67.81	CSN	300	9	67.81	PVC	315
10	57.45	CSN	300	10	57.45	PVC	355
11	60.12	CSN	300	11	60.12	PVC	355
12	48.23	CSN	300	12	48.23	PVC	355
13	14.79	CSN	300	13	14.90	PVC	355
				14	25.00	PVC	400

Fuente: Elaboración propia



## **5. CAPÍTULO V: “DISCUSIÓN”**

Se han planteado ciertos cuestionamientos en el desarrollo de la investigación.

### **DISCUSIÓN N° 01**

**¿Las calles dentro de las Asociaciones Pro Vivienda 28 de Julio, Kantu, Villa Mercedes y Vista Alegre deberán tener un mejor sistema de aguas residuales?**

Debido a una rápida expansión urbana y a que existe una mejora en los servicios públicos, se realizan constantemente obras de infraestructura vial, estas obras deben considerar componentes relaciones a la mejora en los sistemas de desagüe (aguas residuales) así como los sistemas de evacuación de aguas pluviales.

### **DISCUSIÓN N° 02**

**¿De qué manera se podrá dar mejor funcionamiento a los sistemas de alcantarillado sanitario para evitar los daños de infraestructura vial y peatonal?**

El mantenimiento oportuno y limpieza de la red de aguas residuales puede hacer que esta tenga un funcionamiento correcto y continuo. Siempre es necesaria una programación para la inspección de los sistemas.

### **DISCUSIÓN N° 03**

**¿Cuál es el caudal de aporte de aguas residuales de la población de las Asociaciones Pro Vivienda 28 de Julio, Kantu, Villa Mercedes y Vista Alegre a la red de alcantarillado?**

Se determinó que para la población estimada, según el análisis de datos referidos al sistema de aguas residuales, el caudal de aporte es de 0.0033 m<sup>3</sup>/seg ó 3.3 lt/seg; que viene a ser el 80% del consumo diario de la población, citado en el ítem 1.8 de la norma OS.100 “Consideraciones Básicas de diseño de infraestructura Sanitaria“



#### **DISCUSIÓN N° 04**

##### **¿Existen obstrucciones por acumulación de sólidos dentro de la red de alcantarillado sanitario que afecten el flujo del caudal dentro de la red?**

Cuando se realizó la inspección en los buzones, se observó que por el deterioro de algunas de las tapas de estos, existen infiltraciones de aguas pluviales que arrastran sólidos que llegan a estar sedimentados en la red.

#### **DISCUSIÓN N° 05**

##### **¿Cuál es el aporte de esta investigación?**

La presente investigación aporta información referida a sistemas de alcantarillado sanitario y a sistemas separativos de aguas pluviales, los cuales son muy importantes para zonas urbanas ubicadas en localidades donde se produzcan precipitaciones frecuentes con lluvias iguales o mayores a 10mm. En 24 horas tal como se menciona en la Norma OS. 060 del RNE. Por lo cual esta investigación tendría gran utilidad para nuestra zona, que presenta altas precipitaciones.

#### **DISCUSIÓN N° 06**

##### **¿Los resultados obtenidos pueden servir como referencia para investigaciones futuras sobre temas de alcantarillado sanitario?**

Todo el procedimiento metodológico puede ser aplicado para otra investigación que tenga similar carácter y que busque determinar los caudales actuales en las redes de alcantarillado, así como la influencia de las aguas pluviales dentro de estas.



## GLOSARIO

- **ALTIMETRÍA:** Es la rama de la topografía que estudia el conjunto de métodos y procedimientos para determinar para representar la “altura” o “cota” de cada punto respecto a un plano de referencia.
- **AGUAS PLUVIALES:** Son las aguas producto de la lluvia o precipitación que escurren sobre la superficie del terreno.
- **AGUAS RESIDUALES:** El término agua residual define un tipo de agua que está contaminada con sustancias fecales y orina, procedentes de desechos orgánicos humanos o animales. Su importancia es tal que requiere sistemas de canalización, tratamiento y desalojo. Su tratamiento nulo o indebido genera graves problemas de contaminación.
- **ÁREA DE APORTACIÓN:** Superficie de una cuenca o parte de la misma que aporta cierto volumen de aguas pluviales hacia una estructura o conducta.
- **ÁREA PROPIA:** Superficie inmediata al tramo de una tubería o estructura de la red donde se captan las aguas pluviales que llegan por escurrimiento sobre la superficie al correspondiente tramo de tubería o estructura.
- **ALCANTARILLA:** Conducto para transportar agua de lluvia, aguas residuales o una combinación de ellas.
- **ALCANTARILLA PLUVIAL:** Conjunto de alcantarillas que conducen aguas de lluvia.
- **BUZÓN:** Estructura de forma cilíndrica generalmente de 1,20 m de diámetro. Son construidos en mampostería o con elementos de concreto, prefabricados o vaciados en el sitio. Pueden tener recubrimiento de material plástico o no. En la base del cilindro se hace una sección semicircular la cual cumple la función de transición entre un colector y otro. Se usan al inicio de la red en las intersecciones, cambios de dirección, cambios de diámetro o 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 la tubería así como proveer una adecuada ventilación. En la superficie tiene una tapa de 60 cm de diámetro con orificios de ventilación.





- **CANAL:** Conducto abierto o cerrado que transporta agua de lluvia por gravedad presentando una superficie libre.
- **CAPTACIÓN:** Estructura que permite el ingreso de las aguas al sistema pluvial.
- **CAUDAL:** Cantidad de fluido que avanza en una unidad de tiempo.
- **COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA:** Coeficiente que indica la parte de la lluvia que escurre superficialmente.
- **COLECTOR:** Conducto que recibe la aportación de uno o más subcolectores.
- **COTA:** Número que en los mapas indica la altura de un punto sobre el nivel del mar o sobre otro plano de nivel.
- **CUENCA:** Extensión de tierra donde la lluvia que cae sobre la misma escurre y se drena hacia un mismo punto de salida.
- **CUNETA:** Canalización hecha en forma longitudinal a las calles y caminos en la parte extrema de su sección con el fin de captar y conducir las aguas que escurren superficialmente en calles y caminos, hacia conductos o estructuras destinados a su desalojo.
- **DURACIÓN DE LLUVIA:** Es el intervalo de tiempo que se mide entre el principio y el final de la lluvia. Se expresa en minutos.
- **EMISOR:** Conducto que recibe las aguas pluviales de la red de colectores y las lleva al punto de descarga o vertido. Se caracteriza por no tener otras conexiones durante su trayecto.
- **ESCORRENTÍA:** Es un término geológico de la hidrología, que hace referencia a la lámina de agua que circula sobre la superficie en una cuenca de drenaje, es decir la altura en milímetros del agua de lluvia escurrida y extendida. Normalmente se considera como la precipitación menos la evapotranspiración real y la infiltración del sistema suelo.
- **ESPEJO DE AGUA:** Es el ancho de la superficie libre del agua en metros.
- **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.



- **FLUIDO:** Se denomina fluido a un tipo de medio continuo formado por alguna sustancia entre cuyas moléculas solo hay una fuerza de atracción débil.
- **HIDRÁULICA:** Es una rama de la mecánica de fluidos y ampliamente presente en la ingeniería que se encarga del estudio de las propiedades mecánicas de los líquidos
- **HIDROLOGÍA:** Es la ciencia que se dedica al estudio de la distribución, espacial y temporal, y las propiedades del agua presente en la atmósfera y en la corteza terrestre.
- **INTENSIDAD DE LLUVIA:** Es la lámina de la precipitación pluvial en una superficie por unidad de tiempo. Se expresa en milímetro por hora (mm/h), así como en litros por segundo por hectárea (l/s/ha).
- **METEOROLOGÍA:** Ciencia que estudia los fenómenos atmosféricos, las propiedades de la atmósfera, y en especial de su relación con el tiempo atmosférico y la superficie de la tierra y mares.
- **NIVEL:** Es la elevación o distancia vertical desde un nivel de referencia o “datum” hasta la superficie libre.
- **PENDIENTE:** Cuesta o declive de un terreno.
- **PERÍMETRO MOJADO:** Es la longitud de la línea de intersección de la superficie de canal mojado y de un plano transversal perpendicular a la dirección del flujo.
- **PERÍODO DE RETORNO:** Período de retorno de un evento con una magnitud dada es el intervalo de recurrencia promedio entre eventos que igualan o exceden dicha magnitud.
- **PLANIMETRÍA:** Es la parte de la topografía dedicada al estudio de los procedimientos y los métodos que se pone en marcha para lograr representar a escala los detalles de un terreno sobre una superficie plana.
- **RADIO HIDRÁULICO:** Parámetro de los canales expresado en función del área mojada y perímetro mojado.
- **RED DE ALCANTARILLADO.** Se denomina al sistema de estructuras y tuberías usado para la recogida y transporte de las aguas residuales y pluviales de una población desde el lugar en que se generan hasta el sitio en que se vierten al medio natural o se tratan.



- **RUGOSIDAD:** Conjunto de irregularidades que posee una superficie.
- **SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL URBANO:** Sistema que recoge, transporta y descarga aguas pluviales de ciudades siguiendo criterios urbanísticos; comprende el sistema menor y el sistema mayor.
- **SUMIDERO:** Estructura destinada a la captación de las aguas de lluvias, ubicada generalmente antes de las esquinas con el objeto de interceptar las aguas antes de la zona de tránsito de los peatones. Generalmente está conectada a los buzones de inspección.
- **TIEMPO DE CONCENTRACIÓN:** Tiempo que requiere una gota de lluvia que cae en el punto más alejado en la cuenca, para llegar al punto de interés, es decir, cuando toda la cuenca contribuye a la escorrentía superficial en el punto de interés, alcanzándose el caudal pico.
- **TIRANTE:** Altura del nivel de agua en un canal.
- **TOPOGRAFÍA:** Estudia el conjunto de procedimientos para determinar la posición de un punto sobre la superficie terrestre.
- **VELOCIDAD:** Magnitud a partir de la cual se puede expresar el desplazamiento que realiza un objeto en una unidad.



## **CONCLUSIONES**

### **CONCLUSIÓN 1:**

Se logró demostrar la hipótesis general afirmando que el caudal de aguas residuales es mayor al que pueden soportar las tuberías de la red de alcantarillado sanitario de las Asociaciones Pro Vivienda 28 de Julio, Kantu, Villa Mercedes y Vista Alegre, siendo críticas la Vía Expresa 01 y Vía Expresa 02 en donde el volumen rebasado es del 177% y 279% respectivamente en relación a la capacidad de la red actual, datos mostrados en la tabla N° 212, lo cual ocurre por la antigüedad del sistema y el ingreso indebido de las aguas pluviales en la red.

### **CONCLUSIÓN 2:**

No se alcanzó demostrar la sub-hipótesis N°1 ya que el sistema de Alcantarillado Sanitario de las Asociaciones Pro Vivienda 28 de Julio, Kantu, Villa Mercedes y Vista Alegre del Distrito de San Sebastián, Provincia y Departamento del Cusco, posee las características adecuadas, como son pendientes y velocidades, que son las permitidas en la norma OS. 070 del Reglamento Nacional de Edificaciones, como se muestra en las tablas N° 91 a la N°110.

### **CONCLUSIÓN 3:**

No se alcanzó demostrar la sub hipótesis N°2 ya que el volumen que aporta la población al sistema de alcantarillado sanitario no es mayor al que puede conducir este, como se muestra en las tablas N°191 a la N°210.

### **CONCLUSIÓN 4:**

Se logró demostrar la sub hipótesis N°3, ya que la mayoría de las viviendas no cuenta con un sistema de aguas pluviales y las aguas de lluvia se van directamente al sistema de desagüe, y estos volúmenes sobrepasan los que puede soportar la red de alcantarillado sanitario, como se muestra en las tablas N°210 y N°211.

**CONCLUSIÓN 5:**

La sub hipótesis N°4 quedó demostrada ya que en la Vía Expresa 01 y Vía Expresa 02 el diámetro de tubería actual no es el adecuado para soportar los caudales que transporta actualmente la red, así como el tiempo de antigüedad afecta la efectividad del sistema.

**CONCLUSIÓN 6:**

La sub hipótesis N°5 quedó demostrada ya que es necesario plantear una propuesta de mejoramiento de la red de Alcantarillado Sanitario de las Asociaciones Pro Vivienda 28 de Julio, Kantu, Villa Mercedes y Vista Alegre del Distrito de San Sebastián, Provincia y Departamento del Cusco, de acuerdo a los caudales existentes y proyectados a futuro de acuerdo a la Norma OS.070 del Reglamento Nacional de Edificaciones, la cual se presenta en las tablas N° 213 a la N°232.



## **RECOMENDACIONES**

1. Se recomienda la implementación de un nuevo sistema de alcantarillado sanitario, ya que el sistema actual tiene bastantes años de antigüedad y debido al incremento de la población su funcionamiento ya no es adecuado.
2. Se recomienda la realización de trabajos de investigaciones similares en zonas críticas de la ciudad del Cusco, como La avenida La Cultura (altura con Marcavalle y Magisterio), urbanización Tawantinsuyo, urbanización San Borja, etc.; para diseñar nuevos sistemas de aguas residuales y sistemas recolectores de aguas pluviales, puesto que solucionaría los problemas de acumulación de agua en avenidas y calles, así mismo evitaría probables deterioros en las acometidas domiciliarias.
3. Se recomienda la planificación oportuna para la realización del mantenimiento preventivo a las redes de aguas residuales previo a la época donde se presentan las mayores precipitaciones pluviales, a lo largo de la ciudad del Cusco.
4. Se recomienda analizar las matrices del sistema de aguas residuales realizando un estudio amplio a nivel de infraestructura y funcionamiento, con diseños acorde a la normatividad.
5. Se recomienda la implementación del sistema de evacuación de aguas pluviales propuesto para las Asociaciones Pro Vivienda 28 de Julio, Kantu, Villa Mercedes y Vista Alegre del Distrito de San Sebastián – Cusco. El agua recolectada por este sistema se dispondría finalmente a un cauce natural, siendo los más próximos el Río Cachimayo y el Río Huatanay.



## **REFERENCIAS**

- Autoridad Nacional del Agua. (2010) Manual de Criterios de Diseño de Obras Hidráulicas para la formulación de proyectos hidráulicos multisectoriales y de afianzamiento Hídrico. Perú.
- Dolz José, Gómez Manuel. (1994). “Problemática del drenaje de aguas pluviales en zonas urbanas y del estudio hidráulico de las redes de colectores”. España.
- Fair. Geyer. Okun. (2006). Abastecimiento de Agua y Remoción de Aguas Residuales. Estado Unidos: Hamilton Printing Company.
- Guerrée H. (1962). Saneamiento de las Aglomeraciones Urbanas. España.
- Hernández. Fernández. Baptista. (2003). Metodología de la Investigación. México: Mc Graw Hill International Editions.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2007). Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje. Lima – Perú: Editorial Macro.
- Mendoza Dueñas, Jorge. (2009). Topografía – Técnicas Modernas. Lima – Perú.
- Reglamento Nacional de Edificaciones. (2009). Lima – Perú: Editorial Macro.
- Rocha Felices, Arturo. (2007). Lima – Perú: Universidad Nacional de Ingeniería.
- Villón Béjar, Máximo. (2002). Hidrología. Lima – Perú: Editorial Villón.



## PÁGINAS WEB

- Wilton Alcotz (Junio 2010). “Biografía corta Burkli – Ziegler” de [http://hidraulica-hidrologia.blogspot.com/2010\\_05\\_18\\_archive.html](http://hidraulica-hidrologia.blogspot.com/2010_05_18_archive.html)
- Anónimo. (Enero 2014). “Equipos en Topografías”, de <http://www.slideshare.net/karlamargotRMz/equipos-topográficos>
- CONAGUA. Cuenca Hidrológica. (Abril 2014) de <http://www.conagua.gob.mx/conagua07/noticias/ocavm-1eaocavm2009.pdf>. Fecha 18/05/14
- Blog Mundo Limpio. (Julio 2011). “La Importancia de la Cuenca Hidrológica”, de <http://mundolimpio11.blogspot.com/2011/07/la-importanciavital-de-la-cuenca.html>

## ANEXOS