UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
Repositorio Digital de Tesis

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS

"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"

Presentado por los Bachilleres:

Omar Anthony Dueñas Palomino

Harold Paul Mayhuire Ponce

Para optar al Título Profesional de Ingeniero Civil.

Asesor:

Mgt. Ing. Álvaro Horacio Flores Boza

Cusco, 2015

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
Repositorio Digital de Tesis

DEDICATORIA

A mis padres, Antonio Dueñas Romero y María Antonieta Palomino Vargas porque han sido siempre un ejemplo a seguir, que me ayudan en todo momento de mi vida. Por su dedicación constante y su infinito amor

A mis hermanos Frank Elerck y Marco Antonio por formar una parte muy importante de mi vida, por apoyarme y guiarme siempre en momentos difíciles.

A mis amigos porque sé que siempre cuento con ellos.

Con cariño, Omar

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
Repositorio Digital de Tesis

DEDICATORIA

A Dios, a la Virgen María Auxiliadora, a Don Bosco; por permitirme estar hoy aquí y disfrutar de todo lo maravilloso que nos regala el mundo.

A mis Padres José Andrés y Yolanda, por su infinito amor, por ser siempre la inspiración de mi vida; por su entrega constante y por todo el cariño que me han transmitido.

A mis Hermanos, José Andrés y Hofman, por las alegrías y todos los momentos que hemos compartido juntos.

A toda mi familia, abuelos, tíos y primos, que siempre me han dado el todo su cariño, por sus buenos consejos, por las llamadas de atención necesarias y sobre todo por toda la paciencia que siempre han tenido conmigo.

A mis Amigos, de quienes siempre recibo lo mejor y comparto con ellos los momentos más espontáneos que nos da la vida.

Con cariño, Harold Paul

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
Repositorio Digital de Tesis

AGRADECIMIENTOS

A nuestra Universidad.

Por habernos aceptado ser parte de ella y ver dar nuestros primeros pasos como profesionales.

A nuestro Asesor.

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

A nuestros 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 nuestras dudas, por su paciencia, gracias.

Al Ingeniero Edson Salas Fortón por todos los aportes brindados para el desarrollo de esta investigación, gracias.

A nuestros amigos.

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

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

RESUMEN

La presente investigación fue desarrollada en la urbanización Túpac Amaru en el distrito de San Sebastián de la ciudad del Cusco, tuvo como finalidad la evaluación de la influencia de las aguas pluviales que ingresan de manera descontrolada a la red colectora de aguas residuales de la zona, ya que estas afectan en el normal funcionamiento de esta.

Para la investigación se realizó la recolección de información de la población presente en la zona, así como la búsqueda de los datos hidrológicos correspondientes a las estaciones meteorológicas de Kayra y Perayoc, las cuales se encuentran próximas a la urbanización; se contó también con datos proporcionados por la EPS SEDACUSCO, donde se indica la cantidad de reportes de atascamientos presentados por la población en la zona.

Posteriormente se realizó el levantamiento topográfico para obtener las pendientes de las calles de la urbanización. 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 de conexiones de desagüe y la altura de buzones, proporcionados también por la EPS SEDACUSCO.

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, el cual también es mencionado en la Norma OS-060 de Drenaje Pluvial Urbano del Reglamento Nacional de Edificaciones. 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.

El aporte de la presente investigación en base a los resultados obtenidos es brindar el planteamiento de un estudio y diseño capaz de conducir y recolectar los volúmenes de Aguas Pluviales; de tal manera solucionar el problema que afecta a la población de la urbanización Túpac Amaru.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
Repositorio Digital de Tesis

ABSTRACT

This research was developed in the urbanization Tupac Amaru in the district of San Sebastián city of Cusco, was aimed at evaluating the influence of rainwater entering uncontrollably to the collecting wastewater network in the area, since they affect the normal operation of this.

For research data collection of this population in the area and finding the corresponding meteorological stations Perayoc Kayra and hydrological data was performed, which are near the resort; was also included data from the EPS SEDACUSCO, where the number of reports submitted by the population bottlenecks in the area indicated.

Subsequently the survey was to obtain the slopes of the streets of urbanization. Verifying the address lines wastewater network with the inspection of the mailboxes to corroborate with flat drain connections and height of mailboxes, also provided by the EPS was also SEDACUSCO.

The flow of rainwater was determined by the methods: Rational, Bürkli Ziegler and Mac Math, the flow rate obtained by the Rational Method that used for research, which is also mentioned in the Standard OS-060 Drainage Urban Regulation National Buildings. To obtain the flow of driving current network collecting 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.

The contribution of this research based on the results of the approach is to provide a study and design able to drive and collect volumes of rainwater; so solve the problem affecting the population of urbanization Tupac Amaru.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
Repositorio Digital de Tesis

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 domiciliares 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.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
Repositorio Digital de Tesis

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA I
AGRADECIMIENTOS III
RESUMEN IV
ABSTRACT V
INTRODUCCIÓN VI
ÍNDICE GENERAL 7
ÍNDICE DE TABLAS 16
ÍNDICE DE FIGURAS 24
1. CAPÍTULO I: "PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA" 26
1.1. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA 26
1.1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA 26
1.1.2. FORMULACIÓN INTERROGATIVA DEL PROBLEMA 28
1.1.2.1. FORMULACIÓN INTERROGATIVA DEL PROBLEMA GENERAL 28
1.1.2.2. FORMULACIÓN INTERROGATIVA DE LOS PROBLEMAS ESPECÍFICOS 28
1.2. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN 29
1.2.1. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA 29
1.2.2. JUSTIFICACIÓN SOCIAL 29
1.2.3. JUSTIFICACIÓN POR VIABILIDAD 29
1.2.4. JUSTIFICACIÓN POR RELEVANCIA 29
1.3. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN 29
1.3.1. LIMITACIONES DE ZONA DE INVESTIGACIÓN 29
1.3.2. LIMITACIONES DEL ESTUDIO 30
1.3.3. LIMITACIONES DE INFORMACIÓN 30
1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN 30
1.4.1. OBJETIVO GENERAL 30
1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS 31
1.4.2.1. OBJETIVO ESPECÍFICO Nº 1 31
1.4.2.2. OBJETIVO ESPECÍFICO Nº 2 31
1.4.2.3. OBJETIVO ESPECÍFICO Nº 3 31
1.4.2.4. OBJETIVO ESPECÍFICO Nº 4 31

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

1.4.2.5. OBJETIVO ESPECÍFICO Nº 5 31
1.4.2.6. OBJETIVO ESPECÍFICO Nº 6 31
1.4.2.7. OBJETIVO ESPECÍFICO Nº 7 32
1.5. HIPÓTESIS 32
1.5.1. HIPÓTESIS GENERAL 32
1.5.2. SUB-HIPÓTESIS 32
1.5.2.1. SUB HIPÓTESIS N°1 32
1.5.2.2. SUB HIPÓTESIS N° 2 32
1.5.2.3. SUB HIPÓTESIS N° 3 32
1.5.2.4. SUB HIPÓTESIS N° 4 33
1.5.2.5. SUB HIPÓTESIS N° 5 33
1.5.2.6. SUB HIPÓTESIS N° 6 33
1.5.2.7. SUB HIPÓTESIS N° 7 33
1.6. DEFINICIÓN DE VARIABLES 33
1.6.1. VARIABLES INDEPENDIENTES 33
1.6.2. VARIABLES DEPENDIENTES 34
1.6.3. CUADRO DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES 35
2. CAPÍTULO II : "MARCO TEÓRICO" 36
2.1. ANTECEDENTES DE LA TESIS O INVESTIGACIÓN ACTUAL 36
2.1.1. ANTECEDENTES A NIVEL LOCAL 36
2.1.2. ANTECEDENTES A NIVEL NACIONAL 37
2.1.3. ANTECEDENTES A NIVEL INTERNACIONAL 38
2.2. ASPECTOS TEÓRICOS PERTINENTES 40
2.2.1. TOPOGRAFÍA 40
2.2.1.1. PLANIMETRÍA 40
2.2.1.2. ALTIMETRÍA 40
2.2.1.3. TOPOGRAFÍA INTEGRAL 41
2.2.1.4. IMPORTANCIA DE LA TOPOGRAFÍA EN LA INGENIERÍA 41
2.2.1.4.1. ESTUDIO 41
2.2.1.4.2. EJECUCIÓN 42
2.2.1.5. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO 42
2.2.1.5.1. ETAPAS DE UN LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO 42
2.2.1.5.1.1. RECONOCIMIENTO DE TERRENO Y PLAN DE TRABAJO 42
2.2.1.5.1.2. TRABAJO DE CAMPO 43
2.2.1.5.1.3. TRABAJO DE GABINETE 43

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

2.2.1.5.2. CLASES DE LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO 43
2.2.1.5.2.1. LEVANTAMIENTOS CATASTRALES 43
2.2.1.5.2.2. LEVANTAMIENTOS PARA CONSTRUCCIÓN 43
2.2.1.5.2.3. LEVANTAMIENTOS PARA VÍAS DE COMUNICACIÓN 44
2.2.1.5.2.4. LEVANTAMIENTOS PARA TRABAJOS SUBTERRÁNEOS 44
2.2.1.5.2.5. LEVANTAMIENTOS HIDROGRÁFICOS 44
2.2.1.5.2.6. LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS PROPIAMENTE DICHO 44
2.2.2. HIDROLOGÍA 45
2.2.2.1. IMPORTANCIA DE LA HIDROLOGÍA 46
2.2.2.2. CUENCA HIDROLÓGICA 46
2.2.2.2.1. CARACTERÍSTICAS DE LA CUENCA HIDROLÓGICA 47
2.2.2.2.1.1. CARACTERÍSTICAS GEOMORFOLÓGICAS DE LA CUENCA 47
2.2.2.2.1.2. CARACTERÍSTICAS GEOMORFOLÓGICAS DEL CAUCE 48
2.2.2.3. REGISTROS METEOROLÓGICOS 48
2.2.2.3.2. PRECIPITACIÓN PLUVIAL 50
2.2.2.3.3. REGISTROS DE PRECIPITACIÓN Y ANÁLISIS 50
2.2.2.4. AGUAS PLUVIALES 50
2.2.2.5. DEFINICIÓN 50
2.2.2.5.2. FORMAS DE PRECIPITACIÓN 52
2.2.2.5.2.1. LLOVIZNA 52
2.2.2.5.2.2. LLUVIA 52
2.2.2.5.2.3. ESCARCHA 52
2.2.2.5.2.4. NIEVE 52
2.2.2.5.2.5. GRANIZO 52
2.2.2.5.3. CLASIFICACIÓN DE LA PRECIPITACIÓN 52
2.2.2.5.3.1. PRECIPITACIÓN CONVECTIVA 52
2.2.2.5.3.2. PRECIPITACIÓN OROGRÁFICA 53
2.2.2.5.3.3. PRECIPITACIÓN CICLÓNICA 53
2.2.2.5.4. MEDICIÓN DE LA PRECIPITACIÓN 53
2.2.2.5.4.1. PLUVIÓMETRO 53
2.2.2.5.4.2. PLUVIÓGRAFO 54
2.2.2.5.5. ESTUDIO DE UNA TORMENTA 55
2.2.2.5.5.1. DEFINICIÓN 55
2.2.2.5.5.2. IMPORTANCIA DEL ANÁLISIS DE LAS TORMENTAS 56

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

2.2.2.5.5.3. ELEMENTOS DEL ANÁLISIS DE LAS TORMENTAS 56
A. INTENSIDAD 56
B. LA DURACIÓN 57
C. LA FRECUENCIA 57
D. PERÍODO DE RETORNO 57
E. TIEMPO DE CONCENTRACIÓN 57
2.2.2.5.6. DETERMINACIÓN DE LA INTENSIDAD DE LLUVIA 59
2.2.2.5.6.1. MÉTODOS UTILIZADOS PARA LA DETERMINACIÓN DE INTENSIDADES MÁXIMAS DE PRECIPITACIÓN 59
A. MÉTODO GUMBEL 60
B. MÉTODO DE LOG PEARSON III 61
2.2.2.5.6.2. DETERMINACIÓN DE LA TORMENTA DE DISEÑO 62
2.2.2.5.6.3. CURVAS INTENSIDAD-DURACIÓN-FRECUENCIA (IDF) 62
2.2.2.5.7. CÁLCULO DEL COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA 66
2.2.2.5.8. ESCURRIMIENTOS DE LA PRECIPITACIÓN PLUVIAL 67
2.2.2.5.8.1. DEFINICIÓN 67
2.2.2.5.8.2. MEDICIÓN DEL ESCURRIMIENTO 68
2.2.2.5.8.3. PRECIPITACIÓN PLUVIAL Y ESCURRIMIENTO 68
2.2.2.5.8.4. MÉTODO RACIONAL 69
2.2.2.5.8.5. MÉTODO BURKLI ZIEGLER 70
2.2.2.5.8.6. MÉTODO DE MAC MATH 71
2.2.3. NORMA OS-060 DRENAJE PLUVIAL URBANO 72
2.2.3.1. OBJETIVO 72
2.2.3.2. OBLIGATORIEDAD DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL 72
2.2.3.3. DISEÑO HIDRÁULICO 72
2.2.3.4. VELOCIDAD MÍNIMA 73
2.2.3.5. VELOCIDAD MÁXIMA 73
2.2.3.6. PENDIENTE MÍNIMA 74
2.2.3.7. EVACUACIÓN DE LAS AGUAS RECOLECTADAS 74
2.2.3.8. SISTEMAS DE EVACUACIÓN 74
2.2.3.8.1. SISTEMA DE EVACUACIÓN POR GRAVEDAD 74
2.2.3.8.2. SISTEMA DE BOMBEO 75
2.2.4. HIDRÁULICA 75
2.2.4.1. DEFINICIÓN 75

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

2.2.4.2. ESTUDIO HIDRÁULICO 75
2.2.4.3. CANALES 75
2.2.4.3.1. SECCIONES ABIERTAS 76
2.2.4.3.2. SECCIONES CERRADAS 76
2.2.4.3.4. CONSIDERACIONES PARA EL DISEÑO DE CANALES 78
2.2.4.3.4.1. CAUDAL (Q) 78
2.2.4.3.4.2. VELOCIDAD MEDIA DE LOS CANALES (V) 78
2.2.4.3.4.3. PENDIENTE ADMISIBLE (S) 78
2.2.4.3.4.4. ANCHO DE SOLERA (A.S.) 79
2.2.4.3.4.5. BORDE LIBRE (B.L.) 79
2.2.4.3.4.6. COEFICIENTE DE RUGOSIDAD 79
2.2.4.3.5. CLASIFICACIÓN DEL FLUJO DE CANALES ABIERTOS 80
2.2.4.3.6. CÁLCULO DE CAUDALES EN CANALES 81
2.2.4.3.6.1. FÓRMULA DE GANGUILLET- KUTTER 82
2.2.4.3.6.2. FÓRMULA DE BAZIN 83
2.2.4.3.6.3. ECUACIÓN DE MANNING 84
2.2.4.3.6.4. MÉTODO PAVLOVSKI 86
2.2.5. AGUAS RESIDUALES 86
2.2.5.1. DEFINICIÓN 86
2.2.5.2. FUENTES DE AGUAS RESIDUALES 87
2.2.5.3. TIPOS DE AGUAS RESIDUALES 88
2.2.5.3.1. DOMÉSTICAS 88
2.2.5.3.2. INDUSTRIALES 88
2.2.5.3.3. INFILTRACIÓN Y CAUDAL ADICIONALES 88
2.2.5.4. SISTEMAS DE AGUAS RESIDUALES 88
2.2.5.4.1. ALCANTARILLADO 90
2.2.5.4.1.1. SISTEMAS DE SANEAMIENTO Y DRENAJE 90
2.2.5.4.1.2. COMPONENTES DE UNA RED DE ALCANTARILLADO 91
A. COMPONENTES PRINCIPALES DE LA RED 91
B. OTROS ELEMENTOS COMPLEMENTARIOS 92
2.2.5.5. MÉTODO DE CÁLCULO DE LA DEMANDA AGREGADA 93
2.2.5.5.1. DOTACIÓN DE AGUA 94
2.2.5.5.2. DEMANDA 95
2.2.5.5.2.1. CÁLCULO DE LA DEMANDA 95
2.2.5.5.2.2. FACTORES QUE AFECTAN EL CONSUMO 96

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

2.2.6. NORMA OS-070 REDES DE AGUAS RESIDUALES 96
2.2.6.1. OBJETIVO 96
2.2.6.2. DISPOSICIONES ESPECÍFICAS PARA DISEÑO 96
2.2.6.2.1. DIMENSIONAMIENTO HIDRÁULICO 96
2.2.6.2.2. CÁMARAS DE INSPECCIÓN 97
2.2.6.2.3. UBICACIÓN DE TUBERÍAS 97
3. CAPÍTULO III : "METODOLOGÍA" 98
3.1. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN 98
3.1.1. TIPO DE LA INVESTIGACIÓN 98
3.1.2. NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN 98
3.1.3. MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN 98
3.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN 99
3.2.1. DISEÑO METODOLÓGICO 99
3.2.2. DISEÑO DE INGENIERÍA 100
3.2.2.1. DIAGRAMA DE FLUJO 100
3.2.2.2. SECUENCIA DE LA INVESTIGACIÓN 101
3.2.2.2.1. DETERMINACIÓN DE LA SECCIÓN DE LA TUBERÍA 101
3.2.2.2.2. DETERMINACIÓN DE LA PENDIENTE 101
3.2.2.2.3. DETERMINACIÓN DEL COEFICIENTE DE RUGOSIDAD 101
3.2.2.2.4. DETERMINACIÓN DEL CAUDAL DE LA RED DE CONDUCCIÓN ACTUAL 102
3.2.2.2.5. DETERMINACIÓN DE NÚMERO DE CONEXIONES DE AGUA 102
3.2.2.2.6. DETERMINACIÓN DEL CAUDAL DE AGUAS RESIDUALES GENERADAS POR CONSUMO DE LA POBLACIÓN 102
3.2.2.2.7. DETERMINACIÓN DEL COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA 102
3.2.2.2.8. DETERMINACIÓN DE INTENSIDAD DE LLUVIAS 103
3.2.2.2.9. DETERMINACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA 103
3.2.2.2.10. DETERMINACIÓN DEL CAUDAL DE AGUAS PLUVIALES 103
3.3. UNIVERSO Y MUESTRA 103
3.3.1. UNIVERSO 103
3.3.1.1. DESCRIPCIÓN DEL UNIVERSO 103
3.3.2. MUESTRA 104
3.3.2.1. DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA 104
3.3.2.2. MÉTODO DE MUESTREO 104
3.3.3. CRITERIOS DE INCLUSIÓN 104

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

3.4. INSTRUMENTOS 104
3.4.1. INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS O INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS 104
3.4.1.1. ENCUESTAS 105
3.4.1.2. FICHA TOPOGRÁFICA 106
3.4.2. INSTRUMENTOS DE INGENIERÍA 107
3.4.2.1. INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN EN CAMPO 107
3.4.2.1.1. ESTACIÓN TOTAL 107
3.4.2.1.3. PRISMAS Y PORTA PRISMAS 108
3.4.2.1.4. BRÚJULA 108
3.4.2.1.5. CINTA MÉTRICA 109
3.4.2.1.6. GPS 110
3.4.2.2. PROGRAMAS PARA EL PROCESAMIENTO DE DATOS 111
3.4.2.2.1. AUTOCAD 2014 111
3.4.2.2.2. H- CANALES V3.0 111
3.5. PROCEDIMIENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS 112
3.5.1. RECOLECCIÓN DE DATOS POR ENCUESTAS 112
3.5.2. RECOLECCIÓN DE DATOS REFERIDOS A LA POBLACIÓN Y A LA DOTACIÓN DE SERVICIO 112
3.5.3. RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN REFERIDA A LOS ATASCAMIENTOS EN LA RED 114
3.5.5. RECOLECCIÓN DE DATOS DE LA RED AGUAS RESIDUALES ACTUAL 116
3.5.7. RECOLECCIÓN DE DATOS TOPOGRÁFICOS 118
3.5.8. RECOLECCIÓN DE DATOS PLUVIOMÉTRICOS 119
3.6. PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS DE DATOS 126
3.6.1. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN DE LAS ENCUESTAS 126
3.6.2. CÁLCULO DEL CAUDAL DE AGUAS RESIDUALES GENERADAS POR CONSUMO DE LA POBLACIÓN 131
3.6.2.1. OBTENCIÓN DE LA DEMANDA AGREGADA POR CONEXIONES DOMICILIARIAS APORTANTES A LA RED DE AGUAS RESIDUALES. 131
3.6.3. CÁLCULO DEL CAUDAL DE LA RED ACTUAL 133
3.6.3.1. CÁLCULO DE PENDIENTES DE LA RED DE CONDUCCIÓN DE LAS CALLES DE LA ZONA DE ESTUDIO EN LA URBANIZACIÓN TÚPAC AMARU. 134

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

3.6.3.2. DETERMINACIÓN DE CAPACIDAD DE LA RED DE ALCANTARILLADO POR CALLES DE LA ZONA DE ESTUDIO EN LA URBANIZACIÓN TÚPAC AMARU. 139
3.6.3.2.1. MÉTODO GANGUILLET-KUTTER 139
3.6.3.2.2. MÉTODO BAZIN 143
3.6.3.2.3. MÉTODO MANNING 147
3.6.3.2.4. MÉTODO PAVLOVSKI 151
3.6.4. CÁLCULO DEL CAUDAL DE ESCORRENTÍA ORIGINADA POR LLUVIAS 154
3.6.4.1. CÁLCULO DE LAS ÁREAS DE INFLUENCIA DE LAS MICROCUENCAS DE LA ZONA DE ESTUDIO EN LA URBANIZACIÓN TÚPAC AMARU 154
3.6.4.2. OBTENCIÓN DEL TIEMPO DE CONCENTRACIÓN 155
3.6.4.2.1. MÉTODO KIRPICH 156
3.6.4.2.2. MÉTODO CALIFORNIA CULVERTS PRACTICE 156
3.6.4.2.3. MÉTODO FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION 157
3.6.4.3. OBTENCIÓN DE LA INTENSIDAD DE PRECIPITACIÓN DENTRO DE LA URBANIZACIÓN TÚPAC AMARU. 157
3.6.4.4. OBTENCIÓN DEL CAUDAL GENERADO POR LAS PRECIPITACIONES EN LA ZONA DE ESTUDIO DENTRO DE LA URBANIZACIÓN TÚPAC AMARU. 162
3.6.4.4.1. ECUACIÓN DEL MÉTODO RACIONAL. 162
3.6.4.4.1.1. OBTENCIÓN DEL COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA DEL MÉTODO RACIONAL 162
3.6.4.4.1.2. OBTENCIÓN DEL CAUDAL POR EL MÉTODO RACIONAL 164
3.6.4.4.2. MÉTODO BURKLI ZIEGLER. 165
3.6.4.4.2.1. OBTENCIÓN DEL COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA DEL MÉTODO BURKLI ZIEGLER 166
3.6.4.4.2.2. OBTENCIÓN DEL CAUDAL DEL MÉTODO BURKLI ZIEGLER 166
3.6.4.4.3. MÉTODO DE MAC MATH 167
3.6.4.4.3.1. OBTENCIÓN DEL COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA MÉTODO MAC MATH 168
3.6.4.4.3.2. OBTENCIÓN DEL CAUDAL DEL MÉTODO DE MAC MATH 169
4. CAPÍTULO IV : “RESULTADOS” 171
4.1. CAUDALES DE CONTRIBUCIÓN A LA RED POR LA POBLACIÓN 171
4.2. CAUDALES DE LA RED ACTUAL DE AGUAS RESIDUALES 171
4.3. CAUDALES POR PRECIPITACIONES PLUVIALES. 176

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

4.3.1. **CAUDAL OBTENIDO POR EL MÉTODO RACIONAL** 176
4.4. **ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD DE LA RED DE RECOLECCIÓN DE AGUAS RESIDUALES SEGÚN LOS CAUDALES OBTENIDOS.** 183
4.5. **INVENTARIO DE IMPACTOS** 188
4.6. **DISEÑO DEL SISTEMA DE EVACUACIÓN DE AGUAS PLUVIALES.** 193
4.6.1. **DISEÑO DE CANAL RECOLECTOR DE AGUAS PLUVIALES DE LA CALLE TINTA** 193
4.6.2. **DISEÑO DE SUMIDEROS RECOLECTORES DE AGUAS PLUVIALES EN LAS CALLES TOMASA TITO CONDEMAYTA Y TINTA.** 195
4.6.2.1. **SUMIDERO 01** 195
4.6.2.2. **SUMIDERO 02** 197
5. **CAPÍTULO V : "DISCUSIÓN"** 198
GLOSARIO 200
CONCLUSIONES 204
RECOMENDACIONES 207
REFERENCIAS 208
PÁGINAS WEB 209
ANEXOS 209
ANEXO 01: PANEL FOTOGRÁFICO
ANEXO 02: PRESUPUESTO, METRADO, ANÁLISIS DE P.U. Y PROGRAMACIÓN
ANEXO 03: PLANOS
ANEXO 04: ENCUESTAS REALIZADAS

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Operacionalización de Variables 35
Tabla 2: Coordenadas Geodésicas de la Estación Meteorológica Granja Kayra 49
Tabla 3: Coordenadas Geodésicas de la Estación Meteorológica 49
Tabla 4: Fórmulas para el cálculo de Tiempo de concentración, Método Kirpich 58
Tabla 5: Fórmulas para el cálculo de Tiempo de Concentración – CPP 58
Tabla 6: Fórmulas para el cálculo de Tiempo de concentración- FAA 59
Tabla 7: Coeficientes de duración lluvias entre 48 horas y una hora 65
Tabla 8: Coeficientes de escorrentía promedio para áreas urbanas desde 2 a 500 años de Período de Retorno 67
Tabla 9: Valores de "C" para la fórmula de BurkliZiegler 71
Tabla 10: Factor de escorrentía de Mac Math 72
Tabla 11: Coeficientes de Rugosidad de Manning según Norma OS-060. 73
Tabla 12: Velocidad Máxima para Tuberías de alcantarillado según Norma OS-060. 73
Tabla 13: Relaciones geométricas transversales más frecuentes 77
Tabla 14: Coeficientes de rugosidad de Manning 80
Tabla 15: Valores del coeficiente "n" de Kutter, usados para diseños 83
Tabla 16: Valores del coeficiente "G" de rugosidad, usados en la fórmula de Bazin 84
Tabla 17: Valores de "n" dados por Horton para ser usados en la fórmula de Manning 85
Tabla 18: Dotación el litros por persona diario (lppd) de habilitaciones de tipo comercial 95
Tabla 19: Vivienda particulares, por condición de ocupación de vivienda 113
Tabla 20: Población en viviendas, urbana o rural 113
Tabla 21: Número de atoros registrados en la red de desagüe, sectorizada, año 2014. 115
Tabla 22: Cantidad de solicitudes de servicio por atoro de desagüe atendido hasta las 22 horas de presentado el reporte 115
Tabla 23: Cantidad de solicitudes de servicio por atoro de desagüe 115
Tabla 24: Precipitaciones Máximas en 24 horas - PERAYOC 119
Tabla 25: Precipitaciones Máximas en 24 horas – GRANJA KAYRA 121
Tabla 26: Precipitaciones Acumuladas Mensuales – PERAYOC 122
Tabla 27: Precipitaciones Acumuladas Mensuales – GRANJA KAYRA 123
Tabla 28: Datos estadísticos de población y vivienda, distrito de San Sebastián. 131
Tabla 29: Índice de personas por vivienda, distrito de San Sebastián. Año 2007 131
Tabla 30: Índice de personas por vivienda, distrito de San Sebastián. Año 2015 132
Tabla 31: Número de habitantes y número de viviendas dentro de la urbanización Túpac Amaru 132
Tabla 32: Dotación por conexión clima frío, según Norma OS.100 132

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Tabla 33: Demanda de Agua por lote de población 133
Tabla 34: Cálculo del consumo de la población. 133
Tabla 35: Relaciones geométricas transversales más frecuentes 134
Tabla 36: Pendientes de la red de aguas residuales obtenidas calle Tinta 135
Tabla 37: Pendientes de la red de aguas residuales obtenidas calle Tomasa Tito Condemayta 135
Tabla 38: Pendientes de la red de aguas residuales obtenidas calle Antonio Bastidas 135
Tabla 39: Pendientes de la red de aguas residuales obtenidas calle Plaza 136
Tabla 40: Pendientes de la red de aguas residuales obtenidas calle Francisco Túpac Amaru 136
Tabla 41: Pendientes de la red de aguas residuales obtenidas calle Tomás Katari 136
Tabla 42: Pendientes de la red de aguas residuales obtenidas calle Túpac Katari 136
Tabla 43: Pendientes de la red de aguas residuales obtenidas calle Fernando Túpac Amaru 137
Tabla 44: Pendientes de la red de aguas residuales obtenidas calle Hipólito Túpac Amaru 137
Tabla 45: Pendientes de la red de aguas residuales obtenidas calle Diego Túpac Amaru 137
Tabla 46: Pendientes de la red de aguas residuales obtenidas calle Pedro Mendigure 138
Tabla 47: Pendientes de la red de aguas residuales obtenidas calle Tambohuasco Pumayalli 138
Tabla 48: Pendientes de la red de aguas residuales obtenidas calle Mariano Túpac Amaru 138
Tabla 49: Pendientes de la red de aguas residuales obtenidas calle Ventura Mojarras 138
Tabla 50: Pendientes de la red de aguas residuales obtenidas calle Rosa Túpac Amaru 139
Tabla 51: Pendientes de la red de aguas residuales obtenidas calle Rosa Noguera 139
Tabla 52: Caudales obtenidos por el método de Ganguillet-Kutter en la calle Tinta 140
Tabla 53: Caudales obtenidos por el método de Ganguillet-Kutter en la calle Tomasa Tito Condemayta 140
Tabla 54: Caudales obtenidos por el método de Ganguillet-Kutter en la calle Antonio Bastidas 140
Tabla 55: Caudales obtenidos por el método de Ganguillet-Kutter en la calle Plaza 140
Tabla 56: Caudales obtenidos por el método de Ganguillet-Kutter en la calle Francisco Túpac Amaru 141
Tabla 57: Caudales obtenidos por el método de Ganguillet-Kutter en la calle Tomás Katari 141
Tabla 58: Caudales obtenidos por el método de Ganguillet-Kutter en la calle Túpac Katari 141

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Tabla 59: Caudales obtenidos por el método de Ganguillet-Kutter en la calle Fernando Túpac Amaru 141
Tabla 60: Caudales obtenidos por el método de Ganguillet-Kutter en la calle Hipólito Túpac Amaru 141
Tabla 61: Caudales obtenidos por el método de Ganguillet-Kutter en la calle Diego Túpac Amaru 142
Tabla 62: Caudales obtenidos por el método de Ganguillet-Kutter en la calle Pedro Mendigure 142
Tabla 63: Caudales obtenidos por el método de Ganguillet-Kutter en la calle Tambohuasco Pumayalli 142
Tabla 64: Caudales obtenidos por el método de Ganguillet-Kutter en la calle Mariano Túpac Amaru 142
Tabla 65: Caudales obtenidos por el método de Ganguillet-Kutter en la calle Ventura Mojarras 142
Tabla 66: Caudales obtenidos por el método de Ganguillet-Kutter en la calle Rosa Túpac Amaru 143
Tabla 67: Caudales obtenidos por el método de Ganguillet-Kutter en la calle Rosa Noguera 143
Tabla 68: Caudales obtenidos por el método de Bazin en la calle Tinta 144
Tabla 69: Caudales obtenidos por el método de Bazin en la calle Tomasa Tito Condemayta 144
Tabla 70: Caudales obtenidos por el método de Bazin en la calle Antonio Bastidas 144
Tabla 71: Caudales obtenidos por el método de Bazin en la calle Plaza 144
Tabla 72: Caudales obtenidos por el método de Bazin en la calle Francisco Túpac Amaru 144
Tabla 73: Caudales obtenidos por el método de Bazin en la calle Tomás Katari 145
Tabla 74: Caudales obtenidos por el método de Bazin en la calle Túpac Katari 145
Tabla 75: Caudales obtenidos por el método de Bazin en la calle Fernando Túpac Amaru 145
Tabla 76: Caudales obtenidos por el método de Bazin en la calle Hipólito Túpac Amaru 145
Tabla 77: Caudales obtenidos por el método de Bazin en la calle Diego Túpac Amaru 146
Tabla 78: Caudales obtenidos por el método de Bazin en la calle Pedro Mendigure 146
Tabla 79: Caudales obtenidos por el método de Bazin en la calle Tambohuasco Pumayalli 146
Tabla 80: Caudales obtenidos por el método de Bazin en la calle Mariano 146
Tabla 81: Caudales obtenidos por el método de Bazin en la calle Ventura Mojarras 146
Tabla 82: Caudales obtenidos por el método de Bazin en la calle Rosa Túpac Amaru 147
Tabla 83: Caudales obtenidos por el método de Bazin en la calle Rosa Noguera 147

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Tabla 84: Caudales obtenidos por el método de Manning en la calle Tinta 147
Tabla 85: Caudales obtenidos por el método de Manning en la calle Tomasa Tito Condemayta 148
Tabla 86: Caudales obtenidos por el método de Manning en la calle Antonio Bastidas 148
Tabla 87: Caudales obtenidos por el método de Manning en la calle Plaza 148
Tabla 88: Caudales obtenidos por el método de Manning en la calle Francisco Túpac Amaru 148
Tabla 89: Caudales obtenidos por el método de Manning en la calle Tomás Katari 148
Tabla 90: Caudales obtenidos por el método de Manning en la calle Túpac Katari 149
Tabla 91: Caudales obtenidos por el método de Manning en la calle Fernando Túpac Amaru 149
Tabla 92: Caudales obtenidos por el método de Manning en la calle Hipólito Túpac Amaru 149
Tabla 93: Caudales obtenidos por el método de Manning en la calle Diego Túpac Amaru 149
Tabla 94: Caudales obtenidos por el método de Manning en la calle Pedro Mendigura 149
Tabla 95: Caudales obtenidos por el método de Manning en la calle Tambohuasco Pumayalli 150
Tabla 96: Caudales obtenidos por el método de Manning en la calle Mariano Túpac Amaru 150
Tabla 97: Caudales obtenidos por el método de Manning en la calle Ventura Mojarras 150
Tabla 98: Caudales obtenidos por el método de Manning en la calle Rosa Túpac Amaru 150
Tabla 99: Caudales obtenidos por el método de Manning en la calle Rosa Noguera 150
Tabla 100: Caudales obtenidos por el método de Pavlovski en la calle Tinta 151
Tabla 101: Caudales obtenidos por el método de Pavlovski en la calle Tomasa Tito Condemayta 151
Tabla 102: Caudales obtenidos por el método de Pavlovski en la calle Antonio Bastidas 152
Tabla 103: Caudales obtenidos por el método de Pavlovski en la calle Plaza 152
Tabla 104: Caudales obtenidos por el método de Pavlovski en la calle Francisco Túpac Amaru 152
Tabla 105: Caudales obtenidos por el método de Pavlovski en la calle Tomás Katari 152
Tabla 106: Caudales obtenidos por el método de Pavlovski en la calle Túpac Katari 152
Tabla 107: Caudales obtenidos por el método de Pavlovski en la calle Fernando Túpac Amaru 153
Tabla 108: Caudales obtenidos por el método de Pavlovski en la calle Hipólito Túpac Amaru 153

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Tabla 109: Caudales obtenidos por el método de Pavlovski en la calle Diego Túpac Amaru 153
Tabla 110: Caudales obtenidos por el método de Pavlovski en la calle Pedro Mendigure 153
Tabla 111: Caudales obtenidos por el método de Pavlovski en la calle Tambohuasco Pumayalli 153
Tabla 112: Caudales obtenidos por el método de Pavlovski en la calle Mariano Túpac Amaru 154
Tabla 113: Caudales obtenidos por el método de Pavlovski en la calle Ventura Mojarras 154
Tabla 114: Caudales obtenidos por el método de Pavlovski en la calle Rosa Túpac Amaru 154
Tabla 115: Caudales obtenidos por el método de Pavlovski en la calle Rosa Noguera 154
Tabla 116: Áreas de la zona de estudio 155
Tabla 117: Datos topográficos de la Zona de estudio 156
Tabla 118: Tiempo de concentración de la zona de estudio – Método Kirpich ... 156
Tabla 119: Tiempo de concentración de la zona de estudio – Método California Culverts Practice 157
Tabla 120: Tiempo de concentración de la zona de Estudio – Método Federal Aviation Administration 157
Tabla 121: Factores de corrección de la precipitación 158
Tabla 122: Precipitaciones Máximas estimadas en 24 hrs. Dentro de la urbanización Túpar Amaru 158
Tabla 123: Precipitación estimada (promedio) máxima en 24 horas 159
Tabla 124: Precipitación "Pd" en (mm), de acuerdo con el tiempo de duración de la lluvia 160
Tabla 125: Intensidades Máximas según su duración y período de retorno 161
Tabla 126: Coeficientes de Escorrentía para ser utilizadas en el Método Racional 162
Tabla 127: Coeficiente de Escorrentía de la Zona 01 163
Tabla 128: Coeficiente de Escorrentía de la Zona 02 163
Tabla 129: Coeficiente de Escorrentía de la Zona 03 163
Tabla 130: Coeficiente de Escorrentía de la Zona 04 164
Tabla 131: Caudal para la Zona 01 por la Ecuación del Método Racional 164
Tabla 132: Caudal para la Zona 02 por la Ecuación del Método Racional 164
Tabla 133-: Caudal para la Zona 03 por la Ecuación del Método Racional 165
Tabla 134: Caudal para la Zona 04 por la Ecuación del Método Racional 165
Tabla 135: Caudal Total de la Zona 01, 02, 03 y 04 por la Ecuación del Método Racional 165
Tabla 136: Coeficientes de Escorrentía para ser utilizadas en el Método Burkli Ziegler 166
Tabla 137: Caudal para la Zona 01 por el Método Burkli Ziegler 166
Tabla 138: Caudal para la Zona 02 por el Método Burkli Ziegler 166
Tabla 139: Caudal para la Zona 03 por el Método Burkli Ziegler 167
Tabla 140: Caudal para la Zona 04 por el Método Burkli Ziegler 167

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Tabla 141: Caudal Total de la Zona 01, 02, 03 y 04 por el Método Burkli Ziegler 167
Tabla 142: Coeficientes de Escorrentía para ser utilizadas en el Método Mac Math 168
Tabla 143: Coeficiente de Escorrentía de la Zona 01 168
Tabla 144: Coeficiente de Escorrentía de la Zona 02 168
Tabla 145: Coeficiente de Escorrentía de la Zona 03 169
Tabla 146: Coeficiente de Escorrentía de la Zona 04 169
Tabla 147: Caudal para la Zona 01 por el Método Mac Math 169
Tabla 148: Caudal para la Zona 02 por el Método Mac Math 169
Tabla 149: Caudal para la Zona 03 por el Método Mac Math 170
Tabla 150: Caudal para la Zona 04 por el Método Mac Math 170
Tabla 151: Caudal Total de la Zona 01, 02,03 y 04 por el Método Mac Math 170
Tabla 152: Caudal de Aporte de la Población a la red de Aguas residuales 171
Tabla 153: Resultado de Caudales por Diferentes Métodos para la calle Tinta 171
Tabla 154: Resultado de Caudales por Diferentes Métodos para la calle Tomasa Tito Condemayta 172
Tabla 155: Resultado de Caudales por Diferentes Métodos para la calle Antonio Bastidas 172
Tabla 156: Resultado de Caudales por Diferentes Métodos para la calle Plaza 172
Tabla 157: Resultado de Caudales por Diferentes Métodos para la calle Francisco Túpac Amaru 172
Tabla 158: Resultado de Caudales por Diferentes Métodos para la calle Tomás Katari 173
Tabla 159: Resultado de Caudales por Diferentes Métodos para la calle Túpac Katari 173
Tabla 160: Resultado de Caudales por Diferentes Métodos para la calle Fernando Túpac Amaru 173
Tabla 161: Resultado de Caudales por Diferentes Métodos para la calle Hipólito Túpac Amaru 174
Tabla 162: Resultado de Caudales por Diferentes Métodos para la calle Diego Túpac Amaru 174
Tabla 163: Resultado de Caudales por Diferentes Métodos para la calle Pedro Mendigure 174
Tabla 164: Resultado de Caudales por Diferentes Métodos para la calle Tambohuacso Pumayalli 175
Tabla 165: Resultado de Caudales por Diferentes Métodos para la calle Mariano Túpac Amaru 175
Tabla 166: Resultado de Caudales por Diferentes Métodos para la calle Ventura Mojarras 175
Tabla 167: Resultado de Caudales por Diferentes Métodos para la calle Rosa Túpac Amaru 176
Tabla 168: Resultado de Caudales por Diferentes Métodos para la calle Rosa Ventura 176
Tabla 169: Caudales de Precipitaciones Totales por Zona 176

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Tabla 170: Caudales de precipitaciones por área tributaria de los tramos de la calle Tinta 179
Tabla 171: Caudales de precipitaciones por área tributaria de los tramos de la calle Tomasa Tito Condemayta 179
Tabla 172: Caudales de precipitaciones por área tributaria de los tramos de la calle Antonio Bastidas 179
Tabla 173: Caudales de precipitaciones por área tributaria de los tramos de la calle Plaza 180
Tabla 174: Caudales de precipitaciones por área tributaria de los tramos de la calle Francisco Túpac Amaru 180
Tabla 175: Caudales de precipitaciones por área tributaria de los tramos de la calle Tomás Katari 180
Tabla 176: Caudales de precipitaciones por área tributaria de los tramos de la calle Túpac Katari 180
Tabla 177: Caudales de precipitaciones por área tributaria de los tramos de la calle Fernando Túpac Amaru 181
Tabla 178: Caudales de precipitaciones por área tributaria de los tramos de la calle Hipólito Túpac Amaru 181
Tabla 179: Caudales de precipitaciones por área tributaria de los tramos de la calle Diego Túpac Amaru 181
Tabla 180: Caudales de precipitaciones por área tributaria de los tramos de la calle Pedro Mendigure 182
Tabla 181: Caudales de precipitaciones por área tributaria de los tramos de la calle Tambohuacso Pumayalli 182
Tabla 182: Caudales de precipitaciones por área tributaria de los tramos de la calle Mariano Túpac Amaru 182
Tabla 183: Caudales de precipitaciones por área tributaria de los tramos de la calle Ventura Mojarras 182
Tabla 184: Caudales de precipitaciones por área tributaria de los tramos de la calle Rosa Túpac Amaru 183
Tabla 185: Caudales de precipitaciones por área tributaria de los tramos de la calle Rosa Noguera 183
Tabla 186: Comparación de los Caudales con la capacidad de la Red en la calle Tinta 184
Tabla 187: Comparación de los Caudales con la capacidad de la Red en la calle Tomasa Tito Condemayta 184
Tabla 188: Comparación de los Caudales con la capacidad de la Red en la calle Antonio Bastidas 184
Tabla 189: Comparación de los Caudales con la capacidad de la Red en la calle Plaza 185
Tabla 190: Comparación de los Caudales con la capacidad de la Red en la calle Francisco Túpac Amaru 185
Tabla 191: Comparación de los Caudales con la capacidad de la Red en la calle Tomás Katari 185
Tabla 192: Comparación de los Caudales con la capacidad de la Red en la calle Túpac Katari 185

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Tabla 193: Comparación de los Caudales con la capacidad de la Red en la calle Fernando Túpac Amaru 186
Tabla 194: Comparación de los Caudales con la capacidad de la Red en la calle Hipólito Túpac Amaru 186
Tabla 195: Comparación de los Caudales con la capacidad de la Red en la calle Diego Túpac Amaru 186
Tabla 196: Comparación de los Caudales con la capacidad de la Red en la calle Pedro Mendigura 187
Tabla 197: Comparación de los Caudales con la capacidad de la Red en la calle Tambohuasco Pumayalli 187
Tabla 198: Comparación de los Caudales con la capacidad de la Red en la calle Mariano Túpac Amaru 187
Tabla 199: Comparación de los Caudales con la capacidad de la Red en la calle Ventura Mojarras 187
Tabla 200: Comparación de los Caudales con la capacidad de la Red en la calle Rosa Túpac Amaru 188
Tabla 201: Comparación de los Caudales con la capacidad de la Red en la calle Rosa Noguera 188
Tabla 202: Impactos encontrados en la calle Tinta 189
Tabla 203: Impactos encontrados en la calle Tomasa Ttito Condemayta 189
Tabla 204: Impactos encontrados en la calle Antonio Bastidas 189
Tabla 205: Impactos encontrados en la calle Plaza 190
Tabla 206: Impactos encontrados en la calle Francisco Túpac Amaru 190
Tabla 207: Impactos encontrados en la calle Tomás Katari 190
Tabla 208: Impactos encontrados en la calle Túpac Katari 190
Tabla 209: Impactos encontrados en la calle Fernando Túpac Amaru 190
Tabla 210: Impactos encontrados en la calle Hipólito Túpac Amaru 191
Tabla 211: Impactos encontrados en la calle Diego Túpac Amaru 191
Tabla 212: Impactos encontrados en la calle Pedro Mendigure 191
Tabla 213: Impactos encontrados en la calle Tambohuacso Pumayalli 191
Tabla 214: Impactos encontrados en la calle Mariano Túpac Amaru 191
Tabla 215: Impactos encontrados en la calle Ventura Mojarras 192
Tabla 216: Impactos encontrados en la calle Rosa Túpac Amaru 192
Tabla 217: Impactos encontrados en la calle Rosa Noguera 192
Tabla 218: Clasificación de Impactos presentados en toda la urbanización Túpac Amaru 192
Tabla 219: Dimensiones del canal recolector de aguas pluviales de la calle Tinta 194
Tabla 220: Dimensiones del sumidero 01 de la calle Tomasa Tito Condemayta 195
Tabla 221: Cálculo del Área Efectiva de Sumidero 01 196
Tabla 222: Dimensiones del sumidero 02 de la calle Tinta 197
Tabla 223: Cálculo del Área Efectiva de Sumidero 02 197

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Sumidero recolector de Aguas Pluviales obstruido, en la Calle Hipólito Túpac Amaru. 26
Figura 2: Inexistencia de sumidero dentro de la urbanización Túpac Amaru en la intersección con la calle Diego Túpac Amaru 27
Figura 3: Empozamiento de aguas por la inexistencia de alcantarillado en la calle Tinta 27
Figura 4: Nivelación geométrica simple 41
Figura 5: Curvas de nivel de un levantamiento topográfico 42
Figura 6: Levantamiento Topográfico 44
Figura 7: El Ciclo Hidrológico 46
Figura 8: Elementos de una cuenca Hidrológica 47
Figura 9: Equipos dentro del Observatorio Meteorológico de Perayoc 49
Figura 10: Precipitación pluvial intensa 50
Figura 11: Pluviómetro 54
Figura 12: Pluviógrafo del Observatorio Meteorológico de Perayoc-UNSAAC 55
Figura 13: Pluviograma 55
Figura 14: Flujo en conductos 76
Figura 15: Secciones artificiales transversales tipo 77
Figura 16: Flujo uniforme permanente 81
Figura 17: Flujo uniforme no permanente 81
Figura 18: Modelo de Encuesta 105
Figura 19: Modelo de Ficha Topográfica 106
Figura 20: Estación Total 107
Figura 21: Prismas y Porta-prismas 108
Figura 22: Brújula 109
Figura 23: Cinta Métrica 110
Figura 24: Sistema de posicionamiento global (GPS) 110
Figura 25: Portada de Autocad 2014 111
Figura 26: Portada H-Canales V3.0 111
Figura 27: Encuesta realizada a los vecinos de la urbanización Túpac Amaru 112
Figura 28: Plano de lotización de la urbanización Túpac Amaru 114
Figura 29: Gráfica del número de atoros registrados en la red de Desagüe por sectores, dentro del año 2014 115
Figura 30: Plano del Sistema de Aguas Residuales - Túpac Amaru 116
Figura 31: Verificación de diámetro de tuberías en los buzones dentro del Sistema de Aguas Residuales - Túpac Amaru 117
Figura 32: Inspección de buzón dentro del Sistema de Aguas Residuales - Túpac Amaru 117
Figura 33: Levantamiento Topográfico en la calle Tomas Katari en la urbanización Túpac Amaru 118
Figura 34: Trabajos nivelación de calle Tinta en la urbanización Túpac Amaru. 119

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Figura 35: Estación Meteorológica – Granja Kayra 124
Figura 36: Observatorio Meteorológico - Perayoc 125
Figura 37: Boletines Meteorológicos, utilizados para la recopilación de la información 125
Figura 38: Resultados de la pregunta 01 de la encuesta realizada 126
Figura 39: Resultados de la pregunta 02 de la encuesta realizada 127
Figura 40: Resultados de la pregunta 03 de la encuesta realizada 127
Figura 41: Resultados de la pregunta 04 de la encuesta realizada 128
Figura 42: Resultados de la pregunta 05 de la encuesta realizada 129
Figura 43: Resultados de la pregunta 06 de la encuesta realizada 130
Figura 44: Áreas de la zona de estudio 155
Figura 45: Curvas I-D-F de la urbanización Túpac Amaru 160
Figura 46: Curvas I-D-F en Escala doble Logarítmica de la urbanización Túpac Amaru 161
Figura 47: Áreas contribuyentes al caudal de escorrentía pluvial 177
Figura 48: Cálculo de dimensiones del canal recolector de aguas pluviales de la calle Tinta 193
Figura 49: Cálculo de dimensiones del sumidero 01 de la calle Tinta y Tomasa Tito Condemayta 195
Figura 50: Cálculo de dimensiones del sumidero 02 de la calle Tinta 197

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

1. CAPÍTULO I: "PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA"

1.1. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

1.1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

En nuestra ciudad es frecuente presenciar el inadecuado trabajo de las redes de aguas residuales en diferentes urbanizaciones, generalmente a consecuencia del aumento del caudal de las aguas provenientes de las precipitaciones pluviales que ocurren entre los meses de noviembre a marzo, prolongándose inclusive hasta los meses de abril.

La urbanización Túpac Amaru, del distrito de San Sebastián, ubicada en la parte sur de la ciudad del Cusco, ha sido identificada como una zona crítica, debido a que existen reportes de los usuarios hacia la EPS SEDACUSCO donde indican que se originan reboses y atascamientos de las redes de recolección de aguas residuales por el incremento de la intensidad de las precipitaciones en la época de lluvias, 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 1: Sumidero recolector de Aguas Pluviales obstruido, en la Calle Hipólito Túpac Amaru.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Figura 2: Inexistencia de sumidero dentro de la urbanización Túpac Amaru en la intersección con la calle Diego Túpac Amaru

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Figura 3: Empozamiento de aguas por la inexistencia de alcantarillado en la calle Tinta

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

1.1.2. FORMULACIÓN INTERROGATIVA DEL PROBLEMA

1.1.2.1. FORMULACIÓN INTERROGATIVA DEL PROBLEMA GENERAL

- ¿Cuál es la incidencia de las aguas pluviales que ingresan a la red colectora de aguas residuales en la urbanización Túpac Amaru del Distrito de San Sebastián de la ciudad del Cusco?

1.1.2.2. FORMULACIÓN INTERROGATIVA DE LOS PROBLEMAS ESPECÍFICOS

- ¿Cuál es el volumen de agua pluvial que ingresa de forma descontrolada al colector de aguas residuales?
- ¿Cuáles serán los coeficientes de escorrentía superficial que se presentan en las áreas dentro de la urbanización Túpac Amaru del distrito de San Sebastián?
- ¿Cuál es el área de la cuenca aportante que nos permitirá obtener el caudal de las aguas pluviales?
- ¿Cuál es la máxima capacidad de conducción de los colectores de aguas residuales de la urbanización Túpac Amaru?
- ¿Cuál será el diseño de un sistema de evacuación de aguas pluviales dentro de las intersecciones de las calles y avenidas de la urbanización Túpac Amaru?
- ¿Cómo se relaciona el valor de intensidad de lluvia en proporción al escurrimiento en la cuenca aportante de la urbanización Túpac Amaru del distrito de San Sebastián?
- ¿Cuáles son los impactos desfavorables generados por el ingreso de aguas pluviales dentro de la red colectora de aguas residuales de la urbanización Túpac Amaru?

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

1.2. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN

Dar a conocer el funcionamiento de la red de evacuación de aguas residuales de la urbanización Túpac Amaru, influenciada con el ingreso de las aguas pluviales a esta red; y alcanzar la alternativa de solución.

1.2.1. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA

La presente investigación es importante debido a que los resultados obtenidos de la evaluación hidrológica e hidráulica permitirán plantear un nuevo diseño de un sistema separativo que dará solución a la problemática.

1.2.2. JUSTIFICACIÓN SOCIAL

Preservar la seguridad de la población y brindar buena transitabilidad vehicular y peatonal con un nuevo diseño de evacuación de un sistema separativo de aguas residuales y pluviales.

1.2.3. JUSTIFICACIÓN POR VIABILIDAD

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

La investigación es viable debido a que se cuenta con los registros meteorológicos necesarios para realizar la evaluación hidrológica.

La investigación es viable debido a que existen precedentes sobre reportes de la población acerca del mal funcionamiento de las redes de aguas residuales.

1.2.4. JUSTIFICACIÓN POR RELEVANCIA

La investigación es muy relevante debido a que realiza un aporte el cual es dar la solución técnica práctica para la problemática social presente en la zona de investigación.

1.3. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1. LIMITACIONES DE ZONA DE INVESTIGACIÓN

- La siguiente investigación se limita al estudio del área en la urbanización Túpac Amaru ubicado en el distrito de San Sebastián en la ciudad del Cusco.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

1.3.2. LIMITACIONES DEL ESTUDIO

- La presente investigación está limitada al estudio pluvial y de aguas residuales domiciliarias.
- La presente investigación se limita al cálculo de los caudales de la red de conducción actual, caudal producido por aguas pluviales y caudal producido por aguas residuales.
- Se limita al uso y comparación de diferentes fórmulas, que determinarán los caudales a partir de sus parámetros.

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, siendo estos corroborados por el levantamiento topográfico hecho para la investigación.
- Se limita a la información hidrológica procesada de las estaciones PERAYOC y KAYRA
- Se limita a la información de datos estadísticos de la población proporcionada por el INEI.
- 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, datos corroborados al momento de realizar la verificación en la zona de estudio.

1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1. OBJETIVO GENERAL

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.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1.4.2.1. OBJETIVO ESPECÍFICO Nº 1

Determinar el volumen de agua pluvial y residual que se vierte al colector de aguas residuales de la urbanización Túpac Amaru del distrito de San Sebastián.

1.4.2.2. OBJETIVO ESPECÍFICO Nº 2

Hallar el coeficiente de escorrentía superficial según las áreas impermeables de la urbanización Túpac Amaru del distrito de San Sebastián.

1.4.2.3. OBJETIVO ESPECÍFICO Nº 3

Determinar el valor de intensidad de lluvia, para comprobar si es directamente proporcional al escurrimiento en la cuenca aportante de la urbanización Túpac Amaru del distrito de San Sebastián.

1.4.2.4. OBJETIVO ESPECÍFICO Nº 4

Determinar el área de la cuenca aportante en la zona de la urbanización Túpac Amaru del distrito de San Sebastián, para obtener el caudal de las aguas pluviales, en relación a los colectores existentes.

1.4.2.5. OBJETIVO ESPECÍFICO Nº 5

Determinar la máxima capacidad de conducción de los colectores de aguas residuales de la urbanización Túpac Amaru.

1.4.2.6. OBJETIVO ESPECÍFICO Nº 6

Diseñar un sistema para captar el caudal de aguas pluviales de las calles e intersecciones de la urbanización Túpac Amaru del distrito de San Sebastián.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

1.4.2.7. OBJETIVO ESPECÍFICO Nº 7

Determinar los impactos desfavorables generados por el ingreso descontrolado de aguas pluviales dentro de la red colectora de aguas residuales de la urbanización Túpac Amaru del distrito de San Sebastián.

1.5. HIPÓTESIS

1.5.1. HIPÓTESIS GENERAL

Los volúmenes de aguas pluviales que ingresan a la red colectora de aguas residuales de la urbanización Túpac Amaru del distrito de San Sebastián, en la época de lluvias, rebasan la capacidad de conducción del sistema, de manera proporcional a la intensidad de las precipitaciones, generando impactos desfavorables.

1.5.2. SUB-HIPÓTESIS

1.5.2.1. SUB HIPÓTESIS N°1

Los colectores de aguas residuales de la urbanización Túpac Amaru del distrito de San Sebastián son insuficientes para atender el volumen de agua residual más agua pluvial, respecto a la población actual de la zona.

1.5.2.2. SUB HIPÓTESIS N° 2

Las áreas impermeables en la urbanización Túpac Amaru del distrito de San Sebastián generan coeficientes de escorrentía superficial altos.

1.5.2.3. SUB HIPÓTESIS N° 3

La intensidad de lluvia es directamente proporcional al escurrimiento en la cuenca aportante de la urbanización Túpac Amaru del distrito de San Sebastián.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

1.5.2.4. SUB HIPÓTESIS N° 4

El área de la cuenca de la urbanización Túpac Amaru del distrito de San Sebastián, determina caudales de precipitación elevados respecto a la capacidad de los colectores de aguas existentes en la zona.

1.5.2.5. SUB HIPÓTESIS N° 5

Es necesario un sistema exclusivo de evacuación de aguas pluviales, para mejorar el funcionamiento de la red de remoción de aguas residuales.

1.5.2.6. SUB HIPÓTESIS N° 6

Los colectores de aguas residuales tienen la capacidad suficiente para atender la demanda de agua residual generada por la población de la urbanización Túpac Amaru del distrito de San Sebastián.

1.5.2.7. SUB HIPÓTESIS N° 7

El ingreso descontrolado de aguas pluviales dentro de la red colectora de aguas residuales de la urbanización Túpac Amaru genera diversos impactos desfavorables que afectan a la población de la zona.

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.)

- **Áreas impermeables de la zona.**

INDICADOR: Levantamiento topográfico (m2 ó km2).

- **Área de la Cuenca.**

INDICADOR: Planos Topográficos (Ha.).

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

- **Sistema evacuador de Aguas Pluviales.**

INDICADOR: Pendiente del canal (m/m); Dimensiones del canal (m), Rugosidad del material del canal(n).

- **Capacidad del colector de Aguas Residuales.**

INDICADOR: Pendiente de la tubería (m/m); Diámetro de la tubería (m), Rugosidad de la tubería(n).

1.6.2. VARIABLES DEPENDIENTES

- **Demanda de Agua Residual más Agua Pluvial**

INDICADOR: Caudal de aguas pluviales (m3/seg), Caudal de aguas residuales (m3/seg).

- **Coeficiente de Escorrentía**

INDICADOR: Pendiente media de la cuenca (m/m); características del terreno.

- **Caudal de Aguas Pluviales**

INDICADOR: Velocidad (m/seg); Área (m2); Intensidad de lluvia (mm/hr).

- **Funcionamiento del Sistema de Aguas Residuales**

INDICADOR: Mantenimiento, vida útil, uso.

- **Demanda de Agua Residual**

INDICADOR: Dotación de agua (lt/hab/día).

.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

1.6.3. CUADRO DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 1: Operacionalización de Variables

TIPO DE VARIABLE	DENOMINACIÓN DE LA VARIABLE	DESCRIPCION 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 INEI Padrón de usuarios
	X2: Áreas Impermeables de la zona de estudio	Lugares donde no se produce la infiltracion al terreno natural.	Levantamiento Topograáfico	UTM	Estación Total e instrumentos topográficos
	X3: Área de la Cuenca	espacio formado por el esucurrimiento de aguas.	Levantamiento Topograáfico	UTM	Estación Total e instrumentos topográficos
	X4: Sistema evacuador de Aguas Pluviales	Estructuras capaces de captar y conducir, las aguas origindas por las lluvias	Pendiente del Canal Dimensión del Canal Rugosidad del material del Canal	% m adimensional	Hoja de Cálculo Ficha de Campo Hoja de Cálculo
	X5: Capacidad del Colector de Aguas Residuales	Voluen de agua capaz de transportar la tuberia del sistema.	Pendiente de la Tubería Diámetro de la Tubería Rugosidad de la Tubería	m/m m adimensional	Hoja de Cálculo Ficha de Campo Hoja de Cálculo
DEPENDIENTES	Y1 :Demanda de Agua Residual + agua pluvial	Volumen total de Agua que es originado en la zona de estudio.	Caudal de Aguas Pluviales Caudal de Aguas Residuales	m3/seg	Hoja de Cálculo Puviómetro
	Y2: Coeficiente de Escorrentia	Relación entre el índice de escorrentía y la precipitación anual.	Pendiente Media de la Cuenca Características de la Superficie	m/m	Nivel de Ingeniero Ficha de Campo
	Y3: Caudal de Aguas Pluviales	Volumen originado por precipitaciones.	Velocidad Área Intensidad de Lluvia	m/seg. m2 mm	Hoja de Cálculo Hoja de Cálculo Puviómetro
	Y4: Funcionamiento del Sistema de Aguas Residuales	Estado actual de la red de alcantarillao del sistema.	Mantenimiento Vida Útil Uso	adimensional	Ficha de Campo
	Y5: Demanda de Agua Residual	Volumen de agua que ingresa al sistema de aguas residuales ,originado por las conexiones domésticas	Dotación Número de Conexiones	lt/hab/dia	Hoja de Cálculo

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

2. CAPÍTULO II : "MARCO TEÓRICO"

2.1. ANTECEDENTES DE LA TESIS O INVESTIGACIÓN ACTUAL

2.1.1. ANTECEDENTES A NIVEL LOCAL

AUTOR: Bellota Limachi, Cristel Arascelly

TÍTULO: "Evaluación de los Parámetros Hídricos para la Determinación de las Secciones de los Canales Matrices de Evacuación de Aguas Pluviales en la Zona urbana del Margen Izquierdo del distrito de San Jerónimo"

INSTITUCIÓN: Universidad Andina del Cusco

AÑO DE LA INVESTIGACIÓN: 2014

INTRODUCCIÓN:

El presente trabajo tuvo la finalidad de evaluar las Precipitaciones en la zona de estudio y así realizar la determinación de secciones de canal matriz adecuada para la evacuación de aguas pluviales, en una cuenca con insuficiente infraestructura pluvial y un fuerte crecimiento de superficies impermeables.

El objetivo final del estudio hidrológico fue la determinación de secciones de canal matriz para la evacuación de aguas pluviales, la función de dicho sistema es la captación del agua de lluvia de las calles y otras áreas, para prevenir daños a la propiedad, interrupción del tráfico, y la inundación. El problema del proyecto se complica por el incremento de las construcciones y otras superficies impermeables, por lo que el escurrimiento futuro aumentará.

COMENTARIO:

En la Tesis se llegó a cumplir con su objetivo principal, como era la determinación de parámetros hídricos, con la finalidad de realizar la estimación de secciones de canal matriz tentativos, para evacuación de aguas pluviales. Otro objetivo de la tesis fue la verificación de dimensiones de secciones de canal existentes en la zona de estudio y observar el funcionamiento de estos.

Este trabajo fue desarrollado en la zona urbana de la margen izquierda del Distrito de San Jerónimo en la ciudad del Cusco.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

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 desfogues para la disposición final de las aguas de lluvia.

2.1.2. ANTECEDENTES A NIVEL NACIONAL

AUTOR: Chávez Aguilar, Fernando Javier

TÍTULO: "Simulación y Optimización de un Sistema de Alcantarillado Urbano"

INSTITUCIÓN: Pontificia Universidad Católica del Perú

AÑO DE LA INVESTIGACIÓN: 2011

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.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

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.

CONCLUSIÓN:

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 m3/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 m3/s para el nivel de intensidad considerado.

2.1.3. ANTECEDENTES A NIVEL INTERNACIONAL

AUTOR: Dolz, José - Gómez, Manuel

TÍTULO: “Problemática del Drenaje de Aguas Pluviales en Zonas Urbanas y del Estudio Hidráulico de las Redes de Colectores”

INSTITUCIÓN: Departamento de Ingeniería Hidráulica, Marítima y Ambiental Universidad Politécnica de Catalunya – España.

AÑO DE LA INVESTIGACIÓN: 1994

INTRODUCCIÓN:

Se analiza la problemática del drenaje de aguas pluviales en zonas urbanas, en particular en áreas de rápido y reciente desarrollo urbano como es el caso del

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

litoral mediterráneo español. Se estudia la repercusión que tiene sobre el drenaje un proceso urbanizador no respetuoso con la hidrología de las cuencas naturales preexistentes. Asimismo se analiza de una forma conceptual la problemática que presenta la modelación numérica de los diferentes procesos involucrados en el drenaje urbano, especialmente el comportamiento hidráulico de las redes de colectores.

CONCLUSIÓN:

El coeficiente de escorrentía paso de tener un valor comprendido entre 0.03 y 0.46 (31 episodios lluviosos estudiados) a otro comprendido entre 0.11 y 0.64 (20 episodios lluviosos estudiados). Cabe indicar que el coeficiente de escorrentía tiende a ser mayor cuanto mayor es la intensidad de la lluvia.

El tiempo de concentración pasó de estar comprendido entre 60 y 100 minutos antes de la urbanización, a 35-50 después de ésta. Toda la problemática anteriormente descrita se agrava en determinadas zonas donde se presentan con relativa frecuencia precipitaciones de corta duración pero de intensidad extrema. Este es el caso de muchas zonas del litoral mediterráneo donde la intensidad de la lluvia correspondiente a una determinada duración y probabilidad es aproximadamente el doble que la correspondiente a ciudades europeas no mediterráneas.

Así, para un período de retorno de 10 años y 30 minutos de duración en Montpellier y Barcelona la intensidad de lluvia es superior a los 80 mm/h. Para situar esta cifra, cabe recordar que la precipitación media anual en Barcelona es aproximadamente 550 mm. Un análisis de las características extremas de la precipitación en la España mediterránea puede verse en Martín (1992). Ello provoca caudales específicos muy elevados: en las pequeñas cuencas urbanas del entorno barcelonés, para un período de retorno de 10 años, son normales caudales punta de 15a 25 m3/seg/km2 en cuencas inferiores a los 25 km2. En la cuenca del Bogatell, de unos 25 km2 y que drena aproximadamente el 25 % de la superficie.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

2.2. ASPECTOS TEÓRICOS PERTINENTES

Los conceptos mencionados a continuación son los que conciernen de importancia a lo largo del proceso de investigación. Por tal motivo que mencionarlos y definirlos es esencial para el mejor entendimiento de las personas interesadas en conocer este trabajo.

2.2.1. TOPOGRAFÍA

En el libro de Mendoza Dueñas (2009), se explica que la topografía es una rama de la ingeniería que se 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 informaciones se obtienen de instituciones especializadas en cartografía y/o a través de las mediciones realizadas sobre el terreno ("levantamiento"), complementando esta información con la aplicación de elementales procedimientos matemáticos.
Para el mejor desarrollo de la topografía, ésta se divide en tres partes.

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.

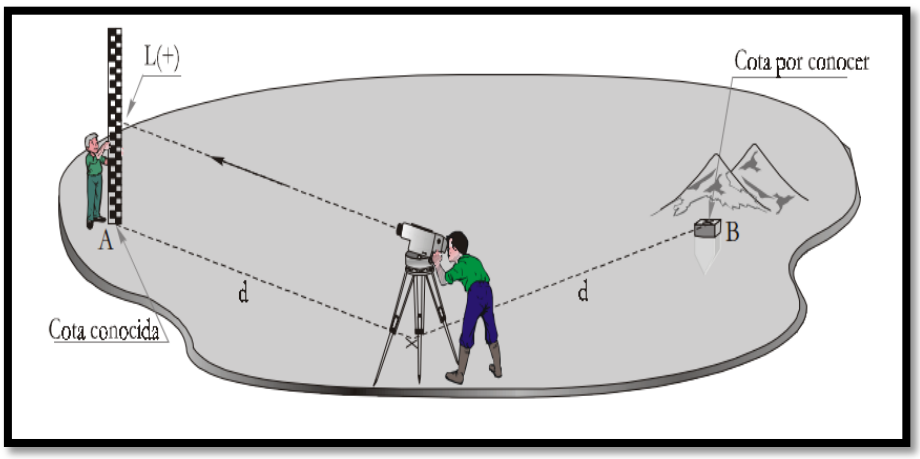
Para esto es importante proyectar a la horizontal todas las longitudes inclinadas que hayan de intervenir de la determinación del plano.

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.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Figura 4: Nivelación geométrica simple



FUENTE: TOPOGRAFÍA TÉCNICAS MODERAS- 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.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

2.2.1.4.2. EJECUCIÓN

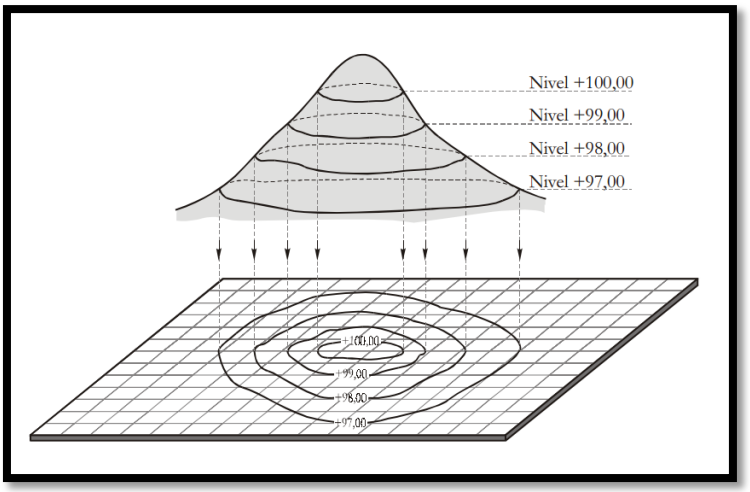
Realizado por el ingeniero contratista o empresa contratista. Consiste en realizar el proceso constructivo de la obra de acuerdo al plano elaborado por el consultor.

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 5: Curvas de nivel de un levantamiento topográfico



FUENTE: TOPOGRAFÍA TÉCNICAS MODERAS- 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 dividirlas en tres.

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.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

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 CONSTRUCCIÓN

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

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

2.2.1.5.2.3. LEVANTAMIENTOS PARA VÍAS DE COMUNICACIÓN

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

2.2.1.5.2.4. LEVANTAMIENTOS 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).

Figura 6: Levantamiento Topográfico

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

2.2.2. 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).

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Figura 7: El Ciclo Hidrológico

FUENTE: INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGÍA Y CAMBIO CLIMÁTICO – MÉXICO

2.2.2.1. IMPORTANCIA DE LA HIDROLOGÍA

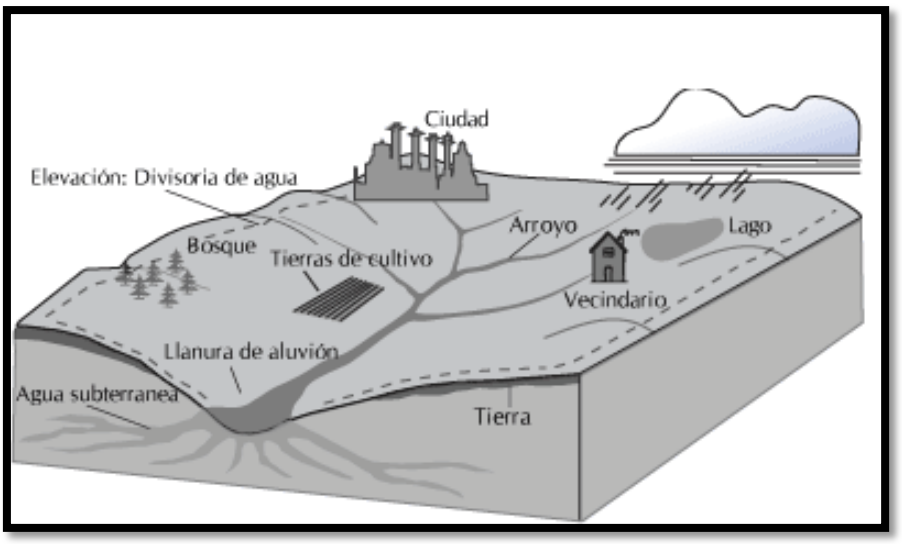
En la actualidad la hidrología tiene un papel muy importante en el planeamiento del uso de los Recursos Hidráulicos, y ha llegado a convertirse en parte fundamental de los proyectos de ingeniería que tienen que ver con suministro de agua, disposición de aguas servidas, drenaje, protección contra la acción 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.

2.2.2.2. CUENCA HIDROLÓGICA

Una zona de la superficie terrestre en donde (si fuera impermeable) las gotas de lluvia que caen sobre ella tienden a ser drenadas por el sistema de corrientes hacia un mismo punto de salida (Aparicio, 1997).

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Figura 8: Elementos de una cuenca Hidrológica



FUENTE: BLOG: MUNDO LIMPIO 11

2.2.2.2.1. 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.

2.2.2.2.1.1. CARACTERÍSTICAS GEOMORFOLÓGICAS DE LA CUENCA

a) Área de la cuenca. De acuerdo con Campos (1992):

- Muy pequeña A < 25 km2
- Pequeña 25 < A < 250 km2

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

- Intermedia pequeña 250 < A < 500 km2
- Intermedia grande 500 < A < 2500 km2
- Grande 2500 < A < 5000 km2
- Muy grande A > 5000 km2

b) La pendiente de la cuenca tiene una importante pero compleja relación con la infiltración, el escurrimiento superficial, la humedad del suelo y la contribución del agua subterránea al flujo en los cauces. Esta característica controla el tiempo de flujo sobre el terreno y tiene influencia directa en la magnitud de las avenidas.

c) Cobertura vegetal y uso y tipo de suelo (edafología).

d) Red de drenaje.

2.2.2.2.1.2. 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.

2.2.2.3. REGISTROS METEOROLÓGICOS

La información hidrometereológica 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.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Tabla 2: Coordenadas Geodésicas de la Estación Meteorológica Granja Kayra

Ubicación Geodésica	Kayra
Latitud Sur	13° 33' 25"
Longitud Oeste	71° 52' 29"
Altitud (m.s.n.m)	3,238

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

También se obtuvo los datos del observatorio meteorológico Luis Olazo Olivera dentro de la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco – Perayoc

Tabla 3: Coordenadas Geodésicas de la Estación Meteorológica

Ubicación Geodésica	Cusco
Latitud Sur	13° 31’ 16”
Longitud Oeste	71° 57’ 53”
Altitud (m.s.n.m)	3,365

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Figura 9: Equipos dentro del Observatorio Meteorológico de Perayoc

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

2.2.2.3.2. 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.

Figura 10: Precipitación pluvial intensa

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

2.2.2.3.3. 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.

2.2.2.4. AGUAS PLUVIALES

2.2.2.5. DEFINICIÓN

La humedad atmosférica se precipita en extensas cantidades en forma de lluvia, nieve, granizo o aguanieve.; se condensa en pequeñas cantidades como

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

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)

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

2.2.2.5.2. FORMAS DE PRECIPITACIÓN

2.2.2.5.2.1. LLOVIZNA

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

2.2.2.5.2.2. LLUVIA

Son gotas de aguas con diámetro mayor a 0.5 mm.

2.2.2.5.2.3. ESCARCHA

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

2.2.2.5.2.4. NIEVE

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

2.2.2.5.2.5. 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.

2.2.2.5.3. CLASIFICACIÓN DE LA PRECIPITACIÓN

2.2.2.5.3.1. 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.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

2.2.2.5.3.2. 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.

2.2.2.5.3.3. 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.

2.2.2.5.4. 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).

2.2.2.5.4.1. 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

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

y se introduce una regla graduada, con el cual se toma la lectura; generalmente se acostumbra hacer una lectura cada 24 horas.

Figura 11: Pluviómetro

FUENTE: ESTACIÓN METEOROLÓGICA HIPÓLITO UNÁNUE - PUCP

2.2.2.5.4.2. PLUVIÓGRAFO

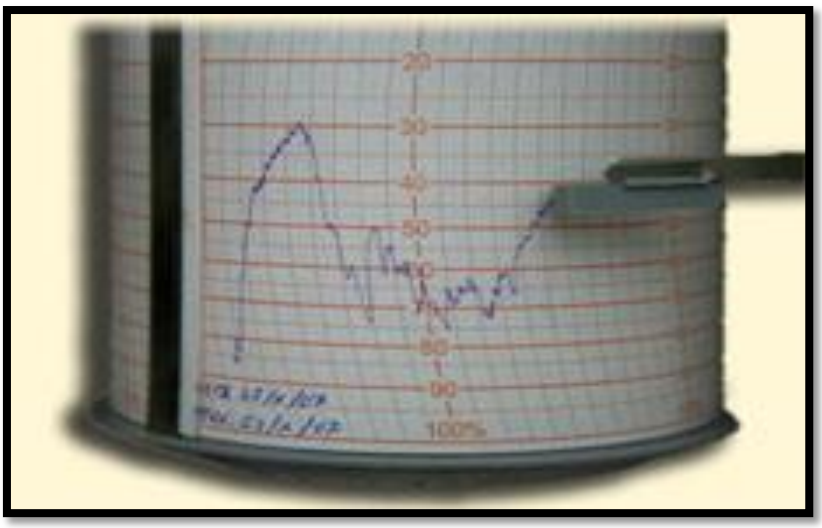
Es un instrumento, que registra de lluvia en función del tiempo, lo cual permite determinar la intensidad de precipitación. Los pluviógrafos más comunes son de forma cilíndrica, y el embudo receptor está ligado a un sistema de flotadores, que originan el movimiento de una aguja sobre el papel registrador, 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.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Figura 12: Pluviógrafo del Observatorio Meteorológico de Perayoc-UNSAAC

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Figura 13: Pluviograma



FUENTE: RED IBEROAMERICANA DE OFICINAS DE CAMBIO CLIMÁTICO

2.2.2.5.5. ESTUDIO DE UNA TORMENTA

2.2.2.5.5.1. DEFINICIÓN

Se entiende por tormenta o borrasca, al conjunto de lluvias que obedecen a una misma perturbación meteorológica y de características bien definidas. De

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

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.

2.2.2.5.5.2. 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 compensas 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.

2.2.2.5.5.3. 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.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

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 tc. 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

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

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:

$$\boldsymbol{tc = to + tf}$$

Dónde:

to: Tiempo de entrada, hasta alguna alcantarilla.

tf: Tiempo de flujo en los alcantarillados hasta el punto de interés =Σ Li / Vi.

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

Tabla 4: Fórmulas para el cálculo de Tiempo de concentración, Método Kirpich

MÉTODO Y FECHA	FÓRMULA PARA t_c (minutos)	OBSERVACIONES
Kirpich (1940)	$t_c = 0.01947 L^{0.77} S^{-0.385}$ L = longitud del canal desde aguas arriba hasta la salida, m. S = pendiente promedio de la cuenca, m/m	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 tc 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 5: Fórmulas para el cálculo de Tiempo de Concentración – CPP

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

FUENTE: MANUAL DE HIDROLOGÍA E HIDRÁULICA – MTC - 2009

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Tabla 6: Fórmulas para el cálculo de Tiempo de concentración- FAA

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

FUENTE: MANUAL DE HIDROLOGÍA E HIDRÁULICA – MTC

2.2.2.5.6. 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.

2.2.2.5.6.1. 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)

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

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:

α : Parámetros de concentración.

β : 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:

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

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

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:

$$X_0 \leq X < \infty$$
$$-\infty < X_0 < \infty$$
$$0 < \beta < \infty$$
$$0 \leq y < \infty$$

Dónde:

X_0 : Parámetros de posición.

Y : Parámetros de forma.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

β : Parámetros de escala.

2.2.2.5.6.2. 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.

2.2.2.5.6.3. 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:

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

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

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 hietogramas de cada una de las tormentas ocurridas en un año y de estos hietogramas 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 probabilísticas 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.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

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: la intensidad de lluvia de diseño (mm).

D: es la duración (min).

a, b y m: son 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 tabal 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.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Tabla 7: Coeficientes de duración 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).

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

d: duración (min).

P_{24h} : precipitación máxima en 24 horas (mm).

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

2.2.2.5.7. 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.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Tabla 8: Coeficientes de escorrentía promedio para áreas urbanas desde 2 a 500 años de Período de Retorno

CARACTERISTICAS DE LA SUPERFICIE	PERIODO DE RETORNO (AÑOS) 2	5	10	25	50	100	500
AREAS URBANAS							
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
Zonas verdes (jardines, parques, etc)							
Condición pobre (cubierta de pasto menor del 50% del área)							
Plano 0 - 2%	0.32	0.34	0.37	0.40	0.44	0.47	0.58
Promedio 2 - 7%	0.37	0.40	0.43	0.46	0.49	0.53	0.61
Pendiente Superior a 7%	0.40	0.43	0.45	0.49	0.52	0.55	0.62
Condición promedio (cubierta de pasto menor del 50% al 75% del área)							
Plano 0 - 2%	0.25	0.28	0.30	0.34	0.37	0.41	0.53
Promedio 2 - 7%	0.33	0.36	0.38	0.42	0.45	0.49	0.58
Pendiente Superior a 7%	0.37	0.40	0.42	0.46	0.49	0.53	0.60
Condición buena (cubierta de pasto mayor del 75% del área)							
Plano 0 - 2%	0.21	0.23	0.25	0.29	0.32	0.36	0.49
Promedio 2 - 7%	0.29	0.32	0.35	0.39	0.42	0.46	0.56
Pendiente Superior a 7%	0.34	0.37	0.40	0.44	0.47	0.51	0.58
AREAS NO DESARROLLADAS							
Área de Cultivos							
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
Pastizales							
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
Bosques							
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.

2.2.2.5.8. ESCURRIMIENTOS DE LA PRECIPITACIÓN PLUVIAL

2.2.2.5.8.1. 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.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

2.2.2.5.8.2. 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 u 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.

2.2.2.5.8.3. 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

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

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 estimulaciones normales en la precipitación o escurrimiento esperados. (Fair. Geyer. Okun. 2002).

2.2.2.5.8.4. 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 km2.

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:

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Q: Caudal máximo en m3/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 km2 la fórmula es:

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

2.2.2.5.8.5. MÉTODO BURKLI ZIEGLER

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 (m3/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).

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

S: pendiente media.

Tabla 9: Valores de "C" para la fórmula de BurkliZiegler

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

2.2.2.5.8.6. 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^3/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:

C_1: está en función de la cobertura vegetal

C_2: está en función de la textura del suelo

C_3: está en función de la topografía del terreno

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Tabla 10: Factor de escorrentía de Mac Math

FACTOR DE ESCORRENTÍA DE MAC MATH					
Vegetación		**Suelo**		**Topografía**	
Cobertura (%)	**C_1**	**Textura**	**C_2**	**Pendiente (%)**	**C_3**
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

2.2.3. NORMA OS-060 DRENAJE PLUVIAL URBANO

2.2.3.1. 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.

2.2.3.2. 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.

2.2.3.3. 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:

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Tabla 11: Coeficientes de Rugosidad de Manning según Norma OS-060.

Tubería	Coeficiente 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.

2.2.3.4. 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.

2.2.3.5. 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 12: Velocidad Máxima para Tuberías de alcantarillado según Norma OS-060.

Velocidad Máxima para tuberías de alcantarillado (m/s)		
Material de la Tubería		*Agua con fragmentos de Arena y Grava*
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/cm2	2,0
	210 Kg/cm2	3,3
	250 Kg/cm2	4,0
	280 Kg/cm2	4,3
	315 Kg/cm2	5,0
Concreto Armado de curado al vapor	> 280 Kg/cm2	6,6

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

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

2.2.3.6. 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.

2.2.3.7. 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.

2.2.3.8. SISTEMAS DE EVACUACIÓN

Clasificación:

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

2.2.3.8.1. 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

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

2.2.3.8.2. 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 movibles o fijas (plantas de bombeo).

2.2.4. HIDRÁULICA

2.2.4.1. DEFINICIÓN

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

2.2.4.2. 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.

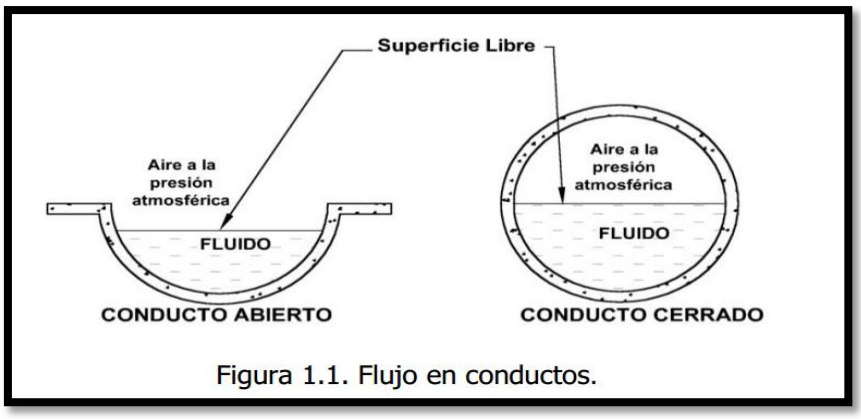
Las situaciones provocadas por los seres humanos incluyen flujos en canales y alcantarillas, escurrimientos sobre materiales impermeables. En todas estas situaciones, el flujo se caracteriza por un interfaz entre el aire y la capa superior del agua la cual se llama Superficie Libre. En esta superficie 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**.**

2.2.4.3. CANALES

Los canales son conductos abiertos o cerrados en los cuales el agua circula debido a la acción de la gravedad y sin ninguna presión, pues la superficie libre del líquido esa en el contacto con la atmósfera; esto quiere decir que el agua fluye impulsada por la presión atmosférica y de su propio peso. (Rodríguez Ruiz, 2008)

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Figura 14: Flujo en conductos



FUENTE: HIDRÁULICA II –RODRÍGUEZ RUIZ, PEDRO.

Las secciones transversales más comunes son las siguientes:

2.2.4.3.1. SECCIONES ABIERTAS

Sección Trapezoidal: Se usa en canales de tierra debido a que proveen las pendientes necesarias para estabilidad, en canales revestidos.

Sección Rectangular: Debido a que el rectángulo tiene lados verticales, por lo general se utiliza para canales construidos con materiales estables, 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. También se emplean revestidas, como alcantarillados de las carreteras.

Sección Parabólica: Se emplea en algunas ocasiones para canales revestidos y es la forma que toman aproximadamente muchos canales naturales y canales bajo tierra.

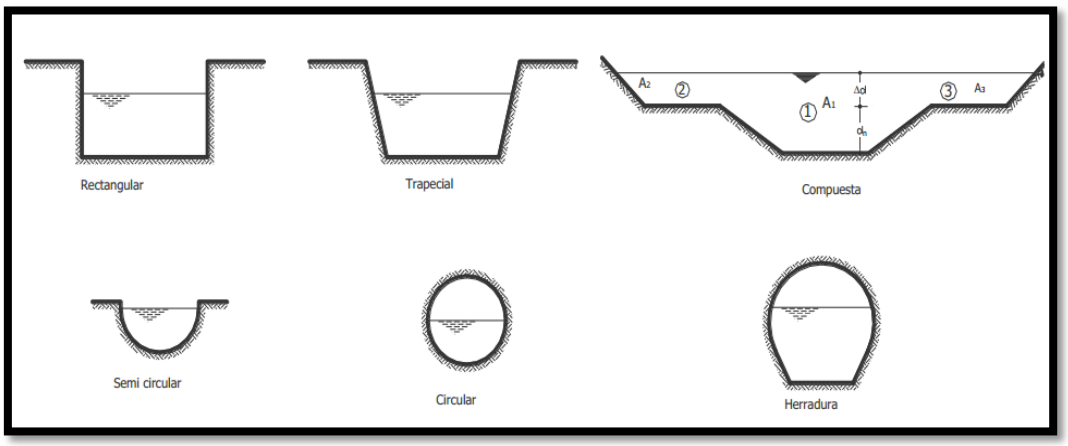
2.2.4.3.2. SECCIONES CERRADAS

Sección Circular: El círculo es la sección más común para alcantarillados y alcantarillas de tamaño pequeño y mediano.

Sección Parabólica: Se usan comúnmente para alcantarillas y estructuras hidráulicas importantes.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Figura 15: Secciones artificiales transversales tipo



FUENTE: HIDRÁULICA II –RODRÍGUEZ RUIZ, PEDRO.

Tabla 13: 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	$\frac{(\theta-\text{sen}\theta)D^2}{8}$	$\frac{\theta D}{2}$	$(1-\frac{\text{sen}\,\theta}{\theta})\frac{D}{4}$	$(\text{sen}\frac{\theta}{2})D$ 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 CRITERIOS DE DISEÑO DE OBRAS HIDRÁULICAS – AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA PERÚ.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

2.2.4.3.4. CONSIDERACIONES PARA EL DISEÑO DE CANALES

2.2.4.3.4.1. CAUDAL (Q)

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.

2.2.4.3.4.2. VELOCIDAD MEDIA DE LOS CANALES (V)

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

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

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.

2.2.4.3.4.3. 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 de valores para la velocidad que no causen erosión de las paredes y base del canal ni permita el depósito de sedimentos.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

2.2.4.3.4.4. ANCHO DE SOLERA (A.S.)

Resulta muy útil para cálculos posteriores fijar de antemano un valor para el ancho de solera, base o plantilla con lo cual se pueden manejar con facilidad las fórmulas para calcular el tirante.

Para canales pequeños, el ancho estará en función del ancho de la pala de la maquinaria disponible para su construcción.

2.2.4.3.4.5. 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:

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

Dónde:

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:

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

Dónde:

B.L. = Borde libre (m).

y = tirante (m).

2.2.4.3.4.6. COEFICIENTE DE RUGOSIDAD

La tabla número 14 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)

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Tabla 14: Coeficientes de rugosidad de Manning

Cunetas de las Calles	Coeficiente de Rugosidad *N*
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 n, en:	0,002

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

2.2.4.3.5. CLASIFICACIÓN DEL FLUJO DE CANALES ABIERTOS

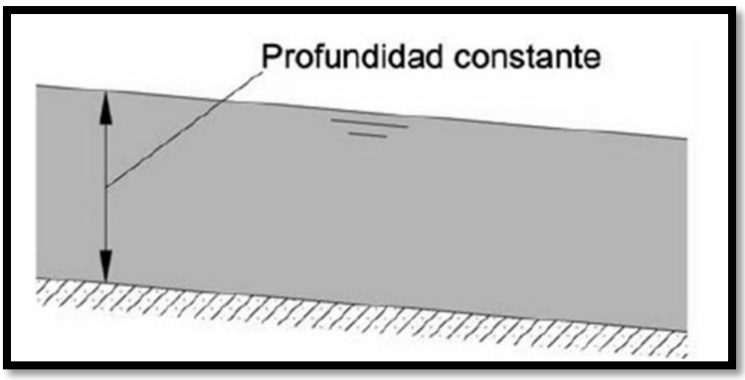
El flujo en canales abiertos puede clasificarse en muchos tipos y describirse de varias maneras. La siguiente clasificación se hace de acuerdo con el cambio de parámetros profundidad, velocidad, área etc. del flujo con respecto al tiempo y al espacio.

La clasificación del flujo en canales abiertos se resume de la siguiente manera

- Flujo Permanente
    1. Flujo Uniforme.
    2. Flujo Variado.
        a. Flujo gradualmente variado.
        b. Flujo rápidamente variado.
- Flujo no permanente
    1. Flujo uniforme no permanente (raro).
    2. Flujo variado no permanente.
        a. Flujo gradualmente variado no permanente.
        b. Flujo rápidamente variado no permanente.

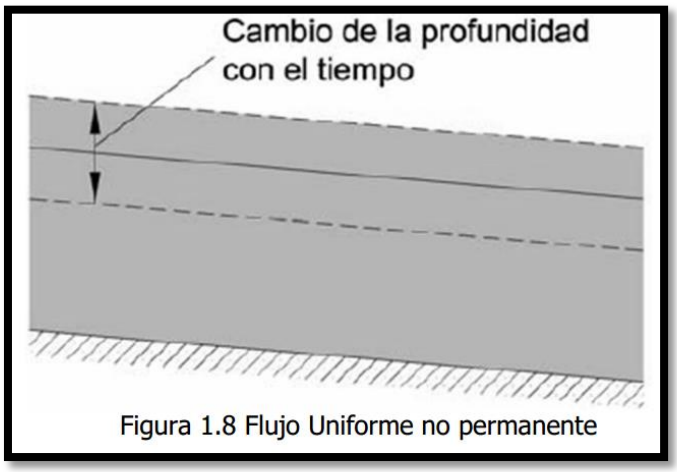
DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Figura 16: Flujo uniforme permanente



FUENTE: HIDRÁULICA II –RODRÍGUEZ RUIZ, PEDRO.

Figura 17: Flujo uniforme no permanente



FUENTE: HIDRÁULICA II –RODRÍGUEZ RUIZ, PEDRO.

2.2.4.3.6. CÁLCULO DE CAUDALES EN 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:

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

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 en (m).

S: Pendiente (m/m).

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

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)

2.2.4.3.6.1. 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”.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Tabla 15: 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.

2.2.4.3.6.2. FÓRMULA DE BAZIN

Esta fórmula fue establecida por Bazin en 1897:

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

"c" es el coeficiente a usarse en la fórmula de Chezy, "R" el radio hidráulico, "G" el coeficiente de rugosidad de Bazin.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Tabla 16: 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

2.2.4.3.6.3. 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:

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

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 de la línea de energía, que corresponde a la del fondo por estar en régimen uniforme (m/m)

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Tabla 17: 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
Acueductos de tablón:				
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
Canales y zanjas:				
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 plantearse 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 m3/seg, es dato.

n: Coeficiente de rugosidad de Manning, es dato.

S: Pendiente hidráulica ($S = \frac{h}{l}$) del canal, es dato.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

A: Área hidráulica del canal, en m2.

R: Radio hidráulico, en m.

2.2.4.3.6.4. MÉTODO PAVLOVSKI

En 1925 Pavlovski presentó la expresión siguiente:

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

Siendo:

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

Dónde:

"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 m $x = 1.5\sqrt{n}$

Para R > 1 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.

2.2.5. AGUAS RESIDUALES

2.2.5.1. 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. (Mara, 1976).

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,

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

superficiales o de precipitación que también pueden agregarse eventualmente al agua residual. (Mendonca, 1987).

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.

2.2.5.2. 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).

Como en la urbanización Túpac Amaru las aguas residuales provienen de las conexiones domiciliarias, estas tienen diferente componentes que son del uso doméstico, estas en algunos casos pueden obstruir las tuberías al arrastrar sólidos.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

2.2.5.3. TIPOS DE AGUAS RESIDUALES

Según bibliografía de (Fair. Geyer. Okun., 2006), existen los siguientes tipos.

2.2.5.3.1. 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.

2.2.5.3.2. INDUSTRIALES

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

2.2.5.3.3. INFILTRACIÓN Y CAUDAL 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.

2.2.5.4. 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 cloacas sanitarias, 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

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

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.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

2.2.5.4.1. 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 vacío. Normalmente están constituidas por conductos de sección circular, oval o compuesta, 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.

2.2.5.4.1.1. SISTEMAS DE SANEAMIENTO Y DRENAJE

Los alcantarillados se pueden construir de dos modos:

- Redes unitarias: 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.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

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 redunda 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 sobrecostes 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.

2.2.5.4.1.2. 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:

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

- 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 emisarios 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

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

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).

2.2.5.5. 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:

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

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.

2.2.5.5.1. 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 = m3/conex/mes.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

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 m2, las dotaciones serán 120 l/hab/d en clima frío y 150 l/hab/d en clima templado y cálido.

Según la Norma IS-010 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 18: Dotación el 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.

2.2.5.5.2. DEMANDA

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

2.2.5.5.2.1. CÁLCULO DE LA DEMANDA

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

$$QP = Dotación \quad LPPD * Pobación/86400\ seg.$$

Dónde:

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

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Dotación LPPD: Dotación en litros por persona por dia

2.2.5.5.2.2. 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.

2.2.6. NORMA OS-070 REDES DE AGUAS RESIDUALES

2.2.6.1. OBJETIVO

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

2.2.6.2. DISPOSICIONES ESPECÍFICAS PARA DISEÑO

2.2.6.2.1. 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=5m/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.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

2.2.6.2.2. 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.

2.2.6.2.3. 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.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

3. CAPÍTULO III : "METODOLOGÍA"

3.1. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1.1. TIPO DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación es de tipo **CUANTITATIVA** porque relaciona los parámetros evaluados de manera numérica y establece que los resultados están en función a parámetros cuantificables y medibles utilizando las herramientas y conocimientos que proporciona la Ingeniería Civil.
También es **APLICATIVO** porque nos permite hacer uso de los conocimientos de una ciencia para resolver un problema específico.

3.1.2. NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN

El nivel que se aplicará en el proceso de la tesis será **DESCRIPTIVO**, debido a que evaluaremos la influencia de las aguas pluviales en la red colectora de aguas residuales de la urbanización Túpac Amaru; 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 realizar el diseño de infraestructura de un sistema separativo de aguas pluviales y residuales

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 al uso del método hipotético deductivo 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.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

3.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

3.2.1. DISEÑO METODOLÓGICO

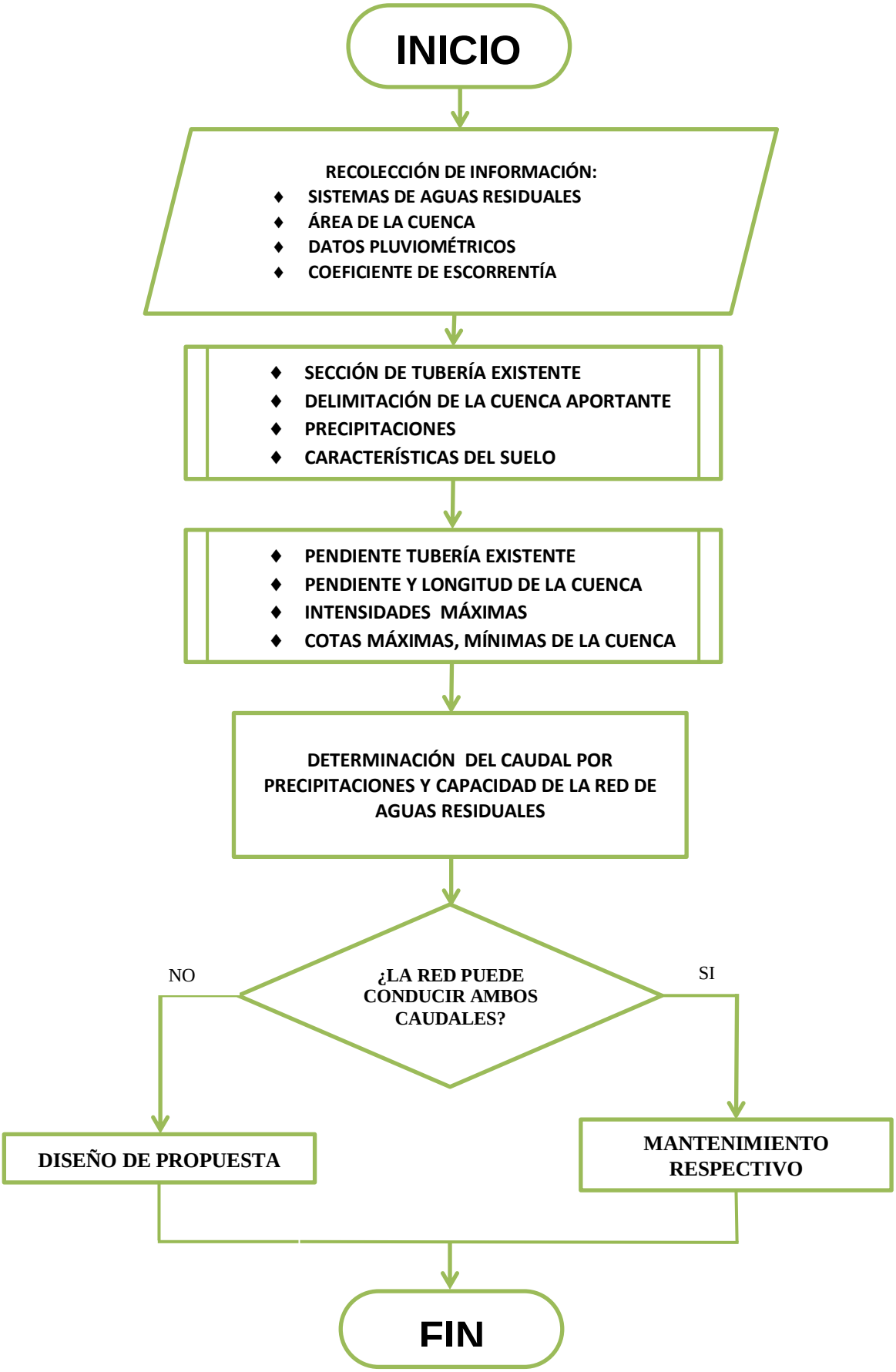
La presente investigación es de tipo **NO EXPERIMENTAL**, porque se realizará sin la manipulación deliberada de las variables y en los que sólo se observan los fenómenos en su ambiente natural para después analizarlos.

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.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

3.2.2. DISEÑO DE INGENIERÍA

3.2.2.1. DIAGRAMA DE FLUJO



DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

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.

La segunda se realizara 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 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 tendrá 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 solicitará a la autoridad prestadora de servicios de agua y alcantarillado; en este caso será 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 la urbanización Túpac Amaru.

3.2.2.2.2. DETERMINACIÓN DE LA PENDIENTE

En este punto se tendrá 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 podríamos hallar las pendientes necesarias para nuestro cálculo.

Para llegar a comprobar la información proporcionada por EPS SEDACUSCO el grupo de trabajo de la esta investigación realizará 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”.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Se recurrirá 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 tendrá que recurrir a la fórmula de Manning, la cual nos proporcionará 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 pueden ser 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 tendrá 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 tendrá 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

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Este dato será obtenido 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 obtendremos por los datos registrados de las estaciones meteorológicas. Las estaciones que llegaran a ser utilizadas para esta investigación serán las ubicadas en el sector de Kayra y Perayoc.

3.2.2.2.9. DETERMINACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA

El área de influencia será 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, procederemos al análisis de los planteamientos de la investigación, es decir que se empezará a realizar los cálculos para hallar o determinar las variables que fueron mencionadas con anterioridad. De esta manera respaldaremos o no la posición que tuvimos al momento de plantear las Hipótesis y las Sub-hipótesis.

3.2.2.2.10. DETERMINACIÓN DEL CAUDAL DE AGUAS PLUVIALES

Para este cálculo se empleará el método racional, la cual nos permitirá estimar cual es el caudal que se introduce 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 realizará el cuadro resumen donde detallaremos los resultados obtenidos a través del análisis y cálculos realizados, seguidamente se llegará 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

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

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 de aguas residuales en todas las calles de la urbanización Túpac Amaru del Distrito de San Sebastián.

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 de aguas residuales en todas las calles de la urbanización Túpac Amaru del Distrito de San Sebastián, 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

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

3.4.1.1. ENCUESTAS

Nos permitirá obtener información a partir de una cierta población de acuerdo a la opinión de los vecinos con respecto a la problemática planteada.

A continuación, un modelo de la encuesta realizada:

Figura 18: Modelo de Encuesta

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTADA DE INGENIERÍA

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

ENCUESTA A POBLADORES DE LA URBANIZACIÓN TÚPAC AMARU-DISTRITO DE SAN SEBASTIAN

Nombre de la Tesis	"EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LAS AGUAS PLUVIALES EN LA RED COLECTORA DE AGUAS RESIDUALES DE LA URBANIZACIÓN TÚPAC AMARU DEL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN"
Alumnos:	Bach. Omar Anthony Dueñas Palomino
	Bach. Harold Paul Mayhuire Ponce

PREGUNTAS

1. ¿En la época de lluvias su propiedad es afectada ?
a) si
b) no

2. ¿Qué problemas observa en época de lluvias dentro de la urbanización Túpac Amaru?
a) Colapso de buzones.
b) Retorno de las aguas residuales a las casas.
c) Goteras en los techos.
d) Excesivo volumen de agua en las avenidas.
e) Humedecimiento en las estructuras de la calle.

3. ¿Qué problemas adicionales ha observado en el tránsito vehicular y peatonal al momento del colapso en buzones?
a) Tránsito vehicular lento.
b) Invasión de los vehículos a las veredas y/o aceras.
c) Congestión vehicular.
d) Invasión de los peatones a la calzada vehicular.
e) Imposibilidad de paso entre vehículos por un mismo lugar.

4. ¿Para usted, cuál es la posible causa de que exista este problemática dentro de la urbanización Túpac Amaru?
a) Falta de mantenimiento en las redes de alcantarilla.
b) Falta de un sistema recolector de aguas pluviales.
c) Inadecuado diseño y dimensionamiento de la red de buzones.
d) Antigüedad del sistema de alcantarillado existente.

5. ¿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".
6. ¿Dónde se vierte el agua recolectada en su vivienda?
a) A la calle
b) Al Desague

OBSERVACIONES

_____
_____

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

3.4.1.2. FICHA TOPOGRÁFICA

Figura 19: Modelo de Ficha Topográfica

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTADA DE INGENIERÍA

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

FICHA TOPOGRÁFICA

Nombre de la Tesis	"EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LAS AGUAS PLUVIALES EN LA RED COLECTORA DE AGUAS RESIDUALES DE LA URBANIZACIÓN TÚPAC AMARU DEL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN"
Alumnos:	Bach. Omar Anthony Dueñas Palomino
	Bach. Harold Paul Mayhuire Ponce

DATOS DE CAMPO

Nro.	COORDENADAS		COTA	DESCRIPICIÓN
	NORTE	ESTE		

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), leds 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 20: Estación Total

FUENTE: GEO PERÚ – INSTRUMENTOS Y SERVICIOS DE INGENIERÍA.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

3.4.2.1.3. 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 21: Prismas y Porta-prismas

FUENTE: GEO PERÚ – INSTRUMENTOS Y SERVICIOS DE INGENIERÍA.

3.4.2.1.4. 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.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

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 22: Brújula

FUENTE: GEO PERÚ – INSTRUMENTOS Y SERVICIOS DE INGENIERÍA

3.4.2.1.5. 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.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Figura 23: Cinta Métrica

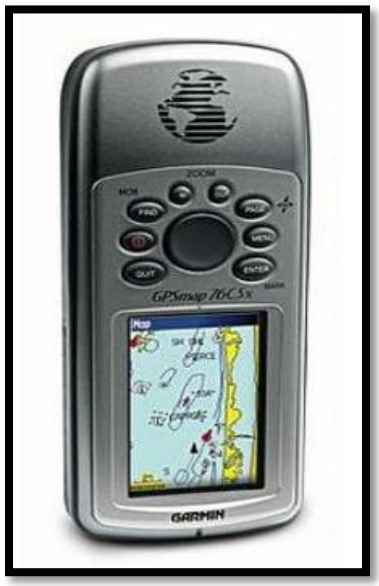
FUENTE: GEO PERÚ – INSTRUMENTOS Y SERVICIOS DE INGENIERÍA.

3.4.2.1.6. 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 24: Sistema de posicionamiento global (GPS)



FUENTE: GEO PERÚ – INSTRUMENTOS Y SERVICIOS DE INGENIERÍA

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

3.4.2.2. PROGRAMAS PARA EL PROCESAMIENTO DE DATOS

3.4.2.2.1. AUTOCAD 2014

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 25: Portada de Autocad 2014

FUENTE: AUTODESK

3.4.2.2.2. H- CANALES V3.0

Es un software desarrollado en la Escuela de Ingeniería Agrícola del Instituto Tecnológico de Costa Rica, programada por el Ingeniero Máximo Villón Béjar.

Figura 26: Portada H-Canales V3.0

FUENTE: MÁXIMO VILLÓN BÉJAR.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

3.5. PROCEDIMIENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.5.1. RECOLECCIÓN DE DATOS POR ENCUESTAS

En este paso se desarrolló la recolección de datos de manera directa a los propietarios de la urbanización Túpac Amaru. Esta información se encuentra en el anexo número 4 de la tesis.

Figura 27: Encuesta realizada a los vecinos de la urbanización Túpac Amaru

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:

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Tabla 19: Vivienda particulares, por condición de ocupación de vivienda

DEPARTAMENTO, PROVINCIA, DISTRITO, ÁREA URBANA Y RURAL, Y TIPO DE VIVIENDA	TOTAL	OCUPADA			
		TOTAL	CON PERSONAS PRESENTES	CON PERSONAS AUSENTES	DE USO OCASIONAL
Distrito SAN SEBASTIAN	**18,109**	**17,525**	**17,036**	**425**	**64**
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	-	-
URBANA	**17,471**	**16,889**	**16,444**	**420**	**25**
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	-	-
RURAL	**638**	**636**	**592**	**5**	**39**
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 20: Población en viviendas, urbana o rural

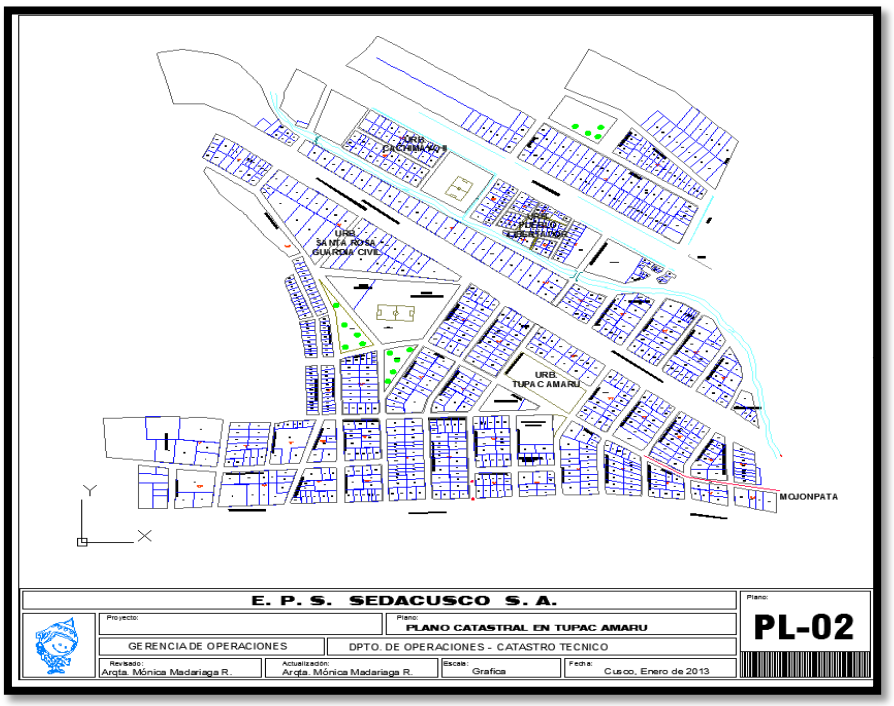
DEPARTAMENTO, PROVINCIA Y TIPO DE VIVIENDA	TOTAL	ÁREA	
		URBANA	RURAL
Distrito SAN SEBASTIAN	**74,192**	**71,761**	**2,431**
Casa independiente	64,523	62,108	2,415
Departamento en edificio	2,288	2,288	-
Vivienda en quinta	2,821	2,821	-
Vivienda en casa de vecindad	4,314	4,314	-
Choza o cabaña	8	-	8
Vivienda improvisada	108	108	-
Local no dest.para hab. humana	110	102	8
Otro tipo	20	20	-

FUENTE: INEI.

El número de lotes está dado por el plano de catastro de la zona de Túpac Amaru, en el cual se indica todos los lotes de las viviendas existentes.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Figura 28: Plano de lotización de la urbanización Túpac Amaru



FUENTE: EPS SEDACUSCO.

3.5.3. RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN REFERIDA A LOS ATASCAMIENTOS EN LA RED

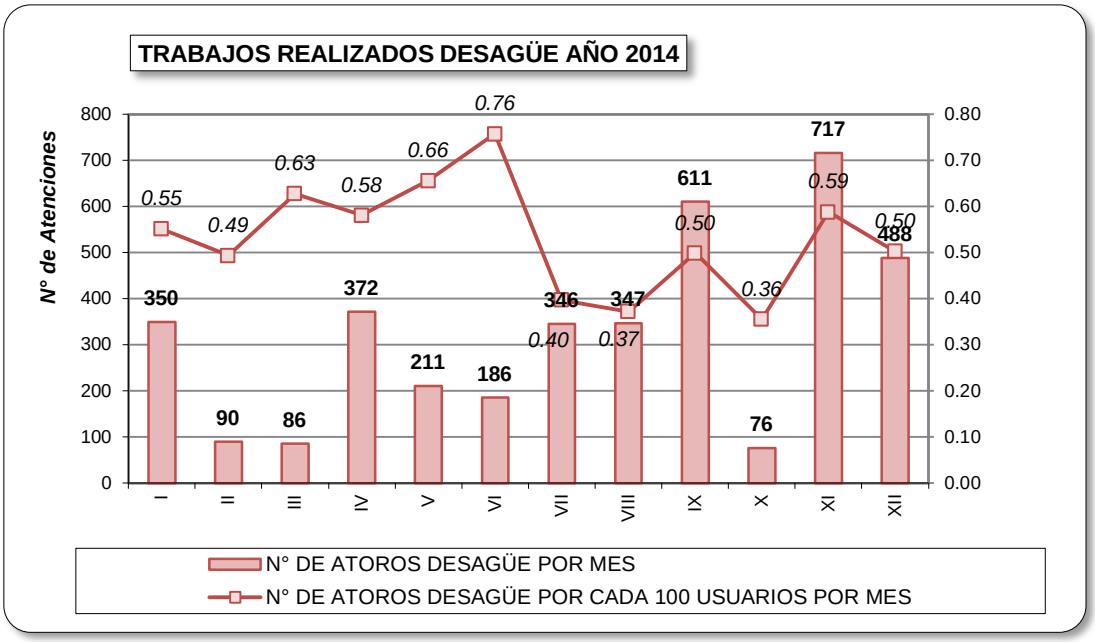
Se presentó una solicitud correspondiente a la empresa prestadora de servicios SEDACUSCO, para que se nos proporcione datos de registros referidos a los atascamientos y atoros de la red de aguas residuales o desagüe.

Estos datos son utilizados como referencia para el análisis de la problemática presentada en el distrito de San Sebastián, especialmente en la zona de Túpac Amaru.

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.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Figura 29: Gráfica del número de atoros registrados en la red de Desagüe por sectores, dentro del año 2014



FUENTE: EPS SEDACUSCO.

Tabla 21: 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	196	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	69	52	84	84	73	82	57	69	**906**
TOTAL		461	269	286	306	278	207	287	367	328	327	265	370	**3751**

FUENTE: EPS SEDACUSCO.

Tabla 22: 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 de Atendidas hasta en 22 hrs **83.19%**	Unid.	386	328	235	253	232	172	245	298	263	271	222	306	**3211**

FUENTE: EPS SEDACUSCO.

Tabla 23: 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 desague	Unid.	462	377	286	306	278	207	287	367	328	327	265	370	**3860**

FUENTE: EPS SEDACUSCO.

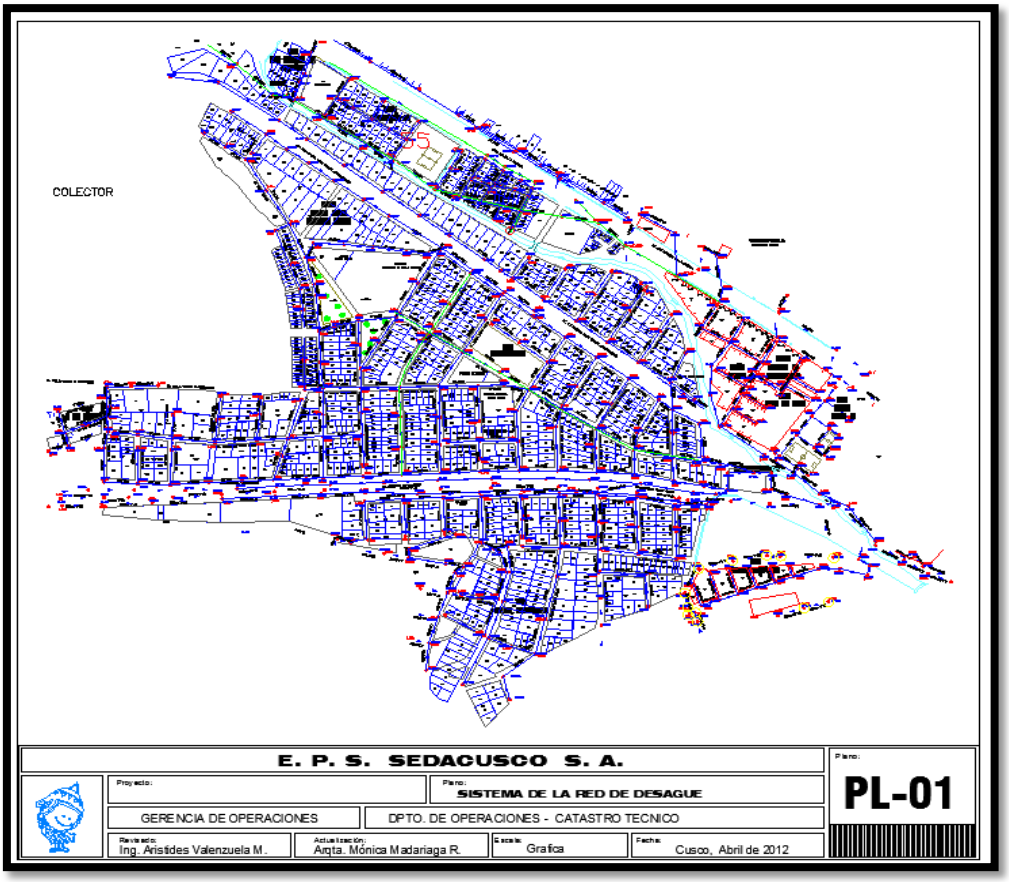
DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

3.5.5. RECOLECCIÓN DE DATOS DE LA RED AGUAS RESIDUALES ACTUAL

Para la determinación 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 nos proporcionó 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 30: Plano del Sistema de Aguas Residuales - Túpac Amaru



FUENTE: EPS SEDACUSCO

Además se hizo la inspección y verificación de las dimensiones y del tipo de tubería de alcantarillado, en las calles principales de la urbanización.

De un total de 96 buzones encontrados en la urbanización Túpac Amaru, se pudo realizar la apertura de 37 buzones , 16 de ellos dentro de la calle Tinta.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Figura 31: Verificación de diámetro de tuberías en los buzones dentro del Sistema de Aguas Residuales - Túpac Amaru

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

Figura 32: Inspección de buzón dentro del Sistema de Aguas Residuales - Túpac Amaru

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

3.5.7. 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 toda la urbanización Túpac Amaru.

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.

Figura 33: Levantamiento Topográfico en la calle Tomas Katari en la urbanización Túpac Amaru

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Figura 34: Trabajos nivelación de calle Tinta en la urbanización Túpac Amaru.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

3.5.8. 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 24: 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

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

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	14.40	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	26.00	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	26.21	21.33	15.42	3.60	3.63	3.02	4.47	8.92	22.09	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)

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
Repositorio Digital de Tesis

Tabla 25: Precipitaciones Máximas en 24 horas – GRANJA KAYRA

PRECIPITACIONES DE 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	29.60	17.10	0.00	5.00	3.40	1.40	3.20	13.40	21.40	16.00	29.60
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	14.00	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	10.80	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

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

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	35.00	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	14.00	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 26: Precipitaciones Acumuladas Mensuales – PERAYOC

TABLA DE PRECIPITACIONES DE OBSERVATORIO METEOROLÓGICO LUIS OLAZO OLIVERA UNSAAC (PERAYOC) PRECIPITACIÓN MENSUAL (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
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	219.85	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

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

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 27: Precipitaciones Acumuladas Mensuales – GRANJA KAYRA

TABLA DE 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	119.2	69.2	0.6	4.2	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	9.8	45.9	108.9	120.8	144.3	922.9
3	1982	178.9	115.5	143.1	58.8	0	9.2	3.4	4.9	14	37.9	122.5	98.6	786.8
4	1983	128.4	84	54.5	29.8	3.4	6.2	0.5	0.9	5.5	26	44.3	100.2	483.7
5	1984	198.6	142.4	71	82.8	0	2	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	43.3	62.1	116.5	122.4	728.3
7	1986	76.4	92.2	125.7	65.5	6.2	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	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	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	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	5.8	13.3	73.7	86.9	66.5	641.1
12	1991	97.6	163.6	105.2	45.1	11	5.1	1.5	0	21.4	49.3	83.6	99	682.4
13	1992	114.1	102.4	104	14.9	0	19.4	0	21.4	8	50.7	117.4	57	609.3
14	1993	206.7	110.5	75.8	18.8	0.9	0	2.7	6.9	18	46.2	111.9	201.5	799.9
15	1994	177	163.9	173.9	45.5	11.8	0	0	0	25.7	40.2	40.5	119.9	798.4
16	1995	122	94.8	95.3	17.8	0	0	0.6	1.2	28.8	26.7	70.2	102.6	560
17	1996	131.9	98	70.5	32.3	11	0	0	6.3	19.6	58.4	49	133.2	610.2
18	1997	123.3	127.7	104.8	31	4.8	0	0	7.1	12.3	44.4	201.5	148.4	805.3
19	1998	116.3	156.2	22.6	31	1.6	1.9	0	1.6	4.3	49.8	49.7	58.9	493.9
20	1999	89.3	92.2	92	42.8	1.3	3.4	1	0	43.1	18.8	39.7	119.5	543.1

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

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	652
22	2001	233	173.1	137.4	36.4	11.5	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	6.4	0	21.3	3.7	34.6	23.1	123.8	713.7
25	2004	173.7	125.8	66.5	21	2.4	20.5	17	9	21.7	25.6	60.9	87.9	632
26	2005	140.8	130.6	120.2	33.1	3.2	0.4	1.2	4	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	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	4	0	1	49.4	72.4	88.4	621.4
29	2008	108.8	109.2	64.4	7.6	8.7	2.1	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	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	1.4	4.7	8.2	70	40	172.7	881.1
32	2011	103.4	179.3	131.9	67.6	3.9	3.2	3.7	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	18.4	19.5	138.2	179.5	689.3
34	2013	180.5	137.2	75.5	13	25.3	6.1	2	12.4	6.3	105	86	159.4	808.7
35	2014	161.9	116.5	40	35	10.1	0	3.2	23.2	20.1	69.5	60	96.7	636.2
N° Datos		35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35
Media		155.0	122.7	99.0	40.2	5.5	4.6	3.0	5.9	16.35	50.9	78.3	112.33	693.9
Máximo		268.5	184.6	173.9	108.9	25.3	31.8	27.1	23.2	45.9	114.6	201.5	201.5	922.9
Mínimo		70.5	58.7	22.6	7.6	0	0	0	0	1	8.3	23.1	57	483.7

FUENTE: SENAMHI – CUSCO

Figura 35: Estación Meteorológica – Granja Kayra

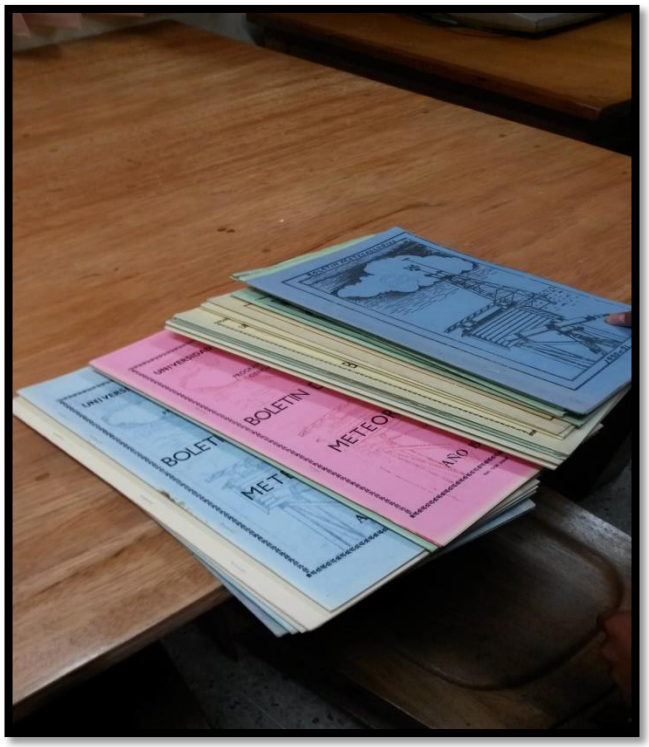
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Figura 36: Observatorio Meteorológico - Perayoc

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Figura 37: Boletines Meteorológicos, utilizados para la recopilación de la información



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

3.6. PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS DE DATOS

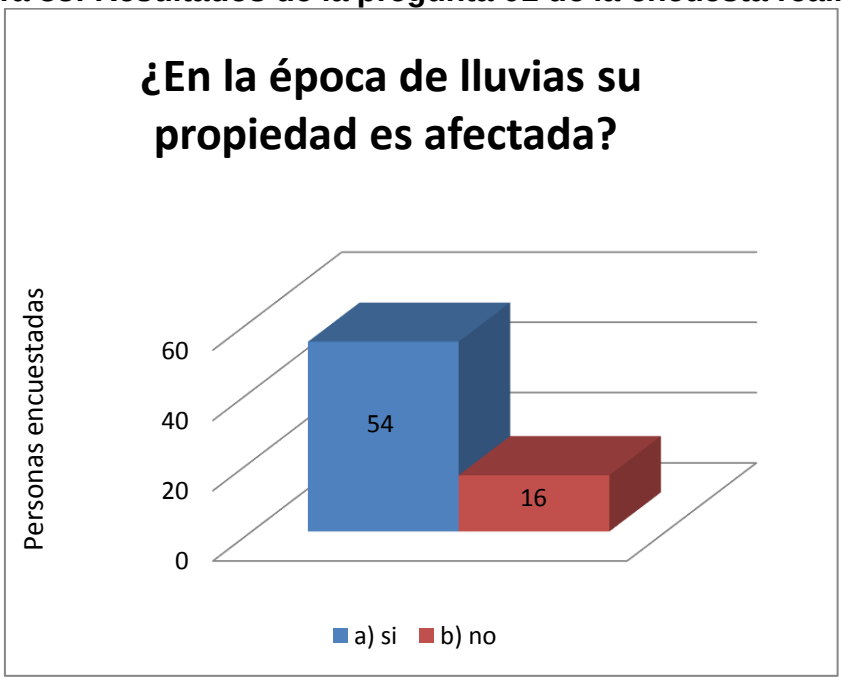
Teniendo todas los datos procedemos a obtener los resultados

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 la urbanización Túpac Amaru y se ha obtenido los siguientes resultados a las preguntas planteadas en la encuesta:

- **Pregunta 01: ¿En la época de lluvias su propiedad es afectada?**

Figura 38: Resultados de la pregunta 01 de la encuesta realizada



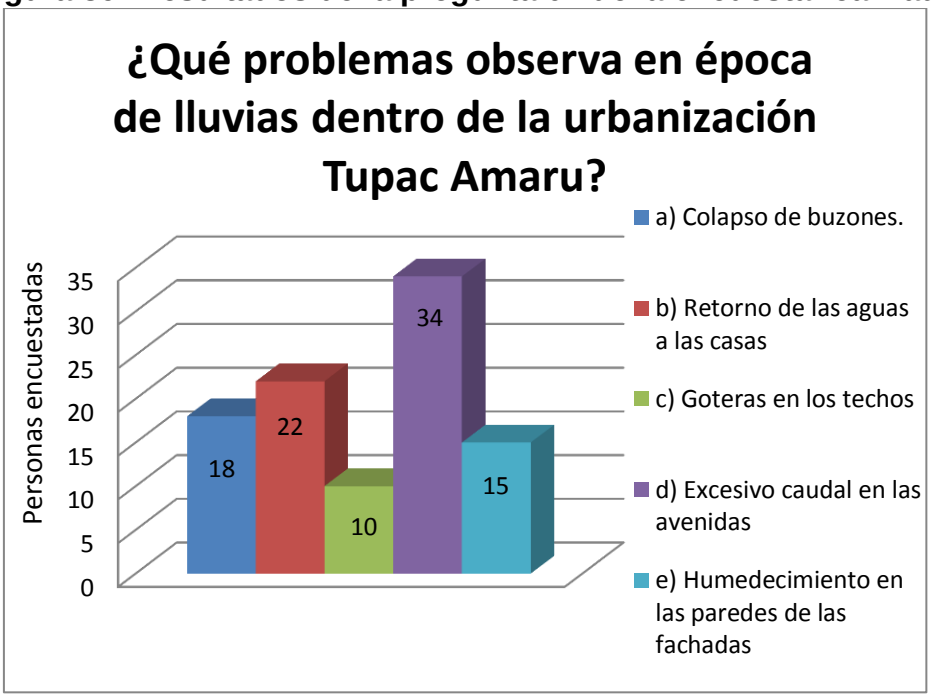
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Para la pregunta 01 según los datos recolectados para un total de 70 viviendas encuestadas los resultados fueron de 54 afirmaciones y de 16 respuestas contrarias. Evidenciando que las lluvias si generan problemas a la mayoría de viviendas dentro de la urbanización Túpac Amaru.

- **Pregunta 02: ¿Qué problemas observa en época de lluvias dentro de la urbanización Túpac Amaru?**

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Figura 39: Resultados de la pregunta 02 de la encuesta realizada

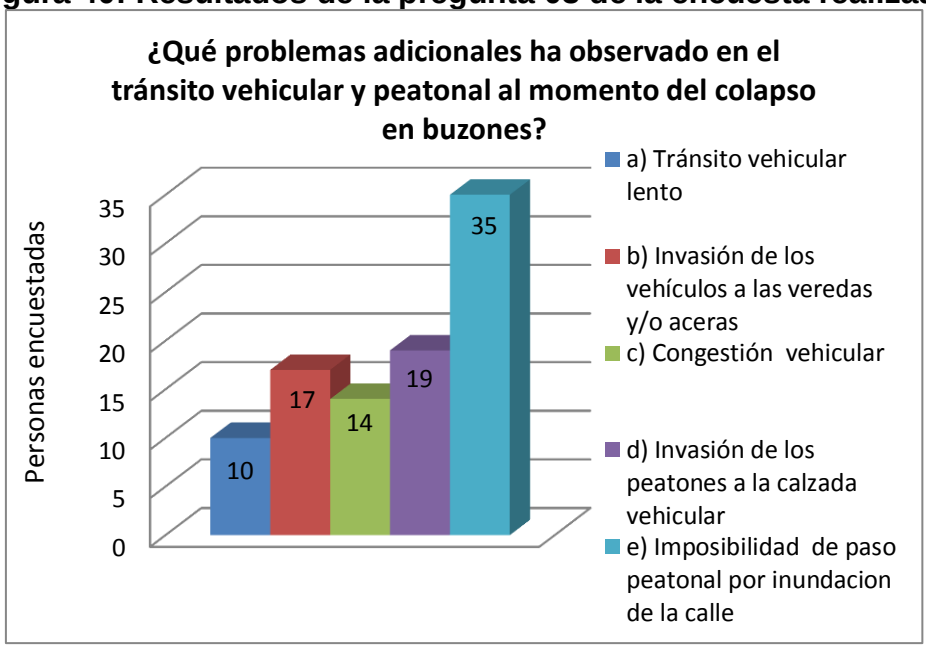


FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Para la pregunta 02 según los datos recolectados para un el total de 70 viviendas encuestadas los resultados dieron como principal problema identificado el excesivo caudal en las avenidas, dentro de la urbanización Túpac Amaru.

- **Pregunta 03: ¿Qué problemas adicionales ha observado en el tránsito vehicular y peatonal al momento del colapso en buzones?**

Figura 40: Resultados de la pregunta 03 de la encuesta realizada



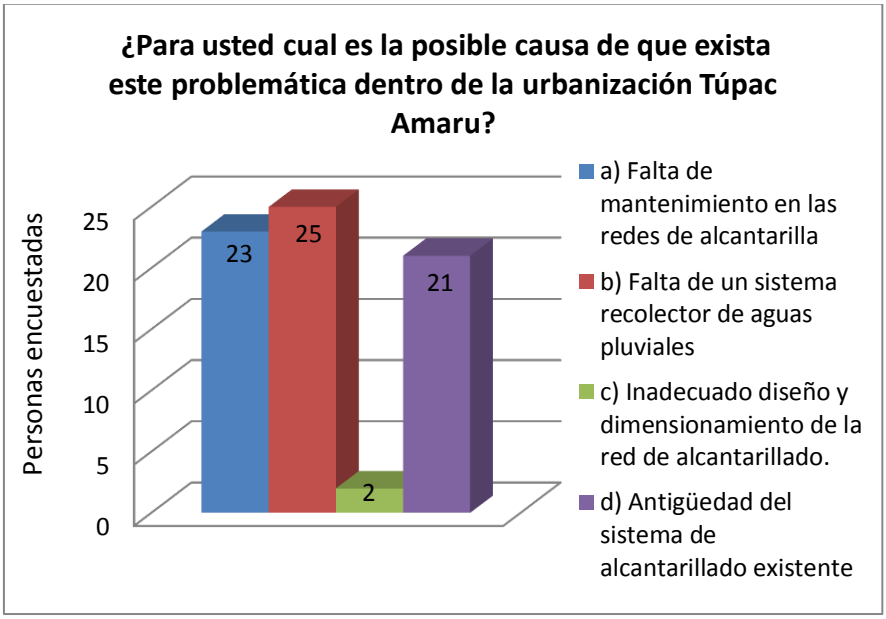
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Para la pregunta 03 según los datos recolectados para un total de 70 viviendas encuestadas los resultados dieron como principal problema adicional la imposibilidad de paso peatonal por inundación de la calle.

- **Pregunta 04: ¿Para usted cual es la posible causa de que exista esta problemática dentro de la urbanización Túpac Amaru?**

Figura 41: Resultados de la pregunta 04 de la encuesta realizada



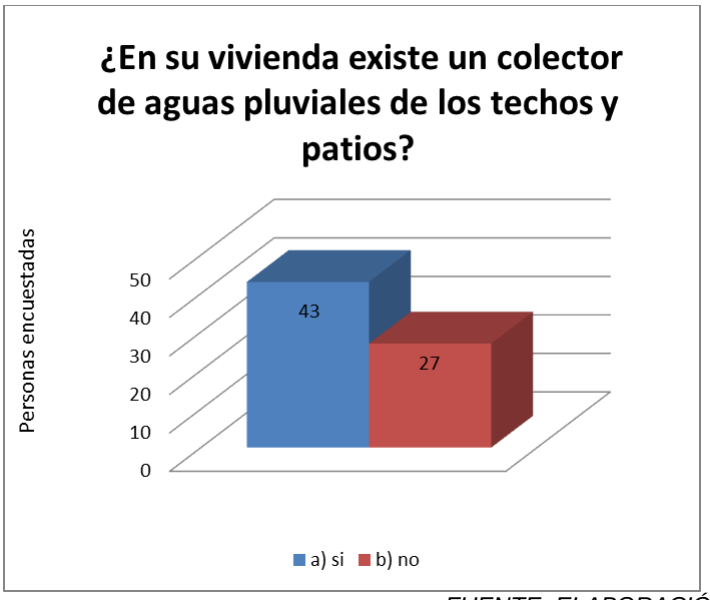
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Para la pregunta 04 según los datos recolectados para un total de 70 viviendas encuestadas, los resultados fueron similares en tres respuestas: La falta de un sistema recolector de aguas pluviales, falta de mantenimiento de las redes de alcantarillado y antigüedad del sistema de alcantarillado fueron señaladas como las posibles causas a la problemática dentro de la urbanización Túpac Amaru.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

- **Pregunta 05: ¿En su vivienda existe un colector de aguas pluviales de los techos y patios?**

Figura 42: Resultados de la pregunta 05 de la encuesta realizada



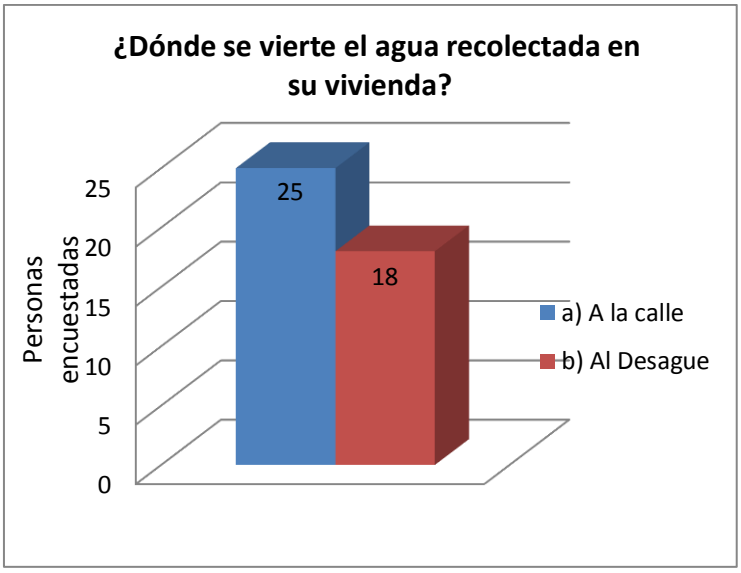
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Para la pregunta 05 según los datos recolectados para un total de 70 viviendas encuestadas los resultados fueron de 43 afirmaciones y de 27 respuestas contrarias. Evidenciando que la gran mayoría de viviendas dentro de la urbanización Túpac Amaru tiene un sistema colector de aguas pluviales de techos y patios. Lo cual puede demostrar una escorrentía alta que se presenta en las calles cuando hay precipitaciones intensas.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

- **Pregunta 06: ¿Dónde se vierte el agua recolectada en su vivienda?**

Figura 43: Resultados de la pregunta 06 de la encuesta realizada



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Para la pregunta 06 según los datos recolectados para un total de 43 viviendas los resultados fueron de 25 viviendas que viviendas que vierten las aguas recolectadas de techos a las calles y de 18 viviendas que vierten a la red de aguas residuales.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

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.

Se realizó el análisis de los datos obtenidos por población y según la tabla número se hallaron los siguientes datos.

Del Censo realizado en el año 2007, se obtuvo los siguientes datos:

Tabla 28: Datos estadísticos de población y vivienda, distrito de San Sebastián.

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	
LOCALIDAD	Región : Provincia: Distrito: Localidad:	Cusco Cusco San Sebastián Urbanización Túpac Amaru
POBLACIÓN AÑO 2007	71761 2431	Habitantes zona urbana Habitantes zona rural
NÚMERO DE VIVIENDAS AÑO 2007	17471 638	Viviendas zona urbana Viviendas zona rural
COBERTURA DE AGUA	92% 8%	Con conexión Sin conexión
TASA DE CRECIMIENTO POBLACIONAL INEI	1.11%	Anual

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Tabla 29: Índice de personas por vivienda, distrito de San Sebastián. Año 2007

Item	Cantidad	Unidad
Población del distrito de San Sebastián(urbana)	71761	hab.
Número de viviendas del distrito de San Sebastián(urbana)	17471	viviendas
Índice de personas por vivienda	4.11	hab/vivien.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

La población para el año 2015 se calculó según los datos obtenidos del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), se calculó un índice de habitantes por vivienda según los datos y se multiplicó con el número de viviendas que aportan a las calles de estudio.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Tabla 30: Índice de personas por vivienda, distrito de San Sebastián. Año 2015

Item	Cantidad	Unidad
Población del distrito de San Sebastián(urbana)	78387	hab.
Número de viviendas del distrito de San Sebastián(urbana)	17532	viviendas
Índice de personas por vivienda	4.47	hab/vivien.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Es así que para nuestra zona de estudio se obtuvo que:

Tabla 31: Número de habitantes y número de viviendas dentro de la urbanización Túpac Amaru

Item	Cantidad	Unidad
Población que aporta a la red de alcantarillado	3098	hab.
Número de viviendas que aportan a la zona de estudio	693	viviendas

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Según la dotación que nos presenta el reglamento nacional de edificaciones en la norma OS.100 Consideraciones básicas de diseño de infraestructura sanitarias.

Tabla 32: Dotación por conexión clima frío, según Norma OS.100

DOTACIÓN	CANTIDAD	UNIDAD
Por habitante con conexión	180	LPPD
Por habitante sin conexión	30	LPPD

FUENTE: R.N.E., NORMA 0S.100.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Tabla 33: Demanda de Agua por lote de población

Ítem	Urbanización Túpac Amaru	N° Lotes	N° hab/conex.	Población (hab)	C/cobert. 92%	S/ cobert. 8%	Dotación C/cobert.	Dotación S/ cobert.	Qpd(lt/dia) C/cobert.	Qpd(lt/dia) S/ cobert.	Caudal 2015 (Lt/s) Qpd Total	Caudal 2015 (Lt/s) Qm=1.3*Qpd	Caudal 2015 (Lt/s) Qmh=1.8*Qpd
1	Manzana A1	16	4.47	72	66	6	180	30	0.137	0.002	0.149	0.194	0.268
2	Manzana A2	12	4.47	54	49	4	180	30	0.103	0.001	0.112	0.145	0.201
3	Manzana B1	18	4.47	80	74	6	180	30	0.154	0.002	0.168	0.218	0.302
4	Manzana B1	22	4.47	98	90	8	180	30	0.188	0.003	0.205	0.266	0.369
5	Manzana B2	11	4.47	49	45	4	180	30	0.094	0.001	0.102	0.133	0.184
6	Manzana C	8	4.47	36	33	3	180	30	0.069	0.001	0.075	0.097	0.134
7	Manzana C2	9	4.47	40	37	3	180	30	0.077	0.001	0.084	0.109	0.151
8	Manzana D	19	4.47	85	78	7	180	30	0.163	0.002	0.177	0.230	0.318
9	Manzana D1	17	4.47	76	70	6	180	30	0.146	0.002	0.158	0.206	0.285
10	Manzana D2	10	4.47	45	41	4	180	30	0.086	0.001	0.093	0.121	0.168
11	Manzana E	32	4.47	143	132	11	180	30	0.274	0.004	0.298	0.387	0.536
12	Manzana E1	13	4.47	58	53	5	180	30	0.111	0.002	0.121	0.157	0.218
13	Manzana E2	13	4.47	58	53	5	180	30	0.111	0.002	0.121	0.157	0.218
14	Manzana F1	5	4.47	22	21	2	180	30	0.043	0.001	0.047	0.061	0.084
15	Manzana F2	11	4.47	49	45	4	180	30	0.094	0.001	0.102	0.133	0.184
16	Manzana F2	19	4.47	85	78	7	180	30	0.163	0.002	0.177	0.230	0.318
17	Manzana G1	25	4.47	112	103	9	180	30	0.214	0.003	0.233	0.303	0.419
18	Manzana H	8	4.47	36	33	3	180	30	0.069	0.001	0.075	0.097	0.134
19	Manzana I1	14	4.47	63	58	5	180	30	0.120	0.002	0.130	0.169	0.235
20	Manzana J	7	4.47	31	29	3	180	30	0.060	0.001	0.065	0.085	0.117
21	Manzana LL	4	4.47	18	16	1	180	30	0.034	0.000	0.037	0.048	0.067
22	Manzana LL2	8	4.47	36	33	3	180	30	0.069	0.001	0.075	0.097	0.134
23	Manzana M	6	4.47	27	25	2	180	30	0.051	0.001	0.056	0.073	0.101
24	Manzana M1	12	4.47	54	49	4	180	30	0.103	0.001	0.112	0.145	0.201
25	Manzana N	10	4.47	45	41	4	180	30	0.086	0.001	0.093	0.121	0.168
26	Manzana N1	19	4.47	85	78	7	180	30	0.163	0.002	0.177	0.230	0.318
27	Manzana Ñ1	16	4.47	72	66	6	180	30	0.137	0.002	0.149	0.194	0.268
28	Manzana O	17	4.47	76	70	6	180	30	0.146	0.002	0.158	0.206	0.285
29	Manzana O1	16	4.47	72	66	6	180	30	0.137	0.002	0.149	0.194	0.268
30	Manzana P	23	4.47	103	95	8	180	30	0.197	0.003	0.214	0.278	0.386
31	Manzana P1	20	4.47	89	82	7	180	30	0.171	0.002	0.186	0.242	0.335
32	Manzana Q	8	4.47	36	33	3	180	30	0.069	0.001	0.075	0.097	0.134
33	Manzana Q1	8	4.47	36	33	3	180	30	0.069	0.001	0.075	0.097	0.134
34	Manzana R	11	4.47	49	45	4	180	30	0.094	0.001	0.102	0.133	0.184
35	Manzana R1	18	4.47	80	74	6	180	30	0.154	0.002	0.168	0.218	0.302
36	Manzana S	32	4.47	143	132	11	180	30	0.274	0.004	0.298	0.387	0.536
37	Manzana T	15	4.47	67	62	5	180	30	0.129	0.002	0.140	0.182	0.251
38	Manzana T1	22	4.47	98	90	8	180	30	0.188	0.003	0.205	0.266	0.369
39	Manzana U	28	4.47	125	115	10	180	30	0.240	0.003	0.261	0.339	0.469
40	Manzana V	20	4.47	89	82	7	180	30	0.171	0.002	0.186	0.242	0.335
41	Manzana V1	25	4.47	112	103	9	180	30	0.214	0.003	0.233	0.303	0.419
42	Manzana W	14	4.47	63	58	5	180	30	0.120	0.002	0.130	0.169	0.235
43	Manzana W1	13	4.47	58	53	5	180	30	0.111	0.002	0.121	0.157	0.218
44	Manzana X	13	4.47	58	53	5	180	30	0.111	0.002	0.121	0.157	0.218
45	Manzana X1	5	4.47	22	21	2	180	30	0.043	0.001	0.047	0.061	0.084
46	Manzana Y	11	4.47	49	45	4	180	30	0.094	0.001	0.102	0.133	0.184
47	Manzana Z	7	4.47	31	29	3	180	30	0.060	0.001	0.065	0.085	0.117
48	Manzana Z1	3	4.47	13	12	1	180	30	0.026	0.000	0.028	0.036	0.050

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Tabla 34: Cálculo del consumo de la población.

Caudal promedio	(Q)	6.4536	lt/seg.
Caudal Máximo Diario	Qmd	8.3896	lt/seg.
Caudal Máximo Horario	Qmh	11.6164	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.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

$$Q(h) = \frac{1}{n} \times AR(h)^{2/3} \times S^{1/2}$$

Dónde:

Q (h): caudal del agua en m3/seg.

"n" : parámetro que depende de la rugosidad de la pared.

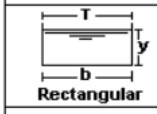
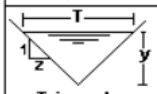
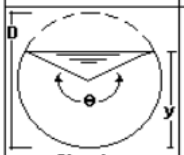
A : área de la sección de flujo del agua.

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 35: 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	$\frac{(\theta-sen\theta)D^2}{8}$	$\frac{\theta D}{2}$	$(1-\frac{sen\,\theta}{\theta})\frac{D}{4}$	$(sen\frac{\theta}{2})D$ 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 LA URBANIZACIÓN TÚPAC AMARU.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Tabla 36: Pendientes de la red de aguas residuales obtenidas calle Tinta

TRAMO	LONG. (m)	BUZÓN INICIO				BUZÓN LLEGADA				DIFERENCIA COTAS (msnm)	PENDIENTE m/m	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	74.57	BZ-966	1.42	3282.76	3281.34	BZ-963	1.32	3282.06	3280.74	0.60	0.0080	200
2	65.93	BZ-963	1.32	3282.06	3280.74	BZ-991	1.72	3281.75	3280.03	0.71	0.0108	200
3	80.37	BZ-991	1.72	3281.75	3280.03	BZ-990	1.44	3281.04	3279.60	0.43	0.0053	200
4	64.08	BZ-990	1.44	3281.04	3279.60	BZ-1042	1.60	3280.55	3278.95	0.65	0.0102	200
5	72.21	BZ-1042	1.60	3280.55	3278.95	BZ-1054	1.72	3279.89	3278.17	0.78	0.0108	250
6	74.74	BZ-1054	1.72	3279.89	3278.17	BZ-1087	1.57	3278.75	3277.18	0.99	0.0132	250
7	82.08	BZ-1087	1.57	3278.75	3277.18	BZ-1096	1.80	3278.36	3276.56	0.62	0.0231	250
8	73.57	BZ-1096	1.43	3278.36	3276.93	BZ-1095	1.64	3276.66	3275.02	1.92	0.0261	250
9	42.47	BZ-1095	1.64	3276.66	3275.02	BZ-1270	2.48	3276.36	3273.88	1.13	0.0267	250
10	29.54	BZ-1270	1.64	3276.36	3274.72	BZ-1272	2.37	3275.55	3273.18	1.54	0.0522	250

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Tabla 37: Pendientes de la red de aguas residuales obtenidas calle Tomasa Tito Condemayta

TRAMO	LONG. (m)	BUZÓN INICIO				BUZÓN LLEGADA				DIFERENCIA COTAS (msnm)	PENDIENTE m/m	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	69.28	BZ-907	2.32	3286.80	3284.48	BZ-970	1.24	3284.20	3282.96	1.518	0.0219	250
2	71.49	BZ-970	1.24	3284.20	3282.96	BZ-971	1.35	3283.64	3282.29	0.671	0.0094	250
3	73.4	BZ-971	1.35	3283.64	3282.29	BZ-987	1.50	3283.09	3281.59	0.697	0.0095	250
4	72.39	BZ-987	1.50	3283.09	3281.59	BZ-988	1.70	3282.43	3280.73	0.863	0.0119	250
5	47.54	BZ-988	1.70	3282.43	3280.73	BZ-989	1.62	3281.81	3280.19	0.543	0.0114	250
6	47.33	BZ-989	1.62	3281.81	3280.19	BZ-1042	1.60	3280.55	3278.95	1.238	0.0262	250

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Tabla 38: Pendientes de la red de aguas residuales obtenidas calle Antonio Bastidas

TRAMO	LONG. (m)	BUZÓN INICIO				BUZÓN LLEGADA				DIFERENCIA COTAS (msnm)	PENDIENTE m/m	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	59.75	BZ-983	1.20	3283.85	3282.65	BZ-984	1.30	3282.63	3281.33	1.316	0.0220	200
2	71.16	BZ-984	1.30	3282.63	3281.33	BZ-1044	1.50	3281.72	3280.22	1.108	0.0156	200

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Tabla 39: Pendientes de la red de aguas residuales obtenidas calle Plaza

TRAMO	LONG. (m)	BUZÓN INICIO				BUZÓN LLEGADA				DIFERENCIA COTAS (msnm)	PENDIENTE m/m	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	63.7	BZ-993	1.15	3281.98	3280.83	BZ-992	1.1	3281.24	3280.14	0.686	0.0108	200
2	65.26	BZ-992	1.10	3281.24	3280.14	BZ-1041	1.8	3280.73	3278.93	1.217	0.0186	200

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Tabla 40: Pendientes de la red de aguas residuales obtenidas calle Francisco Túpac Amaru

TRAMO	LONG. (m)	BUZÓN INICIO				BUZÓN LLEGADA				DIFERENCIA COTAS (msnm)	PENDIENTE m/m	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	65.42	BZ-897	1.47	3290.227	3288.76	BZ-904	1.48	3289.061	3287.581	1.176	0.0180	200
2	71.32	BZ-904	1.48	3289.061	3287.58	BZ-974	1.55	3285.014	3283.464	4.117	0.0577	200

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Tabla 41: Pendientes de la red de aguas residuales obtenidas calle Tomás Katari

TRAMO	LONG. (m)	BUZÓN INICIO				BUZÓN LLEGADA				DIFERENCIA COTAS (msnm)	PENDIENTE m/m	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	81.51	BZ-825	1.47	3291.871	3290.40	BZ-827	1.45	3291.01	3289.56	0.841	0.0103	200
2	72.5	BZ-827	1.45	3291.01	3289.56	BZ-887	2.22	3290.906	3288.69	0.874	0.0121	200
1´	55.35	BZ-889	1.6	3291.044	3289.44	BZ-887	2.22	3290.906	3288.69	0.758	0.0137	200
3	22.75	BZ-889	1.6	3291.044	3289.44	BZ-891	1.55	3290.837	3289.29	0.157	0.0069	200
4	71.77	BZ-891	1.55	3290.837	3289.29	BZ-893	1.98	3290.434	3288.45	0.833	0.0116	200
5	81.51	BZ-893	1.98	3290.434	3288.45	BZ-908	1.52	3288.518	3287.00	1.456	0.0179	200
6	72.5	BZ-908	1.52	3288.518	3287.00	BZ-907	2.32	3286.80	3284.48	2.52	0.0348	200
2´	44.7	BZ-904	1.48	3289.061	3287.58	BZ-905	1.8	3288.366	3286.57	1.015	0.0227	200
3´	53.66	BZ-905	1.8	3288.366	3286.57	BZ-907	2.32	3286.80	3284.48	2.088	0.0389	200

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Tabla 42: Pendientes de la red de aguas residuales obtenidas calle Túpac Katari

TRAMO	LONG. (m)	BUZÓN INICIO				BUZÓN LLEGADA				DIFERENCIA COTAS (msnm)	PENDIENTE m/m	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	61.3	BZ-969	1.2	3283.94	3282.74	BZ-968	1.22	3283.191	3281.97	0.769	0.0125	200
2	69.25	BZ-968	1.22	3283.191	3281.97	BZ-966	1.42	3282.76	3281.34	0.631	0.0091	200
3	70.54	BZ-957	1.3	3283.25	3281.95	BZ-960	1.1	3282.98	3281.88	0.07	0.0010	200
4	76.171	BZ-960	1.1	3282.98	3281.88	BZ-966	1.42	3282.76	3281.34	0.54	0.0071	200

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Tabla 43: Pendientes de la red de aguas residuales obtenidas calle Fernando Túpac Amaru

TRAMO	LONG. (m)	BUZÓN INICIO				BUZÓN LLEGADA				DIFERENCIA COTAS (msnm)	PENDIENTE m/m	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	63.14	BZ-976	1.23	3285.423	3284.19	BZ-974	1.55	3285.014	3283.46	0.729	0.0115	200
2	45.05	BZ-974	1.55	3285.014	3283.46	BZ-972	1.12	3284.517	3283.40	0.067	0.0015	200
3	49.7	BZ-972	1.12	3284.517	3283.40	BZ-970	1.24	3284.2	3282.96	0.437	0.0088	200
4	38.56	BZ-970	1.24	3284.2	3282.96	BZ-969	1.20	3283.94	3282.74	0.22	0.0057	200
5	47.4	BZ-969	1.2	3283.94	3282.74	BZ-909	1.23	3283.737	3282.51	0.233	0.0049	200
6	48.72	BZ-909	1.23	3283.737	3282.51	BZ-911	1.25	3283.637	3282.39	0.12	0.0025	200

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Tabla 44: Pendientes de la red de aguas residuales obtenidas calle Hipólito Túpac Amaru

TRAMO	LONG. (m)	BUZÓN INICIO				BUZÓN LLEGADA				DIFERENCIA COTAS (msnm)	PENDIENTE m/m	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	60.4	BZ-975	1.63	3284.983	3283.35	BZ-973	1.55	3284.301	3282.75	0.602	0.0100	200
2	58.72	BZ-973	1.55	3284.301	3282.75	BZ-971	1.35	3283.639	3282.29	0.462	0.0079	200
3	108.8	BZ-971	1.35	3283.639	3282.29	BZ-963	1.32	3282.06	3280.74	1.549	0.0142	200
1'	58.24	BZ-962	0.95	3282.091	3281.14	BZ-961	1.7	3282.787	3281.09	0.054	0.0009	200
2'	72.33	BZ-961	1.7	3282.787	3281.09	BZ-999	1.82	3282.773	3280.95	0.134	0.0019	200

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Tabla 45: Pendientes de la red de aguas residuales obtenidas calle Diego Túpac Amaru

TRAMO	LONG. (m)	BUZÓN INICIO				BUZÓN LLEGADA				DIFERENCIA COTAS (msnm)	PENDIENTE m/m	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	56.24	BZ-981	1.57	3284.389	3282.82	BZ-982	1.15	3283.929	3282.78	0.04	0.0007	200
2	54.9	BZ-982	1.15	3283.929	3282.78	BZ-986	1.4	3283.5	3282.10	0.679	0.0124	200
3	62.28	BZ-986	1.40	3283.5	3282.10	BZ-987	1.50	3283.092	3281.59	0.508	0.0082	200
4	80.9	BZ-987	1.50	3283.092	3281.59	BZ-991	1.72	3281.746	3280.03	1.566	0.0194	200
5	77.47	BZ-991	1.72	3281.746	3280.03	BZ-994	1.95	3281.952	3280.00	0.024	0.0003	200
6	59.76	BZ-994	1.95	3281.952	3280.00	BZ-995	2.50	3282.18	3279.68	0.322	0.0054	200

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Tabla 46: Pendientes de la red de aguas residuales obtenidas calle Pedro Mendigure

TRAMO	LONG. (m)	BUZÓN INICIO				BUZÓN LLEGADA				DIFERENCIA COTAS (msnm)	PENDIENTE m/m	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	35.27	BZ-1045	0.85	3283.028	3282.18	BZ-984	1.3	3282.631	3281.33	0.847	0.0240	200
2	70.87	BZ-985	1.28	3282.496	3281.22	BZ-988	1.7	3282.429	3280.73	0.487	0.0069	200

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Tabla 47: Pendientes de la red de aguas residuales obtenidas calle Tambohuasco Pumayalli

TRAMO	LONG. (m)	BUZÓN INICIO				BUZÓN LLEGADA				DIFERENCIA COTAS (msnm)	PENDIENTE m/m	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	59.66	BZ-1049	1.08	3282.15	3281.07	BZ-1044	1.5	3281.723	3280.22	0.847	0.0142	200
2	60.66	BZ-1044	1.5	3281.723	3280.22	BZ-1043	1.58	3281.419	3279.84	0.384	0.0063	200
3	47.88	BZ-1043	1.58	3281.419	3279.84	BZ-1042	1.6	3280.548	3278.95	0.891	0.0186	200
4	65.13	BZ-1042	1.6	3280.548	3278.95	BZ-1041	1.8	3280.727	3278.93	0.021	0.0003	200
5	60.16	BZ-1041	1.8	3280.727	3278.93	BZ-1040	2.2	3280.4578	3278.26	0.6692	0.0111	200

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Tabla 48: Pendientes de la red de aguas residuales obtenidas calle Mariano Túpac Amaru

TRAMO	LONG. (m)	BUZÓN INICIO				BUZÓN LLEGADA				DIFERENCIA COTAS (msnm)	PENDIENTE m/m	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	88.95	BZ-1052	0.88	3281.135	3280.26	BZ-1053	1.5	3280.026	3278.53	1.729	0.0194	200
2	37.08	BZ-1053	1.5	3280.026	3278.53	BZ-1054	1.72	3279.89	3278.17	0.356	0.0096	200
3	52.23	BZ-1054	1.72	3280.537	3278.82	BZ-1055	1.34	3279.89	3278.55	0.267	0.0051	200
4	59.72	BZ-1055	1.34	3279.89	3278.55	BZ-1056	2.03	3279.736	3277.71	0.844	0.0141	200

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Tabla 49: Pendientes de la red de aguas residuales obtenidas calle Ventura Mojarras

TRAMO	LONG. (m)	BUZÓN INICIO				BUZÓN LLEGADA				DIFERENCIA COTAS (msnm)	PENDIENTE m/m	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	47.95	BZ-1089	1.07	3279.618	3278.55	BZ-1088	1.27	3279.057	3277.79	0.761	0.0159	200
2	38.98	BZ-1088	1.27	3279.057	3277.79	BZ-1087	1.57	3278.751	3277.18	0.606	0.0155	200
3	56.82	BZ-1087	1.57	3278.751	3277.18	BZ-1086	1.6	3278.68	3277.08	0.101	0.0018	200
4	59.72	BZ-1086	1.6	3278.68	3277.08	BZ-1085	1.5	3278.5	3277.00	0.08	0.0013	200

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Tabla 50: Pendientes de la red de aguas residuales obtenidas calle Rosa Túpac Amaru

TRAMO	LONG. (m)	BUZÓN INICIO				BUZÓN LLEGADA				DIFERENCIA COTAS (msnm)	PENDIENTE m/m	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	48.13	BZ-1093	1.14	3279.008	3277.87	BZ-1096	1.8	3278.364	3276.56	1.304	0.0271	200
2	33.6	BZ-1097	1.05	3278.163	3277.11	BZ-1096	1.43	3278.364	3276.93	0.179	0.0053	200
3	79.13	BZ-1097	1.05	3278.163	3277.11	BZ-1100	1.75	3278.486	3276.74	0.377	0.0048	200

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Tabla 51: Pendientes de la red de aguas residuales obtenidas calle Rosa Noguera

TRAMO	LONG. (m)	BUZÓN INICIO				BUZÓN LLEGADA				DIFERENCIA COTAS (msnm)	PENDIENTE m/m	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	48.47	BZ-1099	0.95	3278.154	3277.20	BZ-1098	1.44	3277.289	3275.85	1.355	0.0280	250
2	46.79	BZ-1098	1.44	3277.289	3275.85	BZ-1095	1.64	3276.655	3275.02	0.834	0.0178	250
1´	47.09	BZ-1094	1.1	3277.57	3276.47	BZ-1095	1.64	3276.655	3275.02	1.455	0.0309	200

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

3.6.3.2. DETERMINACIÓN DE CAPACIDAD DE LA RED DE ALCANTARILLADO POR CALLES DE LA ZONA DE ESTUDIO EN LA URBANIZACIÓN TÚPAC AMARU.

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:

$$Q = A * V$$

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Dónde:

Q: Caudal (m3/seg).

Tabla 52: Caudales obtenidos por el método de Ganguillet-Kutter en la calle Tinta

TRAMO	DIÁMETRO (D) m	RADIO (r) m	ÁNGULO (θ) grados	TIRANTE (y) m	ÁREA MOJADA (A) m2	COEFICIENTE (n)	PENDIENTE (S) m/m	COEFICIENTE (C)	VELOCIDAD (V) m/seg	CAUDAL (Q) m3/seg
1	0.20	0.10	240	0.15	0.025	0.010	0.0080	63.364	1.392	0.035
2	0.20	0.10	240	0.15	0.025	0.010	0.0108	63.405	1.619	0.041
3	0.20	0.10	240	0.15	0.025	0.010	0.0053	63.284	1.132	0.029
4	0.20	0.10	240	0.15	0.025	0.010	0.0102	63.398	1.573	0.040
5	0.25	0.13	240	0.19	0.039	0.010	0.0108	66.827	1.907	0.075
6	0.25	0.13	240	0.19	0.039	0.010	0.0132	66.848	2.109	0.083
7	0.25	0.13	240	0.19	0.039	0.010	0.0231	66.887	2.792	0.110
8	0.25	0.13	240	0.19	0.039	0.010	0.0261	66.893	2.968	0.117
9	0.25	0.13	240	0.19	0.039	0.010	0.0267	66.894	3.002	0.119
10	0.25	0.13	240	0.19	0.039	0.010	0.0522	66.916	4.199	0.166

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Tabla 53: Caudales obtenidos por el método de Ganguillet-Kutter en la calle Tomasa Tito Condemayta

TRAMO	DIÁMETRO (D) m	RADIO (r) m	ÁNGULO (θ) grados	TIRANTE (y) m	ÁREA MOJADA (A) m2	COEFICIENTE (n)	PENDIENTE (S) m/m	COEFICIENTE (C)	VELOCIDAD (V) m/seg	CAUDAL (Q) m3/seg
1	0.25	0.13	240	0.19	0.039	0.010	0.0219	66.884	2.718	0.107
2	0.25	0.13	240	0.19	0.039	0.010	0.0094	66.811	1.779	0.070
3	0.25	0.13	240	0.19	0.039	0.010	0.0095	66.812	1.788	0.071
4	0.25	0.13	240	0.19	0.039	0.010	0.0119	66.838	2.002	0.079
5	0.25	0.13	240	0.19	0.039	0.010	0.0114	66.833	1.960	0.077
6	0.25	0.13	240	0.19	0.039	0.010	0.0262	66.893	2.974	0.117

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Tabla 54: Caudales obtenidos por el método de Ganguillet-Kutter en la calle Antonio Bastidas

TRAMO	DIÁMETRO (D) m	RADIO (r) m	ÁNGULO (θ) grados	TIRANTE (y) m	ÁREA MOJADA (A) m2	COEFICIENTE (n)	PENDIENTE (S) m/m	COEFICIENTE (C)	VELOCIDAD (V) m/seg	CAUDAL (Q) m3/seg
1	0.20	0.10	240	0.15	0.025	0.010	0.0220	63.464	2.312	0.058
2	0.20	0.10	240	0.15	0.025	0.010	0.0156	63.441	1.946	0.049

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Tabla 55: Caudales obtenidos por el método de Ganguillet-Kutter en la calle Plaza

TRAMO	DIÁMETRO (D) m	RADIO (r) m	ÁNGULO (θ) grados	TIRANTE (y) m	ÁREA MOJADA (A) m2	COEFICIENTE (n)	PENDIENTE (S) m/m	COEFICIENTE (C)	VELOCIDAD (V) m/seg	CAUDAL (Q) m3/seg
1	0.20	0.10	240	0.15	0.025	0.010	0.0108	63.405	1.619	0.041
2	0.20	0.10	240	0.15	0.025	0.010	0.0186	63.454	2.126	0.054

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Tabla 56: Caudales obtenidos por el método de Ganguillet-Kutter en la calle Francisco Túpac Amaru

TRAMO	DIÁMETRO (D) m	RADIO (r) m	ÁNGULO (θ) grados	TIRANTE (y) m	ÁREA MOJADA (A) m2	COEFICIENTE (n)	PENDIENTE (S) m/m	COEFICIENTE (C)	VELOCIDAD (V) m/seg	CAUDAL (Q) m3/seg
1	0.20	0.10	240	0.15	0.025	0.010	0.0180	63.451	2.091	0.053
2	0.20	0.10	240	0.15	0.025	0.010	0.0584	63.500	3.769	0.095

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Tabla 57: Caudales obtenidos por el método de Ganguillet-Kutter en la calle Tomás Katari

TRAMO	DIÁMETRO (D) m	RADIO (r) m	ÁNGULO (θ) grados	TIRANTE (y) m	ÁREA MOJADA (A) m2	COEFICIENTE (n)	PENDIENTE (S) m/m	COEFICIENTE (C)	VELOCIDAD (V) m/seg	CAUDAL (Q) m3/seg
1	0.20	0.10	240	0.15	0.025	0.010	0.0103	63.399	1.580	0.040
2	0.20	0.10	240	0.15	0.025	0.010	0.0121	63.417	1.714	0.043
1´	0.20	0.10	240	0.15	0.025	0.010	0.0137	63.429	1.824	0.046
3	0.20	0.10	240	0.15	0.025	0.010	0.0069	63.339	1.292	0.033
4	0.20	0.10	240	0.15	0.025	0.010	0.0116	63.413	1.678	0.042
5	0.20	0.10	240	0.15	0.025	0.010	0.0179	63.451	2.085	0.053
6	0.20	0.10	240	0.15	0.025	0.010	0.0348	63.485	2.909	0.074
2´	0.20	0.10	240	0.15	0.025	0.010	0.0227	63.466	2.349	0.059
3´	0.20	0.10	240	0.15	0.025	0.010	0.0389	63.489	3.076	0.078

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Tabla 58: Caudales obtenidos por el método de Ganguillet-Kutter en la calle Túpac Katari

TRAMO	DIÁMETRO (D) m	RADIO (r) m	ÁNGULO (θ) grados	TIRANTE (y) m	ÁREA MOJADA (A) m2	COEFICIENTE (n)	PENDIENTE (S) m/m	COEFICIENTE (C)	VELOCIDAD (V) m/seg	CAUDAL (Q) m3/seg
1	0.20	0.10	240	0.15	0.025	0.010	0.0125	63.421	1.742	0.044
2	0.20	0.10	240	0.15	0.025	0.010	0.0091	63.383	1.485	0.038
3	0.20	0.10	240	0.15	0.025	0.010	0.0010	62.292	0.484	0.012
4	0.20	0.10	240	0.15	0.025	0.010	0.0071	63.344	1.311	0.033

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Tabla 59: Caudales obtenidos por el método de Ganguillet-Kutter en la calle Fernando Túpac Amaru

TRAMO	DIÁMETRO (D) m	RADIO (r) m	ÁNGULO (θ) grados	TIRANTE (y) m	ÁREA MOJADA (A) m2	COEFICIENTE (n)	PENDIENTE (S) m/m	COEFICIENTE (C)	VELOCIDAD (V) m/seg	CAUDAL (Q) m3/seg
1	0.20	0.10	240	0.15	0.025	0.010	0.0115	63.412	1.670	0.042
2	0.20	0.10	240	0.15	0.025	0.010	0.0015	62.693	0.596	0.015
3	0.20	0.10	240	0.15	0.025	0.010	0.0088	63.378	1.460	0.037
4	0.20	0.10	240	0.15	0.025	0.010	0.0057	63.300	1.174	0.030
5	0.20	0.10	240	0.15	0.025	0.010	0.0049	63.264	1.088	0.027
6	0.20	0.10	240	0.15	0.025	0.010	0.0025	63.021	0.774	0.020

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Tabla 60: Caudales obtenidos por el método de Ganguillet-Kutter en la calle Hipólito Túpac Amaru

TRAMO	DIÁMETRO (D) m	RADIO (r) m	ÁNGULO (θ) grados	TIRANTE (y) m	ÁREA MOJADA (A) m2	COEFICIENTE (n)	PENDIENTE (S) m/m	COEFICIENTE (C)	VELOCIDAD (V) m/seg	CAUDAL (Q) m3/seg
1	0.20	0.10	240	0.15	0.025	0.010	0.0100	63.395	1.557	0.039
2	0.20	0.10	240	0.15	0.025	0.010	0.0079	63.362	1.383	0.035
3	0.20	0.10	240	0.15	0.025	0.010	0.0142	63.433	1.857	0.047
1´	0.20	0.10	240	0.15	0.025	0.010	0.0009	62.161	0.458	0.012
2´	0.20	0.10	240	0.15	0.025	0.010	0.0019	62.865	0.673	0.017

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Tabla 61: Caudales obtenidos por el método de Ganguillet-Kutter en la calle Diego Túpac Amaru

TRAMO	DIÁMETRO (D) m	RADIO (r) m	ÁNGULO (θ) grados	TIRANTE (y) m	ÁREA MOJADA (A) m2	COEFICIENTE (n)	PENDIENTE (S) m/m	COEFICIENTE (C)	VELOCIDAD (V) m/seg	CAUDAL (Q) m3/seg
1	0.20	0.10	240	0.15	0.025	0.010	0.0007	61.789	0.402	0.010
2	0.20	0.10	240	0.15	0.025	0.010	0.0124	63.420	1.735	0.044
3	0.20	0.10	240	0.15	0.025	0.010	0.0082	63.368	1.410	0.036
4	0.20	0.10	240	0.15	0.025	0.010	0.0194	63.457	2.171	0.055
5	0.20	0.10	240	0.15	0.025	0.010	0.0003	59.705	0.254	0.006
6	0.20	0.10	240	0.15	0.025	0.010	0.0054	63.288	1.142	0.029

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Tabla 62: Caudales obtenidos por el método de Ganguillet-Kutter en la calle Pedro Mendigure

TRAMO	DIÁMETRO (D) m	RADIO (r) m	ÁNGULO (θ) grados	TIRANTE (y) m	ÁREA MOJADA (A) m2	COEFICIENTE (n)	PENDIENTE (S) m/m	COEFICIENTE (C)	VELOCIDAD (V) m/seg	CAUDAL (Q) m3/seg
1	0.20	0.10	240	0.15	0.025	0.010	0.0240	63.469	2.415	0.061
2	0.20	0.10	240	0.15	0.025	0.010	0.0069	63.339	1.292	0.033

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Tabla 63: Caudales obtenidos por el método de Ganguillet-Kutter en la calle Tambohuasco Pumayalli

TRAMO	DIÁMETRO (D) m	RADIO (r) m	ÁNGULO (θ) grados	TIRANTE (y) m	ÁREA MOJADA (A) m2	COEFICIENTE (n)	PENDIENTE (S) m/m	COEFICIENTE (C)	VELOCIDAD (V) m/seg	CAUDAL (Q) m3/seg
1	0.20	0.10	240	0.15	0.025	0.010	0.0142	63.433	1.857	0.047
2	0.20	0.10	240	0.15	0.025	0.010	0.0063	63.321	1.235	0.031
3	0.20	0.10	240	0.15	0.025	0.010	0.0186	63.454	2.126	0.054
4	0.20	0.10	240	0.15	0.025	0.010	0.0003	59.705	0.254	0.006
5	0.20	0.10	240	0.15	0.025	0.010	0.0111	63.408	1.641	0.041

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Tabla 64: Caudales obtenidos por el método de Ganguillet-Kutter en la calle Mariano Túpac Amaru

TRAMO	DIÁMETRO (D) m	RADIO (r) m	ÁNGULO (θ) grados	TIRANTE (y) m	ÁREA MOJADA (A) m2	COEFICIENTE (n)	PENDIENTE (S) m/m	COEFICIENTE (C)	VELOCIDAD (V) m/seg	CAUDAL (Q) m3/seg
1	0.20	0.10	240	0.15	0.025	0.010	0.0194	63.457	2.171	0.055
2	0.20	0.10	240	0.15	0.025	0.010	0.0096	63.390	1.526	0.039
3	0.20	0.10	240	0.15	0.025	0.010	0.0051	63.274	1.110	0.028
4	0.20	0.10	240	0.15	0.025	0.010	0.0141	63.432	1.850	0.047

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Tabla 65: Caudales obtenidos por el método de Ganguillet-Kutter en la calle Ventura Mojarras

TRAMO	DIÁMETRO (D) m	RADIO (r) m	ÁNGULO (θ) grados	TIRANTE (y) m	ÁREA MOJADA (A) m2	COEFICIENTE (n)	PENDIENTE (S) m/m	COEFICIENTE (C)	VELOCIDAD (V) m/seg	CAUDAL (Q) m3/seg
1	0.20	0.10	240	0.15	0.025	0.010	0.0159	63.442	1.965	0.050
2	0.20	0.10	240	0.15	0.025	0.010	0.0155	63.440	1.940	0.049
3	0.20	0.10	240	0.15	0.025	0.010	0.0018	62.829	0.655	0.017
4	0.20	0.10	240	0.15	0.025	0.010	0.0013	62.569	0.554	0.014

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Tabla 66: Caudales obtenidos por el método de Ganguillet-Kutter en la calle Rosa Túpac Amaru

TRAMO	DIÁMETRO (D) m	RADIO (r) m	ÁNGULO (θ) grados	TIRANTE (y) m	ÁREA MOJADA (A) m2	COEFICIENTE (n)	PENDIENTE (S) m/m	COEFICIENTE (C)	VELOCIDAD (V) m/seg	CAUDAL (Q) m3/seg
1	0.20	0.10	240	0.15	0.025	0.010	0.0194	63.457	2.171	0.055
2	0.20	0.10	240	0.15	0.025	0.010	0.0053	63.284	1.132	0.029
3	0.20	0.10	240	0.15	0.025	0.010	0.0048	63.259	1.077	0.027

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Tabla 67: Caudales obtenidos por el método de Ganguillet-Kutter en la calle Rosa Noguera

TRAMO	DIÁMETRO (D) m	RADIO (r) m	ÁNGULO (θ) grados	TIRANTE (y) m	ÁREA MOJADA (A) m2	COEFICIENTE (n)	PENDIENTE (S) m/m	COEFICIENTE (C)	VELOCIDAD (V) m/seg	CAUDAL (Q) m3/seg
1	0.25	0.13	240	0.19	0.039	0.010	0.0280	66.896	3.074	0.121
2	0.25	0.13	240	0.19	0.039	0.010	0.0178	66.871	2.450	0.097
1´	0.20	0.10	240	0.15	0.025	0.010	0.0309	63.481	2.741	0.069

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 (m3/seg).

A: Área (m2).

V: Velocidad (m/seg).

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Tabla 68: Caudales obtenidos por el método de Bazin en la calle Tinta

TRAMO	DIÁMETRO (D) m	RADIO (r) m	ÁNGULO (θ) grados	TIRANTE (y) m	ÁREA MOJADA (A) m2	RADIO HIDRÁULICO (R) m	COEFICIENTE (n)	PENDIENTE (S) m/m	COEFICIENTE (C)	VELOCIDAD (V) m/seg	CAUDAL (Q) m3/seg
1	0.20	0.10	240	0.15	0.025	0.060	0.060	0.0080	69.921	1.536	0.039
2	0.20	0.10	240	0.15	0.025	0.060	0.060	0.0108	69.921	1.785	0.045
3	0.20	0.10	240	0.15	0.025	0.060	0.060	0.0053	69.921	1.250	0.032
4	0.20	0.10	240	0.15	0.025	0.060	0.060	0.0102	69.921	1.735	0.044
5	0.25	0.13	240	0.19	0.039	0.075	0.060	0.0108	71.401	2.038	0.080
6	0.25	0.13	240	0.19	0.039	0.075	0.060	0.0132	71.401	2.253	0.089
7	0.25	0.13	240	0.19	0.039	0.075	0.060	0.0231	71.401	2.980	0.118
8	0.25	0.13	240	0.19	0.039	0.075	0.060	0.0261	71.401	3.168	0.125
9	0.25	0.13	240	0.19	0.039	0.075	0.060	0.0267	71.401	3.204	0.127
10	0.25	0.13	240	0.19	0.039	0.075	0.060	0.0522	71.401	4.480	0.177

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Tabla 69: Caudales obtenidos por el método de Bazin en la calle Tomasa Tito Condemayta

TRAMO	DIÁMETRO (D) m	RADIO (r) m	ÁNGULO (θ) grados	TIRANTE (y) m	ÁREA MOJADA (A) m2	RADIO HIDRÁULICO (R) m	COEFICIENTE (n)	PENDIENTE (S) m/m	COEFICIENTE (C)	VELOCIDAD (V) m/seg	CAUDAL (Q) m3/seg
1	0.25	0.13	240	0.19	0.039	0.075	0.060	0.0219	71.401	2.902	0.115
2	0.25	0.13	240	0.19	0.039	0.075	0.060	0.0094	71.401	1.901	0.075
3	0.25	0.13	240	0.19	0.039	0.075	0.060	0.0095	71.401	1.911	0.075
4	0.25	0.13	240	0.19	0.039	0.075	0.060	0.0119	71.401	2.139	0.084
5	0.25	0.13	240	0.19	0.039	0.075	0.060	0.0114	71.401	2.094	0.083
6	0.25	0.13	240	0.19	0.039	0.075	0.060	0.0262	71.401	3.174	0.125

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Tabla 70: Caudales obtenidos por el método de Bazin en la calle Antonio Bastidas

TRAMO	DIÁMETRO (D) m	RADIO (r) m	ÁNGULO (θ) grados	TIRANTE (y) m	ÁREA MOJADA (A) m2	RADIO HIDRÁULICO (R) m	COEFICIENTE (n)	PENDIENTE (S) m/m	COEFICIENTE (C)	VELOCIDAD (V) m/seg	CAUDAL (Q) m3/seg
1	0.20	0.10	240	0.15	0.025	0.060	0.060	0.0220	69.921	2.547	0.064
2	0.20	0.10	240	0.15	0.025	0.060	0.060	0.0156	69.921	2.145	0.054

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Tabla 71: Caudales obtenidos por el método de Bazin en la calle Plaza

TRAMO	DIÁMETRO (D) m	RADIO (r) m	ÁNGULO (θ) grados	TIRANTE (y) m	ÁREA MOJADA (A) m2	RADIO HIDRÁULICO (R) m	COEFICIENTE (n)	PENDIENTE (S) m/m	COEFICIENTE (C)	VELOCIDAD (V) m/seg	CAUDAL (Q) m3/seg
1	0.20	0.10	240	0.15	0.025	0.060	0.060	0.0108	69.921	1.785	0.045
2	0.20	0.10	240	0.15	0.025	0.060	0.060	0.0186	69.921	2.342	0.059

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Tabla 72: Caudales obtenidos por el método de Bazin en la calle Francisco Túpac Amaru

TRAMO	DIÁMETRO (D) m	RADIO (r) m	ÁNGULO (θ) grados	TIRANTE (y) m	ÁREA MOJADA (A) m2	RADIO HIDRÁULICO (R) m	COEFICIENTE (n)	PENDIENTE (S) m/m	COEFICIENTE (C)	VELOCIDAD (V) m/seg	CAUDAL (Q) m3/seg
1	0.20	0.10	240	0.15	0.025	0.060	0.060	0.0180	69.921	2.304	0.058
2	0.20	0.10	240	0.15	0.025	0.060	0.060	0.0584	69.921	4.151	0.105

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Tabla 73: Caudales obtenidos por el método de Bazin en la calle Tomás Katari

TRAMO	DIÁMETRO (D) m	RADIO (r) m	ÁNGULO (θ) grados	TIRANTE (y) m	ÁREA MOJADA (A) m2	RADIO HIDRÁULICO (R) m	COEFICIENTE (n)	PENDIENTE (S) m/m	COEFICIENTE (C)	VELOCIDAD (V) m/seg	CAUDAL (Q) m3/seg
1	0.20	0.10	240	0.15	0.025	0.060	0.060	0.0103	69.921	1.743	0.044
2	0.20	0.10	240	0.15	0.025	0.060	0.060	0.0121	69.921	1.889	0.048
1´	0.20	0.10	240	0.15	0.025	0.060	0.060	0.0137	69.921	2.010	0.051
3	0.20	0.10	240	0.15	0.025	0.060	0.060	0.0069	69.921	1.427	0.036
4	0.20	0.10	240	0.15	0.025	0.060	0.060	0.0116	69.921	1.850	0.047
5	0.20	0.10	240	0.15	0.025	0.060	0.060	0.0179	69.921	2.298	0.058
6	0.20	0.10	240	0.15	0.025	0.060	0.060	0.0348	69.921	3.204	0.081
2´	0.20	0.10	240	0.15	0.025	0.060	0.060	0.0227	69.921	2.588	0.065
3´	0.20	0.10	240	0.15	0.025	0.060	0.060	0.0389	69.921	3.387	0.086

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Tabla 74: Caudales obtenidos por el método de Bazin en la calle Túpac Katari

TRAMO	DIÁMETRO (D) m	RADIO (r) m	ÁNGULO (θ) grados	TIRANTE (y) m	ÁREA MOJADA (A) m2	RADIO HIDRÁULICO (R) m	COEFICIENTE (n)	PENDIENTE (S) m/m	COEFICIENTE (C)	VELOCIDAD (V) m/seg	CAUDAL (Q) m3/seg
1	0.20	0.10	240	0.15	0.025	0.060	0.060	0.0125	69.921	1.920	0.049
2	0.20	0.10	240	0.15	0.025	0.060	0.060	0.0091	69.921	1.638	0.041
3	0.20	0.10	240	0.15	0.025	0.060	0.060	0.0010	69.921	0.543	0.014
4	0.20	0.10	240	0.15	0.025	0.060	0.060	0.0071	69.921	1.447	0.037

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Tabla 75: Caudales obtenidos por el método de Bazin en la calle Fernando Túpac Amaru

TRAMO	DIÁMETRO (D) m	RADIO (r) m	ÁNGULO (θ) grados	TIRANTE (y) m	ÁREA MOJADA (A) m2	RADIO HIDRÁULICO (R) m	COEFICIENTE (n)	PENDIENTE (S) m/m	COEFICIENTE (C)	VELOCIDAD (V) m/seg	CAUDAL (Q) m3/seg
1	0.20	0.10	240	0.15	0.025	0.060	0.060	0.0115	69.921	1.842	0.047
2	0.20	0.10	240	0.15	0.025	0.060	0.060	0.0015	69.921	0.665	0.017
3	0.20	0.10	240	0.15	0.025	0.060	0.060	0.0088	69.921	1.611	0.041
4	0.20	0.10	240	0.15	0.025	0.060	0.060	0.0057	69.921	1.297	0.033
5	0.20	0.10	240	0.15	0.025	0.060	0.060	0.0049	69.921	1.202	0.030
6	0.20	0.10	240	0.15	0.025	0.060	0.060	0.0025	69.921	0.859	0.022

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Tabla 76: Caudales obtenidos por el método de Bazin en la calle Hipólito Túpac Amaru

TRAMO	DIÁMETRO (D) m	RADIO (r) m	ÁNGULO (θ) grados	TIRANTE (y) m	ÁREA MOJADA (A) m2	RADIO HIDRÁULICO (R) m	COEFICIENTE (n)	PENDIENTE (S) m/m	COEFICIENTE (C)	VELOCIDAD (V) m/seg	CAUDAL (Q) m3/seg
1	0.20	0.10	240	0.15	0.025	0.060	0.060	0.010	69.921	1.718	0.043
2	0.20	0.10	240	0.15	0.025	0.060	0.060	0.008	69.921	1.527	0.039
3	0.20	0.10	240	0.15	0.025	0.060	0.060	0.014	69.921	2.047	0.052
1´	0.20	0.10	240	0.15	0.025	0.060	0.060	0.001	69.921	0.515	0.013
2´	0.20	0.10	240	0.15	0.025	0.060	0.060	0.002	69.921	0.749	0.019

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Tabla 77: Caudales obtenidos por el método de Bazin en la calle Diego Túpac Amaru

TRAMO	DIÁMETRO (D) m	RADIO (r) m	ÁNGULO (θ) grados	TIRANTE (y) m	ÁREA MOJADA (A) m2	RADIO HIDRÁULICO (R) m	COEFICIENTE (n)	PENDIENTE (S) m/m	COEFICIENTE (C)	VELOCIDAD (V) m/seg	CAUDAL (Q) m3/seg
1	0.20	0.10	240	0.15	0.025	0.060	0.060	0.001	69.921	0.454	0.011
2	0.20	0.10	240	0.15	0.025	0.060	0.060	0.012	69.921	1.913	0.048
3	0.20	0.10	240	0.15	0.025	0.060	0.060	0.008	69.921	1.555	0.039
4	0.20	0.10	240	0.15	0.025	0.060	0.060	0.019	69.921	2.392	0.060
5	0.20	0.10	240	0.15	0.025	0.060	0.060	0.000	69.921	0.297	0.008
6	0.2	0.10	240	0.15	0.025	0.060	0.060	0.005	69.921	1.262	0.032

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Tabla 78: Caudales obtenidos por el método de Bazin en la calle Pedro Mendigure

TRAMO	DIÁMETRO (D) m	RADIO (r) m	ÁNGULO (θ) grados	TIRANTE (y) m	ÁREA MOJADA (A) m2	RADIO HIDRÁULICO (R) m	COEFICIENTE (n)	PENDIENTE (S) m/m	COEFICIENTE (C)	VELOCIDAD (V) m/seg	CAUDAL (Q) m3/seg
1	0.20	0.10	240	0.15	0.025	0.060	0.060	0.024	69.921	2.661	0.067
2	0.20	0.10	240	0.15	0.025	0.060	0.060	0.007	69.921	1.427	0.036

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Tabla 79: Caudales obtenidos por el método de Bazin en la calle Tambohuasco Pumayalli

TRAMO	DIÁMETRO (D) m	RADIO (r) m	ÁNGULO (θ) grados	TIRANTE (y) m	ÁREA MOJADA (A) m2	RADIO HIDRÁULICO (R) m	COEFICIENTE (n)	PENDIENTE (S) m/m	COEFICIENTE (C)	VELOCIDAD (V) m/seg	CAUDAL (Q) m3/seg
1	0.20	0.10	240	0.15	0.025	0.060	0.060	0.014	69.921	2.047	0.052
2	0.20	0.10	240	0.15	0.025	0.060	0.060	0.006	69.921	1.363	0.034
3	0.20	0.10	240	0.15	0.025	0.060	0.060	0.019	69.921	2.342	0.059
4	0.20	0.10	240	0.15	0.025	0.060	0.060	0.000	69.921	0.297	0.008
5	0.20	0.10	240	0.15	0.025	0.060	0.060	0.011	69.921	1.810	0.046

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Tabla 80: Caudales obtenidos por el método de Bazin en la calle Mariano Túpac Amaru

TRAMO	DIÁMETRO (D) m	RADIO (r) m	ÁNGULO (θ) grados	TIRANTE (y) m	ÁREA MOJADA (A) m2	RADIO HIDRÁULICO (R) m	COEFICIENTE (n)	PENDIENTE (S) m/m	COEFICIENTE (C)	VELOCIDAD (V) m/seg	CAUDAL (Q) m3/seg
1	0.20	0.10	240	0.15	0.025	0.060	0.060	0.0194	69.921	2.392	0.060
2	0.20	0.10	240	0.15	0.025	0.060	0.060	0.0096	69.921	1.683	0.043
3	0.20	0.10	240	0.15	0.025	0.060	0.060	0.0051	69.921	1.227	0.031
4	0.20	0.10	240	0.15	0.025	0.060	0.060	0.0141	69.921	2.039	0.052

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Tabla 81: Caudales obtenidos por el método de Bazin en la calle Ventura Mojarras

TRAMO	DIÁMETRO (D) m	RADIO (r) m	ÁNGULO (θ) grados	TIRANTE (y) m	ÁREA MOJADA (A) m2	RADIO HIDRÁULICO (R) m	COEFICIENTE (n)	PENDIENTE (S) m/m	COEFICIENTE (C)	VELOCIDAD (V) m/seg	CAUDAL (Q) m3/seg
1	0.20	0.10	240	0.15	0.025	0.060	0.060	0.0159	69.921	2.166	0.055
2	0.20	0.10	240	0.15	0.025	0.060	0.060	0.0155	69.921	2.138	0.054
3	0.20	0.10	240	0.15	0.025	0.060	0.060	0.0018	69.921	0.729	0.018
4	0.20	0.10	240	0.15	0.025	0.060	0.060	0.0013	69.921	0.619	0.016

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Tabla 82: Caudales obtenidos por el método de Bazin en la calle Rosa Túpac Amaru

TRAMO	DIÁMETRO (D) m	RADIO (r) m	ÁNGULO (θ) grados	TIRANTE (y) m	ÁREA MOJADA (A) m2	RADIO HIDRÁULICO (R) m	COEFICIENTE (n)	PENDIENTE (S) m/m	COEFICIENTE (C)	VELOCIDAD (V) m/seg	CAUDAL (Q) m3/seg
1	0.20	0.10	240	0.15	0.025	0.060	0.060	0.0194	69.921	2.392	0.060
2	0.20	0.10	240	0.15	0.025	0.060	0.060	0.0053	69.921	1.250	0.032
3	0.20	0.10	240	0.15	0.025	0.060	0.060	0.0048	69.921	1.190	0.030

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Tabla 83: Caudales obtenidos por el método de Bazin en la calle Rosa Noguera

TRAMO	DIÁMETRO (D) m	RADIO (r) m	ÁNGULO (θ) grados	TIRANTE (y) m	ÁREA MOJADA (A) m2	RADIO HIDRÁULICO (R) m	COEFICIENTE (n)	PENDIENTE (S) m/m	COEFICIENTE (C)	VELOCIDAD (V) m/seg	CAUDAL (Q) m3/seg
1	0.25	0.13	240	0.19	0.039	0.075	0.060	0.0280	71.401	3.281	0.130
2	0.25	0.13	240	0.19	0.039	0.075	0.060	0.0178	71.401	2.616	0.103
1´	0.20	0.10	240	0.15	0.025	0.060	0.060	0.0309	69.921	3.019	0.076

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:

$$Q = A * V$$

Tabla 84: Caudales obtenidos por el método de Manning en la calle Tinta

TRAMO	DIÁMETRO (D) m	RADIO (r) m	ÁNGULO (θ) grados	TIRANTE (y) m	ÁREA MOJADA (A) m2	RADIO HIDRÁULICO (R) m	COEFICIENTE (n)	PENDIENTE (S) m/m	VELOCIDAD (V) m/seg	CAUDAL (Q) m3/seg
1	0.20	0.10	240	0.150	0.025	0.060	0.010	0.0080	1.376	0.035
2	0.20	0.10	240	0.150	0.025	0.060	0.010	0.0108	1.599	0.040
3	0.20	0.10	240	0.150	0.025	0.060	0.010	0.0053	1.120	0.028
4	0.20	0.10	240	0.150	0.025	0.060	0.010	0.0102	1.554	0.039
5	0.25	0.13	240	0.188	0.039	0.075	0.010	0.0108	1.855	0.073
6	0.25	0.13	240	0.188	0.039	0.075	0.010	0.0132	2.051	0.081
7	0.25	0.13	240	0.188	0.039	0.075	0.010	0.0231	2.713	0.107
8	0.25	0.13	240	0.188	0.039	0.075	0.010	0.0261	2.884	0.114
9	0.25	0.13	240	0.188	0.039	0.075	0.010	0.0267	2.917	0.115
10	0.25	0.13	240	0.188	0.039	0.075	0.010	0.0522	4.078	0.161

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Tabla 85: Caudales obtenidos por el método de Manning en la calle Tomasa Tito Condemayta

TRAMO	DIÁMETRO (D) m	RADIO (r) m	ÁNGULO (θ) grados	TIRANTE (y) m	ÁREA MOJADA (A) m2	RADIO HIDRÁULICO (R) m	COEFICIENTE (n)	PENDIENTE (S) m/m	VELOCIDAD (V) m/seg	CAUDAL (Q) m3/seg
1	0.25	0.13	240	0.188	0.039	0.075	0.010	0.0219	2.642	0.104
2	0.25	0.13	240	0.188	0.039	0.075	0.010	0.0094	1.731	0.068
3	0.25	0.13	240	0.188	0.039	0.075	0.010	0.0095	1.740	0.069
4	0.25	0.13	240	0.188	0.039	0.075	0.010	0.0119	1.947	0.077
5	0.25	0.13	240	0.188	0.039	0.075	0.010	0.0114	1.906	0.075
6	0.25	0.13	240	0.188	0.039	0.075	0.010	0.0262	2.889	0.114

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Tabla 86: Caudales obtenidos por el método de Manning en la calle Antonio Bastidas

TRAMO	DIÁMETRO (D) m	RADIO (r) m	ÁNGULO (θ) grados	TIRANTE (y) m	ÁREA MOJADA (A) m2	RADIO HIDRÁULICO (R) m	COEFICIENTE (n)	PENDIENTE (S) m/m	VELOCIDAD (V) m/seg	CAUDAL (Q) m3/seg
1	0.20	0.10	240	0.150	0.025	0.060	0.010	0.0220	2.282	0.058
2	0.20	0.10	240	0.150	0.025	0.060	0.010	0.0156	1.921	0.049

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Tabla 87: Caudales obtenidos por el método de Manning en la calle Plaza

TRAMO	DIÁMETRO (D) m	RADIO (r) m	ÁNGULO (θ) grados	TIRANTE (y) m	ÁREA MOJADA (A) m2	RADIO HIDRÁULICO (R) m	COEFICIENTE (n)	PENDIENTE (S) m/m	VELOCIDAD (V) m/seg	CAUDAL (Q) m3/seg
1	0.20	0.10	240	0.150	0.025	0.060	0.010	0.0108	1.599	0.040
2	0.20	0.10	240	0.150	0.025	0.060	0.010	0.0186	2.098	0.053

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Tabla 88: Caudales obtenidos por el método de Manning en la calle Francisco Túpac Amaru

TRAMO	DIÁMETRO (D) m	RADIO (r) m	ÁNGULO (θ) grados	TIRANTE (y) m	ÁREA MOJADA (A) m2	RADIO HIDRÁULICO (R) m	COEFICIENTE (n)	PENDIENTE (S) m/m	VELOCIDAD (V) m/seg	CAUDAL (Q) m3/seg
1	0.20	0.10	240	0.150	0.025	0.060	0.010	0.0180	2.064	0.052
2	0.20	0.10	240	0.150	0.025	0.060	0.010	0.0584	3.718	0.094

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Tabla 89: Caudales obtenidos por el método de Manning en la calle Tomás Katari

TRAMO	DIÁMETRO (D) m	RADIO (r) m	ÁNGULO (θ) grados	TIRANTE (y) m	ÁREA MOJADA (A) m2	RADIO HIDRÁULICO (R) m	COEFICIENTE (n)	PENDIENTE (S) m/m	VELOCIDAD (V) m/seg	CAUDAL (Q) m3/seg
1	0.20	0.10	240	0.150	0.025	0.060	0.010	0.0103	1.561	0.039
2	0.20	0.10	240	0.150	0.025	0.060	0.010	0.0121	1.692	0.043
1´	0.20	0.10	240	0.150	0.025	0.060	0.010	0.0137	1.801	0.046
3	0.20	0.10	240	0.150	0.025	0.060	0.010	0.0069	1.278	0.032
4	0.20	0.10	240	0.150	0.025	0.060	0.010	0.0116	1.657	0.042
5	0.20	0.10	240	0.150	0.025	0.060	0.010	0.0179	2.058	0.052
6	0.20	0.10	240	0.150	0.025	0.060	0.010	0.0348	2.870	0.073
2´	0.20	0.10	240	0.150	0.025	0.060	0.010	0.0227	2.318	0.059
3´	0.20	0.10	240	0.150	0.025	0.060	0.010	0.0389	3.034	0.077

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Tabla 90: Caudales obtenidos por el método de Manning en la calle Túpac Katari

TRAMO	DIÁMETRO (D) m	RADIO (r) m	ÁNGULO (θ) grados	TIRANTE (y) m	ÁREA MOJADA (A) m2	RADIO HIDRÁULICO (R) m	COEFICIENTE (n)	PENDIENTE (S) m/m	VELOCIDAD (V) m/seg	CAUDAL (Q) m3/seg
1	0.20	0.10	240	0.150	0.025	0.060	0.010	0.0125	1.720	0.043
2	0.20	0.10	240	0.150	0.025	0.060	0.010	0.0091	1.468	0.037
3	0.20	0.10	240	0.150	0.025	0.060	0.010	0.0010	0.486	0.012
4	0.20	0.10	240	0.150	0.025	0.060	0.010	0.0071	1.296	0.033

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Tabla 91: Caudales obtenidos por el método de Manning en la calle Fernando Túpac Amaru

TRAMO	DIÁMETRO (D) m	RADIO (r) m	ÁNGULO (θ) grados	TIRANTE (y) m	ÁREA MOJADA (A) m2	RADIO HIDRÁULICO (R) m	COEFICIENTE (n)	PENDIENTE (S) m/m	VELOCIDAD (V) m/seg	CAUDAL (Q) m3/seg
1	0.20	0.10	240	0.150	0.025	0.060	0.010	0.0115	1.650	0.042
2	0.20	0.10	240	0.150	0.025	0.060	0.010	0.0015	0.596	0.015
3	0.20	0.10	240	0.150	0.025	0.060	0.010	0.0088	1.443	0.036
4	0.20	0.10	240	0.150	0.025	0.060	0.010	0.0057	1.161	0.029
5	0.20	0.10	240	0.150	0.025	0.060	0.010	0.0049	1.077	0.027
6	0.2	0.10	240	0.150	0.025	0.060	0.010	0.0025	0.769	0.019

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Tabla 92: Caudales obtenidos por el método de Manning en la calle Hipólito Túpac Amaru

TRAMO	DIÁMETRO (D) m	RADIO (r) m	ÁNGULO (θ) grados	TIRANTE (y) m	ÁREA MOJADA (A) m2	RADIO HIDRÁULICO (R) m	COEFICIENTE (n)	PENDIENTE (S) m/m	VELOCIDAD (V) m/seg	CAUDAL (Q) m3/seg
1	0.20	0.10	240	0.150	0.025	0.060	0.010	0.0100	1.538	0.039
2	0.20	0.10	240	0.150	0.025	0.060	0.010	0.0079	1.367	0.035
3	0.20	0.10	240	0.150	0.025	0.060	0.010	0.0142	1.833	0.046
1´	0.20	0.10	240	0.150	0.025	0.060	0.010	0.0009	0.462	0.012
2´	0.20	0.10	240	0.150	0.025	0.060	0.010	0.0019	0.671	0.017

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Tabla 93: Caudales obtenidos por el método de Manning en la calle Diego Túpac Amaru

TRAMO	DIÁMETRO (D) m	RADIO (r) m	ÁNGULO (θ) grados	TIRANTE (y) m	ÁREA MOJADA (A) m2	RADIO HIDRÁULICO (R) m	COEFICIENTE (n)	PENDIENTE (S) m/m	VELOCIDAD (V) m/seg	CAUDAL (Q) m3/seg
1	0.20	0.10	240	0.150	0.025	0.060	0.010	0.0007	0.407	0.010
2	0.20	0.10	240	0.150	0.025	0.060	0.010	0.0124	1.713	0.043
3	0.20	0.10	240	0.150	0.025	0.060	0.010	0.0082	1.393	0.035
4	0.20	0.10	240	0.150	0.025	0.060	0.010	0.0194	2.143	0.054
5	0.20	0.10	240	0.150	0.025	0.060	0.010	0.0003	0.266	0.007
6	0.2	0.10	240	0.150	0.025	0.060	0.010	0.0054	1.130	0.029

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Tabla 94: Caudales obtenidos por el método de Manning en la calle Pedro Mendigura

TRAMO	DIÁMETRO (D) m	RADIO (r) m	ÁNGULO (θ) grados	TIRANTE (y) m	ÁREA MOJADA (A) m2	RADIO HIDRÁULICO (R) m	COEFICIENTE (n)	PENDIENTE (S) m/m	VELOCIDAD (V) m/seg	CAUDAL (Q) m3/seg
1	0.20	0.10	240	0.150	0.025	0.060	0.010	0.0240	2.383	0.060
2	0.20	0.10	240	0.150	0.025	0.060	0.010	0.0069	1.278	0.032

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Tabla 95: Caudales obtenidos por el método de Manning en la calle Tambohuasco Pumayalli

TRAMO	DIÁMETRO (D) m	RADIO (r) m	ÁNGULO (θ) grados	TIRANTE (y) m	ÁREA MOJADA (A) m2	RADIO HIDRÁULICO (R) m	COEFICIENTE (n)	PENDIENTE (S) m/m	VELOCIDAD (V) m/seg	CAUDAL (Q) m3/seg
1	0.20	0.10	240	0.150	0.025	0.060	0.010	0.0142	1.833	0.046
2	0.20	0.10	240	0.150	0.025	0.060	0.010	0.0063	1.221	0.031
3	0.20	0.10	240	0.150	0.025	0.060	0.010	0.0186	2.098	0.053
4	0.20	0.10	240	0.150	0.025	0.060	0.010	0.0003	0.266	0.007
5	0.20	0.10	240	0.150	0.025	0.060	0.010	0.0111	1.621	0.041

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Tabla 96: Caudales obtenidos por el método de Manning en la calle Mariano Túpac Amaru

TRAMO	DIÁMETRO (D) m	RADIO (r) m	ÁNGULO (θ) grados	TIRANTE (y) m	ÁREA MOJADA (A) m2	RADIO HIDRÁULICO (R) m	COEFICIENTE (n)	PENDIENTE (S) m/m	VELOCIDAD (V) m/seg	CAUDAL (Q) m3/seg
1	0.20	0.10	240	0.150	0.025	0.060	0.010	0.0194	2.143	0.054
2	0.20	0.10	240	0.150	0.025	0.060	0.010	0.0096	1.507	0.038
3	0.20	0.10	240	0.150	0.025	0.060	0.010	0.0051	1.099	0.028
4	0.20	0.10	240	0.150	0.025	0.060	0.010	0.0141	1.827	0.046

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Tabla 97: Caudales obtenidos por el método de Manning en la calle Ventura Mojarras

TRAMO	DIÁMETRO (D) m	RADIO (r) m	ÁNGULO (θ) grados	TIRANTE (y) m	ÁREA MOJADA (A) m2	RADIO HIDRÁULICO (R) m	COEFICIENTE (n)	PENDIENTE (S) m/m	VELOCIDAD (V) m/seg	CAUDAL (Q) m3/seg
1	0.20	0.10	240	0.150	0.025	0.060	0.010	0.0159	1.940	0.049
2	0.20	0.10	240	0.150	0.025	0.060	0.010	0.0155	1.915	0.048
3	0.20	0.10	240	0.150	0.025	0.060	0.010	0.0018	0.653	0.016
4	0.20	0.10	240	0.150	0.025	0.060	0.010	0.0013	0.555	0.014

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Tabla 98: Caudales obtenidos por el método de Manning en la calle Rosa Túpac Amaru

TRAMO	DIÁMETRO (D) m	RADIO (r) m	ÁNGULO (θ) grados	TIRANTE (y) m	ÁREA MOJADA (A) m2	RADIO HIDRÁULICO (R) m	COEFICIENTE (n)	PENDIENTE (S) m/m	VELOCIDAD (V) m/seg	CAUDAL (Q) m3/seg
1	0.20	0.10	240	0.150	0.025	0.060	0.010	0.0194	2.143	0.054
2	0.20	0.10	240	0.150	0.025	0.060	0.010	0.0053	1.120	0.028
3	0.20	0.10	240	0.150	0.025	0.060	0.010	0.0048	1.066	0.027

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Tabla 99: Caudales obtenidos por el método de Manning en la calle Rosa Noguera

TRAMO	DIÁMETRO (D) m	RADIO (r) m	ÁNGULO (θ) grados	TIRANTE (y) m	ÁREA MOJADA (A) m2	RADIO HIDRÁULICO (R) m	COEFICIENTE (n)	PENDIENTE (S) m/m	VELOCIDAD (V) m/seg	CAUDAL (Q) m3/seg
1	0.25	0.13	240	0.188	0.039	0.075	0.010	0.0280	2.987	0.118
2	0.25	0.13	240	0.188	0.039	0.075	0.010	0.0178	2.382	0.094
1´	0.20	0.10	240	0.150	0.025	0.060	0.010	0.0309	2.704	0.068

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

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:

$$Q = A * V$$

Tabla 100: Caudales obtenidos por el método de Pavlovski en la calle Tinta

TRAMO	DIÁMETRO (D) m	RADIO (r) m	ÁNGULO (α) grados	TIRANTE (y) m	ÁREA MOJADA (A) m2	RADIO HIDRÁULICO (R) m	COEFICIENTE (n)	PENDIENTE (S) m/m	Factor (x)	COEFICIENTE (C)	VELOCIDAD (V) m/seg	CAUDAL (Q) m3/seg
1	0.20	0.10	240	0.150	0.025	0.060	0.010	0.0080	0.120	71.40	1.569	0.040
2	0.20	0.10	240	0.150	0.025	0.060	0.010	0.0108	0.120	71.40	1.823	0.046
3	0.20	0.10	240	0.150	0.025	0.060	0.010	0.0053	0.120	71.40	1.277	0.032
4	0.20	0.10	240	0.150	0.025	0.060	0.010	0.0102	0.120	71.40	1.771	0.045
5	0.25	0.13	240	0.188	0.039	0.075	0.010	0.0108	0.120	73.33	2.093	0.083
6	0.25	0.13	240	0.188	0.039	0.075	0.010	0.0132	0.120	73.33	2.314	0.091
7	0.25	0.13	240	0.188	0.039	0.075	0.010	0.0231	0.120	73.33	3.061	0.121
8	0.25	0.13	240	0.188	0.039	0.075	0.010	0.0261	0.120	73.33	3.254	0.128
9	0.25	0.13	240	0.188	0.039	0.075	0.010	0.0267	0.120	73.33	3.291	0.130
10	0.25	0.13	240	0.188	0.039	0.075	0.010	0.0522	0.120	73.33	4.601	0.182

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Tabla 101: Caudales obtenidos por el método de Pavlovski en la calle Tomasa Tito Condemayta

TRAMO	DIÁMETRO (D) m	RADIO (r) m	ÁNGULO (α) grados	TIRANTE (y) m	ÁREA MOJADA (A) m2	RADIO HIDRÁULICO (R) m	COEFICIENTE (n)	PENDIENTE (S) m/m	Factor (x)	COEFICIENTE (C)	VELOCIDAD (V) m/seg	CAUDAL (Q) m3/seg
1	0.25	0.13	240	0.188	0.039	0.075	0.010	0.0219	0.120	73.33	2.980	0.118
2	0.25	0.13	240	0.188	0.039	0.075	0.010	0.0094	0.120	73.33	1.953	0.077
3	0.25	0.13	240	0.188	0.039	0.075	0.010	0.0095	0.120	73.33	1.963	0.078
4	0.25	0.13	240	0.188	0.039	0.075	0.010	0.0119	0.120	73.33	2.197	0.087
5	0.25	0.13	240	0.188	0.039	0.075	0.010	0.0114	0.120	73.33	2.150	0.085
6	0.25	0.13	240	0.188	0.039	0.075	0.010	0.0262	0.120	73.33	3.260	0.129

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Tabla 102: Caudales obtenidos por el método de Pavlovski en la calle Antonio Bastidas

TRAMO	DIÁMETRO (D) m	RADIO (r) m	ÁNGULO (α) grados	TIRANTE (y) m	ÁREA MOJADA (A) m2	RADIO HIDRÁULICO (R) m	COEFICIENTE (n)	PENDIENTE (S) m/m	Factor (x)	COEFICIENTE (C)	VELOCIDAD (V) m/seg	CAUDAL (Q) m3/seg
1	0.20	0.10	240	0.150	0.025	0.060	0.010	0.0220	0.120	71.40	2.601	0.066
2	0.20	0.10	240	0.150	0.025	0.060	0.010	0.0156	0.120	71.40	2.190	0.055

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Tabla 103: Caudales obtenidos por el método de Pavlovski en la calle Plaza

TRAMO	DIÁMETRO (D) m	RADIO (r) m	ÁNGULO (α) grados	TIRANTE (y) m	ÁREA MOJADA (A) m2	RADIO HIDRÁULICO (R) m	COEFICIENTE (n)	PENDIENTE (S) m/m	Factor (x)	COEFICIENTE (C)	VELOCIDAD (V) m/seg	CAUDAL (Q) m3/seg
1	0.20	0.10	240	0.150	0.025	0.060	0.010	0.0108	0.120	71.40	1.823	0.046
2	0.20	0.10	240	0.150	0.025	0.060	0.010	0.0186	0.120	71.40	2.392	0.060

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Tabla 104: Caudales obtenidos por el método de Pavlovski en la calle Francisco Túpac Amaru

TRAMO	DIÁMETRO (D) m	RADIO (r) m	ÁNGULO (α) grados	TIRANTE (y) m	ÁREA MOJADA (A) m2	RADIO HIDRÁULICO (R) m	COEFICIENTE (n)	PENDIENTE (S) m/m	Factor (x)	COEFICIENTE (C)	VELOCIDAD (V) m/seg	CAUDAL (Q) m3/seg
1	0.20	0.10	240	0.150	0.025	0.060	0.010	0.0180	0.120	71.40	2.353	0.059
2	0.20	0.10	240	0.150	0.025	0.060	0.010	0.0584	0.120	71.40	4.238	0.107

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Tabla 105: Caudales obtenidos por el método de Pavlovski en la calle Tomás Katari

TRAMO	DIÁMETRO (D) m	RADIO (r) m	ÁNGULO (α) grados	TIRANTE (y) m	ÁREA MOJADA (A) m2	RADIO HIDRÁULICO (R) m	COEFICIENTE (n)	PENDIENTE (S) m/m	Factor (x)	COEFICIENTE (C)	VELOCIDAD (V) m/seg	CAUDAL (Q) m3/seg
1	0.20	0.10	240	0.150	0.025	0.060	0.010	0.0103	0.120	71.40	1.780	0.045
2	0.20	0.10	240	0.150	0.025	0.060	0.010	0.0121	0.120	71.40	1.929	0.049
1´	0.20	0.10	240	0.150	0.025	0.060	0.010	0.0137	0.120	71.40	2.053	0.052
3	0.20	0.10	240	0.150	0.025	0.060	0.010	0.0069	0.120	71.40	1.457	0.037
4	0.20	0.10	240	0.150	0.025	0.060	0.010	0.0116	0.120	71.40	1.889	0.048
5	0.20	0.10	240	0.150	0.025	0.060	0.010	0.0179	0.120	71.40	2.346	0.059
6	0.20	0.10	240	0.150	0.025	0.060	0.010	0.0348	0.120	71.40	3.272	0.083
2´	0.20	0.10	240	0.150	0.025	0.060	0.010	0.0227	0.120	71.40	2.642	0.067
3´	0.20	0.10	240	0.150	0.025	0.060	0.010	0.0389	0.120	71.40	3.459	0.087

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Tabla 106: Caudales obtenidos por el método de Pavlovski en la calle Túpac Katari

TRAMO	DIÁMETRO (D) m	RADIO (r) m	ÁNGULO (α) grados	TIRANTE (y) m	ÁREA MOJADA (A) m2	RADIO HIDRÁULICO (R) m	COEFICIENTE (n)	PENDIENTE (S) m/m	Factor (x)	COEFICIENTE (C)	VELOCIDAD (V) m/seg	CAUDAL (Q) m3/seg
1	0.20	0.10	240	0.150	0.025	0.060	0.010	0.0125	0.120	71.40	1.961	0.050
2	0.20	0.10	240	0.150	0.025	0.060	0.010	0.0091	0.120	71.40	1.673	0.042
3	0.20	0.10	240	0.150	0.025	0.060	0.010	0.0010	0.120	71.40	0.555	0.014
4	0.20	0.10	240	0.150	0.025	0.060	0.010	0.0071	0.120	71.40	1.478	0.037

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Tabla 107: Caudales obtenidos por el método de Pavlovski en la calle Fernando Túpac Amaru

TRAMO	DIÁMETRO (D) m	RADIO (r) m	ÁNGULO (α) grados	TIRANTE (y) m	ÁREA MOJADA (A) m2	RADIO HIDRÁULICO (R) m	COEFICIENTE (n)	PENDIENTE (S) m/m	Factor (x)	COEFICIENTE (C)	VELOCIDAD (V) m/seg	CAUDAL (Q) m3/seg
1	0.20	0.10	240	0.150	0.025	0.060	0.010	0.0115	0.120	71.40	1.881	0.048
2	0.20	0.10	240	0.150	0.025	0.060	0.010	0.0015	0.120	71.40	0.679	0.017
3	0.20	0.10	240	0.150	0.025	0.060	0.010	0.0088	0.120	71.40	1.645	0.042
4	0.20	0.10	240	0.150	0.025	0.060	0.010	0.0057	0.120	71.40	1.324	0.033
5	0.20	0.10	240	0.150	0.025	0.060	0.010	0.0049	0.120	71.40	1.228	0.031
6	0.20	0.10	240	0.150	0.025	0.060	0.010	0.0025	0.120	71.40	0.877	0.022

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Tabla 108: Caudales obtenidos por el método de Pavlovski en la calle Hipólito Túpac Amaru

TRAMO	DIÁMETRO (D) m	RADIO (r) m	ÁNGULO (α) grados	TIRANTE (y) m	ÁREA MOJADA (A) m2	RADIO HIDRÁULICO (R) m	COEFICIENTE (n)	PENDIENTE (S) m/m	Factor (x)	COEFICIENTE (C)	VELOCIDAD (V) m/seg	CAUDAL (Q) m3/seg
1	0.20	0.10	240	0.150	0.025	0.060	0.010	0.0100	0.120	71.40	1.754	0.044
2	0.20	0.10	240	0.150	0.025	0.060	0.010	0.0079	0.120	71.40	1.559	0.039
3	0.20	0.10	240	0.150	0.025	0.060	0.010	0.0142	0.120	71.40	2.090	0.053
1´	0.20	0.10	240	0.150	0.025	0.060	0.010	0.0009	0.120	71.40	0.526	0.013
2´	0.20	0.10	240	0.150	0.025	0.060	0.010	0.0019	0.120	71.40	0.764	0.019

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Tabla 109: Caudales obtenidos por el método de Pavlovski en la calle Diego Túpac Amaru

TRAMO	DIÁMETRO (D) m	RADIO (r) m	ÁNGULO (α) grados	TIRANTE (y) m	ÁREA MOJADA (A) m2	RADIO HIDRÁULICO (R) m	COEFICIENTE (n)	PENDIENTE (S) m/m	Factor (x)	COEFICIENTE (C)	VELOCIDAD (V) m/seg	CAUDAL (Q) m3/seg
1	0.20	0.10	240	0.150	0.025	0.060	0.010	0.0007	0.120	71.40	0.464	0.012
2	0.20	0.10	240	0.150	0.025	0.060	0.010	0.0124	0.120	71.40	1.953	0.049
3	0.20	0.10	240	0.150	0.025	0.060	0.010	0.0082	0.120	71.40	1.588	0.040
4	0.20	0.10	240	0.150	0.025	0.060	0.010	0.0194	0.120	71.40	2.443	0.062
5	0.20	0.10	240	0.150	0.025	0.060	0.010	0.0003	0.120	71.40	0.304	0.008
6	0.2	0.10	240	0.150	0.025	0.060	0.010	0.0054	0.120	71.40	1.289	0.033

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Tabla 110: Caudales obtenidos por el método de Pavlovski en la calle Pedro Mendigure

TRAMO	DIÁMETRO (D) m	RADIO (r) m	ÁNGULO (α) grados	TIRANTE (y) m	ÁREA MOJADA (A) m2	RADIO HIDRÁULICO (R) m	COEFICIENTE (n)	PENDIENTE (S) m/m	Factor (x)	COEFICIENTE (C)	VELOCIDAD (V) m/seg	CAUDAL (Q) m3/seg
1	0.20	0.10	240	0.150	0.025	0.060	0.010	0.0240	0.120	71.40	2.717	0.069
2	0.20	0.10	240	0.150	0.025	0.060	0.010	0.0069	0.120	71.40	1.457	0.037

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Tabla 111: Caudales obtenidos por el método de Pavlovski en la calle Tambohuasco Pumayalli

TRAMO	DIÁMETRO (D) m	RADIO (r) m	ÁNGULO (α) grados	TIRANTE (y) m	ÁREA MOJADA (A) m2	RADIO HIDRÁULICO (R) m	COEFICIENTE (n)	PENDIENTE (S) m/m	Factor (x)	COEFICIENTE (C)	VELOCIDAD (V) m/seg	CAUDAL (Q) m3/seg
1	0.20	0.10	240	0.150	0.025	0.060	0.010	0.0142	0.120	71.40	2.090	0.053
2	0.20	0.10	240	0.150	0.025	0.060	0.010	0.0063	0.120	71.40	1.392	0.035
3	0.20	0.10	240	0.150	0.025	0.060	0.010	0.0186	0.120	71.40	2.392	0.060
4	0.20	0.10	240	0.150	0.025	0.060	0.010	0.0003	0.120	71.40	0.304	0.008
5	0.20	0.10	240	0.150	0.025	0.060	0.010	0.0111	0.120	71.40	1.848	0.047

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Tabla 112: Caudales obtenidos por el método de Pavlovski en la calle Mariano Túpac Amaru

TRAMO	DIÁMETRO (D) m	RADIO (r) m	ÁNGULO (α) grados	TIRANTE (y) m	ÁREA MOJADA (A) m2	RADIO HIDRÁULICO (R) m	COEFICIENTE (n)	PENDIENTE (S) m/m	Factor (x)	COEFICIENTE (C)	VELOCIDAD (V) m/seg	CAUDAL (Q) m3/seg
1	0.20	0.10	240	0.150	0.025	0.060	0.010	0.0194	0.120	71.40	2.443	0.062
2	0.20	0.10	240	0.150	0.025	0.060	0.010	0.0096	0.120	71.40	1.718	0.043
3	0.20	0.10	240	0.150	0.025	0.060	0.010	0.0051	0.120	71.40	1.252	0.032
4	0.20	0.10	240	0.150	0.025	0.060	0.010	0.0141	0.120	71.40	2.082	0.053

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Tabla 113: Caudales obtenidos por el método de Pavlovski en la calle Ventura Mojarras

TRAMO	DIÁMETRO (D) m	RADIO (r) m	ÁNGULO (α) grados	TIRANTE (y) m	ÁREA MOJADA (A) m2	RADIO HIDRÁULICO (R) m	COEFICIENTE (n)	PENDIENTE (S) m/m	Factor (x)	COEFICIENTE (C)	VELOCIDAD (V) m/seg	CAUDAL (Q) m3/seg
1	0.20	0.10	240	0.150	0.025	0.060	0.010	0.0159	0.120	71.40	2.211	0.056
2	0.20	0.10	240	0.150	0.025	0.060	0.010	0.0155	0.120	71.40	2.183	0.055
3	0.20	0.10	240	0.150	0.025	0.060	0.010	0.0018	0.120	71.40	0.744	0.019
4	0.20	0.10	240	0.150	0.025	0.060	0.010	0.0013	0.120	71.40	0.632	0.016

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Tabla 114: Caudales obtenidos por el método de Pavlovski en la calle Rosa Túpac Amaru

TRAMO	DIÁMETRO (D) m	RADIO (r) m	ÁNGULO (α) grados	TIRANTE (y) m	ÁREA MOJADA (A) m2	RADIO HIDRÁULICO (R) m	COEFICIENTE (n)	PENDIENTE (S) m/m	Factor (x)	COEFICIENTE (C)	VELOCIDAD (V) m/seg	CAUDAL (Q) m3/seg
1	0.20	0.10	240	0.150	0.025	0.060	0.010	0.0194	0.120	71.40	2.443	0.062
2	0.20	0.10	240	0.150	0.025	0.060	0.010	0.0053	0.120	71.40	1.277	0.032
3	0.20	0.10	240	0.150	0.025	0.060	0.010	0.0048	0.120	71.40	1.215	0.031

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Tabla 115: Caudales obtenidos por el método de Pavlovski en la calle Rosa Noguera

TRAMO	DIÁMETRO (D) m	RADIO (r) m	ÁNGULO (α) grados	TIRANTE (y) m	ÁREA MOJADA (A) m2	RADIO HIDRÁULICO (R) m	COEFICIENTE (n)	PENDIENTE (S) m/m	Factor (x)	COEFICIENTE (C)	VELOCIDAD (V) m/seg	CAUDAL (Q) m3/seg
1	0.25	0.13	240	0.188	0.039	0.075	0.010	0.0280	0.120	73.33	3.370	0.133
2	0.25	0.13	240	0.188	0.039	0.075	0.010	0.0178	0.120	73.33	2.687	0.106
1´	0.20	0.10	240	0.150	0.025	0.060	0.010	0.0309	0.120	71.40	3.083	0.078

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

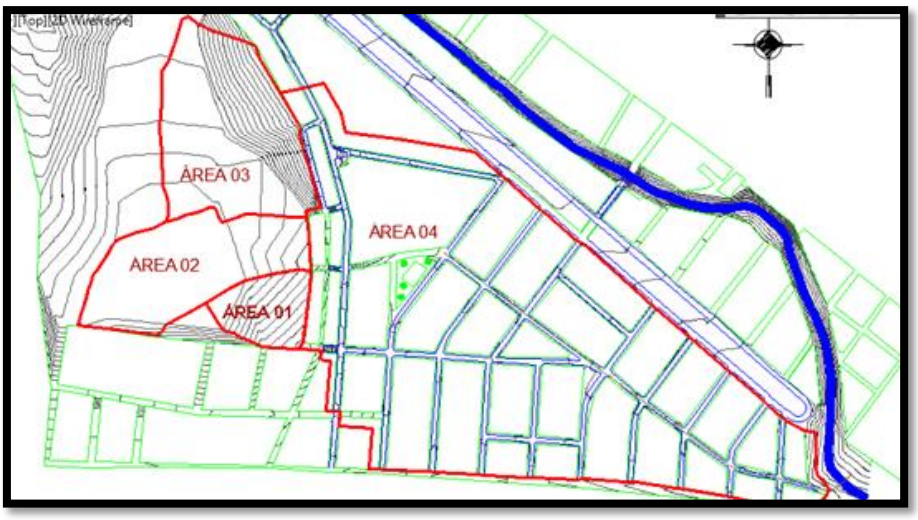
3.6.4. CÁLCULO DEL CAUDAL DE ESCORRENTÍA ORIGINADA POR LLUVIAS

3.6.4.1. CÁLCULO DE LAS ÁREAS DE INFLUENCIA DE LAS MICROCUENCAS DE LA ZONA DE ESTUDIO EN LA URBANIZACIÓN TÚPAC AMARU

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Delimitación de áreas.

Figura 44: Áreas de la zona de estudio



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

En el gráfico se observa la delimitación de las áreas que han sido usadas para la determinación de los caudales de las escorrentías superficiales picos. Estas áreas están expresadas en la siguiente tabla:

Tabla 116: Áreas de la zona de estudio

Áreas	m2	km2	ha
Zona 01	12446.53	0.0124	1.24
Zona 02	37521.62	0.0375	3.75
Zona 03	49283.89	0.0493	4.93
Zona 04	250514.32	0.2505	25.05
Total	349766.36	0.3498	34.98

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:

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Tabla 117: Datos topográficos de la Zona de estudio

ZONA DE ESTUDIO		
DATOS		UNIDAD
Cota Maxima	3309.15	m.s.n.m.
Cota Minima	3274.37	m.s.n.m.
Longitud	1325.15	m

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Luego 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 118: Tiempo de concentración de la zona de estudio – Método Kirpich

ZONA DE ESTUDIO			
ÍTEM		UNIDAD	
Pendiente	*S =*	0.026	m/m
Tiempo de Concentración	*Tc =*	20.053	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).

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

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 01.

Tabla 119: Tiempo de concentración de la zona de estudio – Método California Culverts Practice

ZONA DE ESTUDIO			
ÍTEM		UNIDAD	
Pendiente	*S =*	0.026	m/m
Tiempo de Concentración	*Tc =*	20.08	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 01.

Tabla 120: Tiempo de concentración de la zona de Estudio – Método Federal Aviation Administration

ZONA DE ESTUDIO			
ÍTEM		UNIDAD	
Pendiente	*S =*	0.026	m/m
Tiempo de Concentración	*Tc =*	23.24	min

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

3.6.4.3. OBTENCIÓN DE LA INTENSIDAD DE PRECIPITACIÓN DENTRO DE LA URBANIZACIÓN TÚPAC AMARU.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Como se consiguió los registros pluviométricos de las estaciones de Kayra y Perayoc se halló los factores de corrección de precipitación para la zona de Túpac Amaru, considerando la latitud y longitud en la que se encuentra. Se consideró también la distancia existente entre las estaciones mencionadas y la zona de estudio

Tabla 121: Factores de corrección de la precipitación

ESTACIÓN	Latitud	Longitud	Latitud [rad]	Longitud [rad]	Altitud Media	Precipitac. Media (24)	Distancia a la Z. E. (km)	Corrección Proporc.	Corrección Distancia	Factor Correcc Precip [Fp]
ESTACIONES BASE										
Kayra	S 13° 33' 24.7"	W 71º 52' 29.8"	0.236612	1.254454	3223	35.80	3.92	0.9976	0.61	0.6107
Perayoc	S 13° 31' 12.3"	W 71º 57' 35.7"	0.235970	1.255937	3360	36.30	6.18	0.9839	0.39	0.3817
ZONA DE ESTUDIO										
Túpac Amaru	S 13º 32' 20"	W 71º 54' 22"	0.236298	1.254998	3244	35.72				

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Son halladas las precipitaciones estimadas máximas en 24 horas para la zona de la urbanización Túpac Amaru.

Tabla 122: Precipitaciones Máximas estimadas en 24 hrs. Dentro de la urbanización Túpar Amaru

URBANIZACIÓN TÚPAC AMARU														
PRECIPITACIONES ESTIMADAS MÁXIMAS EN 24 hrs [mm]														
Latitud :	13°31'16"		Dpto :	San Jerónimo		FACTORES :	Kayra	0.6107						
Longitud :	71°57'53"		Prov :	Cusco			Perayoc	0.3817						
Altitud :	3 244 msnm		Dist :	Cusco										
N°	Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	MÁXIMO
1	1980	18.4	33.2	27.3	12.8	4.5	0.8	3.6	0.3	4.5	21.6	12.2	21.7	33.2
2	1981	34.6	12.4	16.7	22.8	1.3	3.4	0.0	5.0	9.6	40.6	20.9	28.4	40.6
3	1982	32.0	22.4	31.5	18.8	0.0	3.4	3.5	2.8	8.5	19.3	22.8	21.1	32.0
4	1983	21.1	20.3	16.7	7.6	2.6	11.5	0.6	0.3	3.2	9.5	10.6	25.2	25.2
5	1984	30.5	22.5	14.4	22.0	0.1	2.3	0.7	7.2	8.5	21.0	11.1	29.7	30.5
6	1985	17.6	47.0	22.2	10.6	7.1	6.8	1.7	1.9	12.6	14.0	18.6	21.8	47.0
7	1986	17.7	21.8	16.5	20.9	2.7	0.0	2.2	3.7	3.0	9.9	21.3	26.0	26.0
8	1987	37.7	17.0	18.6	10.5	4.0	1.6	5.7	0.0	4.5	13.5	16.5	26.7	37.7
9	1988	31.9	17.7	35.5	22.8	1.6	0.0	0.0	0.0	9.4	23.8	15.1	24.6	35.5
10	1989	24.5	35.1	17.9	18.4	3.0	5.4	0.0	4.0	12.3	22.2	14.8	21.6	35.1
11	1990	30.2	18.4	12.2	18.1	4.1	9.6	0.0	4.6	7.5	23.2	16.5	19.0	30.2
12	1991	26.7	42.0	37.7	18.4	4.4	3.6	1.3	0.0	13.5	29.3	17.9	23.1	42.0
13	1992	18.6	20.6	20.6	6.9	0.4	13.6	8.2	17.0	5.2	14.1	16.6	17.5	20.6
14	1993	45.0	18.6	21.9	4.1	1.2	0.0	1.3	7.8	5.1	15.2	15.7	39.7	45.0

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

15	1994	32.4	32.6	25.0	13.7	7.2	0.0	0.0	0.0	9.4	15.2	9.2	27.6	32.6
16	1995	22.2	18.9	20.9	8.5	0.3	0.1	1.3	0.7	24.5	8.2	24.7	19.9	24.7
17	1996	22.7	17.6	22.5	6.4	6.6	0.2	0.0	3.2	8.1	14.6	11.6	22.4	22.7
18	1997	20.7	16.2	24.0	11.7	3.7	0.0	0.0	3.2	4.2	11.0	37.9	29.6	37.9
19	1998	38.7	25.8	7.4	11.2	1.4	2.0	0.0	2.5	2.5	10.9	21.1	16.4	38.7
20	1999	19.4	15.4	16.2	15.2	4.3	4.2	0.6	0.0	11.4	8.9	16.7	19.2	19.4
21	2000	24.8	20.7	18.4	5.0	1.1	3.8	1.4	2.2	9.1	11.3	24.4	12.2	24.8
22	2001	19.8	27.9	22.7	9.3	3.5	0.0	13.6	4.1	6.9	17.8	19.6	17.8	27.9
23	2002	23.5	26.2	16.9	8.3	5.6	1.5	7.3	2.6	2.8	14.2	23.6	18.9	26.2
24	2003	31.4	23.4	17.0	35.3	1.6	5.8	0.0	10.2	3.3	8.7	12.7	23.8	35.3
25	2004	23.7	25.8	15.3	11.6	1.3	14.0	8.1	5.9	10.0	13.1	10.5	22.2	25.8
26	2005	25.2	16.5	23.6	20.5	1.4	0.2	1.1	2.5	3.0	12.7	13.3	14.3	25.2
27	2006	36.4	41.4	21.7	25.2	0.1	4.0	0.0	4.6	6.0	16.8	14.7	17.2	41.4
28	2007	26.7	14.4	23.5	27.7	7.0	0.0	2.8	0.3	1.8	18.8	19.3	18.0	27.7
29	2008	22.8	24.8	10.7	4.8	2.7	1.0	0.8	2.4	6.8	18.9	21.4	17.6	24.8
30	2009	23.5	19.4	19.8	5.6	2.9	0.2	2.3	1.7	6.0	14.7	62.2	38.4	62.2
31	2010	48.7	41.3	32.2	11.2	3.8	1.5	2.3	3.5	5.6	16.8	17.3	22.0	48.7
32	2011	24.6	23.4	27.5	16.0	1.0	2.0	3.1	0.0	12.7	16.6	25.0	17.9	27.5
33	2012	20.1	44.0	15.1	22.5	2.8	2.0	1.1	2.7	11.1	14.8	25.5	23.8	44.0
34	2013	25.2	33.7	19.5	6.5	10.4	4.5	1.6	9.0	4.5	24.3	20.5	26.2	33.7
35	2014	28.3	15.1	9.2	15.7	9.7	0.1	1.3	4.0	5.8	27.7	4.8	23.5	28.3
N° Datos		35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35
Media		27.1	25.0	20.5	14.5	3.3	3.1	2.2	3.4	7.5	16.9	19.0	22.7	33.2
Máximo		48.7	47.0	37.7	35.3	10.4	14.0	13.6	17.0	24.5	40.6	62.2	39.7	62.2
Mínimo		17.6	12.4	7.4	4.1	0.0	0.0	0.0	0.0	1.8	8.2	4.8	12.2	19.4

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Datos Generados aleatoriamente para 500 años, considerando una Distribución Gumbel de Valores Extremos en [mm].

Tabla 123: Precipitación estimada (promedio) máxima en 24 horas

T	P(24)
2	16.1
5	17.8
10	18.8
20	20.4
25	20.9
30	21.5
50	22.9
100	25.6
250	31.7
500	75.1

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

En la presente investigación, 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

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

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_{24h} : Precipitación máxima en 24 horas (mm).

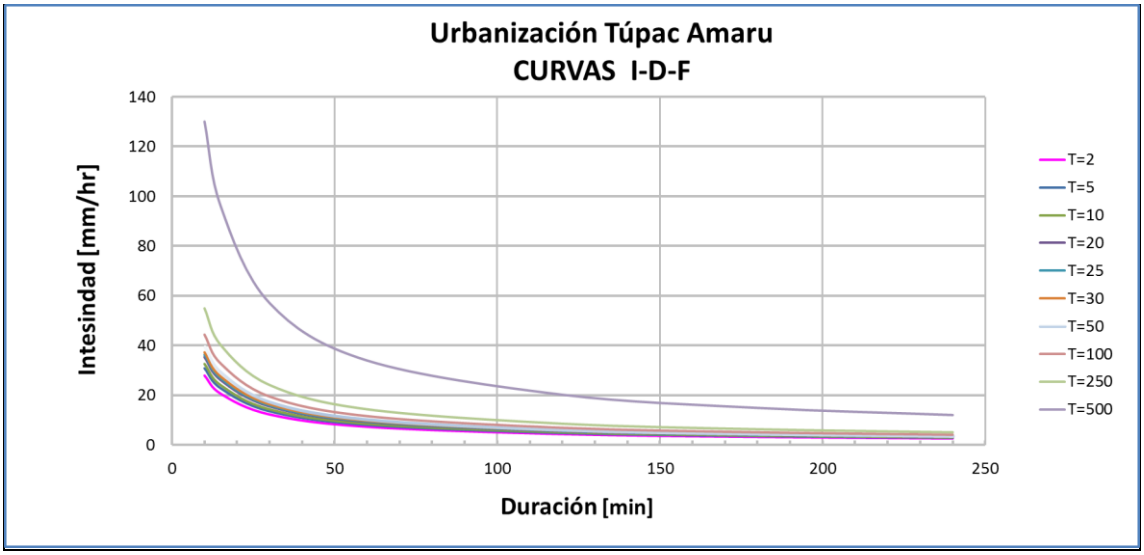
Tabla 124: Precipitación "Pd" en (mm), de acuerdo con el tiempo de duración de la lluvia

T (años)	$P_{(24)}$	Duracion de la lluvia [min]						
		10	15	30	60	120	180	240
2	16.10	4.65	5.14	6.12	7.27	8.65	9.57	10.29
5	17.80	5.14	5.69	6.76	8.04	9.56	10.58	11.37
10	18.80	5.43	6.01	7.14	8.49	10.10	11.18	12.01
20	20.40	5.89	6.52	7.75	9.22	10.96	12.13	13.03
25	20.93	6.04	6.67	7.94	9.45	11.22	12.42	13.36
30	21.50	6.21	6.87	8.17	9.71	11.55	12.78	13.74
50	22.90	6.61	7.32	8.70	10.35	12.30	13.62	14.63
100	25.60	7.39	8.18	9.73	11.57	13.75	15.22	16.36
250	31.70	9.15	10.13	12.04	14.32	17.03	18.85	20.25
500	75.10	21.68	23.99	28.53	33.93	40.35	44.65	47.98

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Para los datos obtenidos la intensidad se halló dividiendo la precipitación "Pd" entre la duración en minutos, según corresponda.

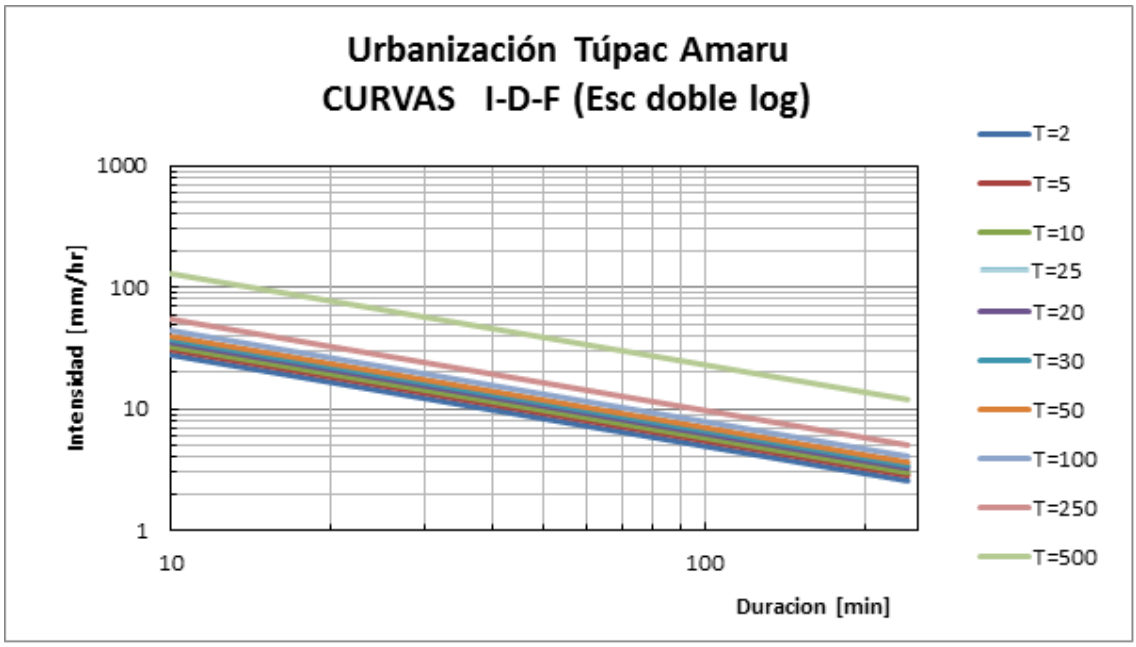
Figura 45: Curvas I-D-F de la urbanización Túpac Amaru



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Figura 46: Curvas I-D-F en Escala doble Logarítmica de la urbanización Túpac Amaru



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 125: Intensidades Máximas según su duración y período de retorno

INTESIDAD 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 **20.05 minutos** y para un período de retorno de **25 años** se obtiene una intensidad de **23.05 mm/hr.**

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

3.6.4.4. OBTENCIÓN DEL CAUDAL GENERADO POR LAS PRECIPITACIONES EN LA ZONA DE ESTUDIO DENTRO DE LA URBANIZACIÓN TÚPAC AMARU.

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 126: 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
AREAS URBANAS							
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
Zonas verdes (jardines, parques, etc)							
Condición pobre (cubierta de pasto menor del 50% del área)							
Plano 0 - 2%	0.32	0.34	0.37	0.40	0.44	0.47	0.58
Promedio 2 - 7%	0.37	0.40	0.43	0.46	0.49	0.53	0.61
Pendiente Superior a 7%	0.40	0.43	0.45	0.49	0.52	0.55	0.62
Condición promedio (cubierta de pasto menor del 50% al 75% del área)							
Plano 0 - 2%	0.25	0.28	0.30	0.34	0.37	0.41	0.53
Promedio 2 - 7%	0.33	0.36	0.38	0.42	0.45	0.49	0.58
Pendiente Superior a 7%	0.37	0.40	0.42	0.46	0.49	0.53	0.60
Condición buena (cubierta de pasto mayor del 75% del área)							
Plano 0 - 2%	0.21	0.23	0.25	0.29	0.32	0.36	0.49
Promedio 2 - 7%	0.29	0.32	0.35	0.39	0.42	0.46	0.56
Pendiente Superior a 7%	0.34	0.37	0.40	0.44	0.47	0.51	0.58
AREAS NO DESARROLLADAS							
Área de Cultivos							
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
Pastizales							
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
Bosques							
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:

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Tabla 127: Coeficiente de Escorrentía de la Zona 01

COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA ZONA 01			
ELEMENTO	**ÁREA (km2)**	**COEFICIENTE**	**ÁREA x COEFIECIENTE**
PAVIMENTO	0.0006	0.86	0.001
VEREDAS	0.0006	0.88	0.001
TECHOS	0.0000	0.88	0.000
ÁREAS LIBRES	0.0112	0.46	0.005
SUMATORIA	0.0124	**0.50**	0.006

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Para el **Área de la zona 01** de 0.0143 km2 se obtuvo un coeficiente de escorrentía de **0.50**

Tabla 128: Coeficiente de Escorrentía de la Zona 02

COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA ZONA 02			
ELEMENTO	**ÁREA (km2)**	**COEFICIENTE**	**ÁREA x COEFIECIENTE**
PAVIMENTO	0.0008	0.86	0.001
VEREDAS	0.0008	0.88	0.001
TECHOS	0.0011	0.88	0.001
ÁREAS LIBRES	0.0349	0.46	0.016
SUMATORIA	0.0375	**0.49**	0.018

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

Para el **Área de la zona 02** de 0.0431 km2 se obtuvo un coeficiente de escorrentía de **0.49**

Tabla 129: Coeficiente de Escorrentía de la Zona 03

COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA ZONA 03			
ELEMENTO	**ÁREA (km2)**	**COEFICIENTE**	**ÁREA x COEFIECIENTE**
PAVIMENTO	0.0005	0.86	0.000
VEREDAS	0.0005	0.88	0.000
TECHOS	0.0025	0.88	0.002
ÁREAS LIBRES	0.0458	0.46	0.021
SUMATORIA	0.0493	**0.49**	0.024

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

Para el **Área de la zona 03** de 0.0567 km2 se obtuvo un coeficiente de escorrentía de **0.49**

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Tabla 130: Coeficiente de Escorrentía de la Zona 04

COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA ZONA 04			
ELEMENTO	**ÁREA (km2)**	**COEFICIENTE**	**ÁREA x COEFIECIENTE**
PAVIMENTO	0.040	0.86	0.035
VEREDAS	0.010	0.88	0.009
TECHOS	0.144	0.88	0.127
ÁREAS LIBRES	0.056	0.46	0.026
SUMATORIA	0.251	**0.78**	0.196

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

Para el **Área de la zona 04** de 0.2881 km2 se obtuvo un coeficiente de escorrentía de **0.82**

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 (km2).

Siendo así Caudales calculados por el método racional por zonas

Tabla 131: Caudal para la Zona 01 por la Ecuación del Método Racional

DATOS		UNIDAD
ÁREA 01	0.012	km2
C1	0.50	
I. máx.	23.05	mm/hr
Q1	**0.040**	**m3/seg.**

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

Tabla 132: Caudal para la Zona 02 por la Ecuación del Método Racional

DATOS		UNIDAD
ÁREA 02	0.038	km2
C2	0.49	
I. máx.	23.05	mm/hr
Q2	**0.117**	**m3/seg.**

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Tabla 133-: Caudal para la Zona 03 por la Ecuación del Método Racional

DATOS		UNIDAD
ÁREA 03	0.049	km2
C1	0.49	
I. máx.	23.05	mm/hr
Q13	**0.154**	**m3/seg.**

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Tabla 134: Caudal para la Zona 04 por la Ecuación del Método Racional

DATOS		UNIDAD
ÁREA 04	0.251	km2
C1	0.78	
I. máx.	23.05	mm/hr
Q4	**1.256**	**m3/seg.**

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Tabla 135: Caudal Total de la Zona 01, 02, 03 y 04 por la Ecuación del Método Racional

DATOS		UNIDAD
Q1 + Q2 + Q3 + Q4=	**1.567**	**m3/seg.**

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

Con las áreas y las intensidades de lluvia se determinaron los caudales por áreas que afectan a las calles mencionadas en la investigación. El caudal total de la zona 01, zona 02, zona 03 y zona 04 es de 1.925 en m3/ seg.

3.6.4.4.2. MÉTODO BURKLI ZIEGLER.

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

Dónde:

C: Coeficiente de escorrentía del método.

I: Intensidad máxima (m/hr).

A: Área (ha).

S: pendiente media (m/m).

Siendo así Caudales calculados por el método Burkli Ziegler por zonas

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

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 136: 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 137: Caudal para la Zona 01 por el Método Burkli Ziegler

DATOS		UNIDAD
Área 01	1.245	Ha
C1	0.250	
I. máx.	2.30	cm/hr
S	26.25	m/km
Q1	**0.034**	**m3/seg.**

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

Tabla 138: Caudal para la Zona 02 por el Método Burkli Ziegler

DATOS		UNIDAD
Área 02	3.752	Ha
C2	0.250	
I. máx.	2.30	cm/hr
S	26.25	m/km
Q2	**0.077**	**m3/seg.**

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Tabla 139: Caudal para la Zona 03 por el Método Burkli Ziegler

DATOS		UNIDAD
Área 03	4.928	Ha
C1	0.250	
I. máx.	2.30	cm/hr
S	26.25	m/km
Q3	**0.095**	**m3/seg.**

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

Tabla 140: Caudal para la Zona 04 por el Método Burkli Ziegler

DATOS		UNIDAD
Área 04	58.641	Ha
C1	0.750	
I. máx.	2.30	cm/hr
S	26.25	m/km
Q4	**1.824**	**m3/seg.**

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

Tabla 141: Caudal Total de la Zona 01, 02, 03 y 04 por el Método Burkli Ziegler

DATOS		UNIDAD
Q1 + Q2 + Q3 Q4	**2.030**	**m3/seg.**

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Con las áreas y las intensidades de lluvia se determinaron los caudales por áreas que afectan a las calles mencionadas en la investigación. El caudal total de la zona 01, zona 02, zona 03 y zona 04 es de 2.056 en m3/ seg.

3.6.4.4.3. MÉTODO DE MAC MATH

$$Q = 0.001 * Ce * I * A^{0.58} * S^{0.42}$$

Dónde:

Ce: Factor del coeficiente de escorrentía del método Mac Math

I: Intensidad máxima (mm/hr).

A: Área (ha).

S: pendiente media (m/m).

Dónde:

C será hallado de:

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

$$Ce = C1 + C2 + C3$$

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 142: 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	fina	0.22	2.0-6.0	0.10
0-20	0.3	rocoso	0.3	5.0-10.0	0.15

FUENTE: HIDROLOGÍA- VILLÓN BÉJAR, MÁXIMO.

Asumiendo las áreas y sus coeficientes determinados obtuvimos

Tabla 143: Coeficiente de Escorrentía de la Zona 01

Coeficiente	Valor
C1=	0.12
C2=	0.12
C3=	0.15
Ce 1 =	**0.39**

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Para el **Área 01** de 1.431 ha. Se obtuvo un coeficiente de escorrentía de **0.39**

Tabla 144: Coeficiente de Escorrentía de la Zona 02

Coeficiente	Valor
C1=	0.12
C2=	0.12
C3=	0.08
Ce 2 =	**0.32**

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Para el **Área 02** de 4.315 ha. Se obtuvo un coeficiente de escorrentía de **0.32**

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Tabla 145: Coeficiente de Escorrentía de la Zona 03

Coeficiente	Valor
C1=	0.12
C2=	0.12
C3=	0.10
Ce 3 =	**0.34**

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Para el **Área 03** de 5.668 ha. Se obtuvo un coeficiente de escorrentía de **0.34**

Tabla 146: Coeficiente de Escorrentía de la Zona 04

Coeficiente	Valor
C1=	0.30
C2=	0.30
C3=	0.08
Ce 4 =	**0.68**

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Para el **Área 04** de 28.809 ha. Se obtuvo un coeficiente de escorrentía de **0.68**

3.6.4.4.3.2. OBTENCIÓN DEL CAUDAL DEL MÉTODO DE MAC MATH

Tabla 147: Caudal para la Zona 01 por el Método Mac Math

DATOS		UNIDAD
Área 01	1.245	Ha
Ce 1	0.390	
I. máx.	23.05	mm/hr
S	26.25	m/km
Q1	**0.040**	**m3/seg.**

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Tabla 148: Caudal para la Zona 02 por el Método Mac Math

DATOS		UNIDAD
Área 02	3.752	Ha
Ce 2	0.320	
I. máx.	23.05	mm/hr
S	26.25	m/km
Q2	**0.063**	**m3/seg.**

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Tabla 149: Caudal para la Zona 03 por el Método Mac Math

DATOS		UNIDAD
Área 03	4.928	Ha
Ce 3	0.340	
I. máx.	23.05	mm/hr
S	26.25	m/km
Q3	**0.078**	**m3/seg.**

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Tabla 150: Caudal para la Zona 04 por el Método Mac Math

DATOS		UNIDAD
Área 04	25.051	Ha
Ce 4	0.680	
I. máx.	23.05	mm/hr
S	26.25	m/km
Q4	**0.400**	**m3/seg.**

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Tabla 151: Caudal Total de la Zona 01, 02,03 y 04 por el Método Mac Math

DATOS		UNIDAD
Q1 + Q2 + Q3 + Q4	**0.581**	**m3/seg.**

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Con las áreas y las intensidades de lluvia se determinaron los caudales por áreas que afectan a las calles mencionadas en la investigación. El caudal que se utilizará para la evaluación de la presente investigación será el 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 según este método de la zona 01, zona 02, zona 03 y zona 04 es de 1.567en m3/seg.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

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 152: Caudal de Aporte de la Población a la red de Aguas residuales

Caudal Máximo Diario	Qmd	8.39	lt/seg.
Caudal Máximo Diario	Qmd	0.0084	m3/seg.
Caudal de Contribución al Alcantarillado	80% de Qmd	0.0067	m3/seg.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

El aporte a la red de aguas residuales de la población de la urbanización Túpac Amaru es de 0.0067 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 153: Resultado de Caudales por Diferentes Métodos para la calle Tinta

CAUDAL (m3/seg)					
CALLE TINTA					
TRAMO	GANGUILLE T-KUTTER	BAZIN	MANNING	PAVLOVSKI	PROMEDIO
1	0.035	0.039	0.035	0.040	0.037
2	0.041	0.045	0.040	0.046	0.043
3	0.029	0.032	0.028	0.032	0.030
4	0.040	0.044	0.039	0.045	0.042
5	0.075	0.080	0.073	0.083	0.078
6	0.083	0.089	0.081	0.091	0.086
7	0.110	0.118	0.107	0.121	0.114
8	0.117	0.125	0.114	0.128	0.121
9	0.119	0.127	0.115	0.130	0.123
10	0.166	0.177	0.161	0.182	0.171

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Tabla 154: Resultado de Caudales por Diferentes Métodos para la calle Tomasa Tito Condemayta

CAUDAL (m3/seg)					
CALLE TOMASA TTITO CONDEMAYTA					
TRAMO	GANGUILLE T-KUTTER	BAZIN	MANNING	PAVLOVSKI	PROMEDIO
1	0.107	0.115	0.104	0.118	0.111
2	0.070	0.075	0.068	0.077	0.073
3	0.071	0.075	0.069	0.078	0.073
4	0.079	0.084	0.077	0.087	0.082
5	0.077	0.083	0.075	0.085	0.080
6	0.117	0.125	0.114	0.129	0.121

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Tabla 155: Resultado de Caudales por Diferentes Métodos para la calle Antonio Bastidas

CAUDAL (m3/seg)					
CALLE ANTONIO BASTIDAS					
TRAMO	GANGUILLE T-KUTTER	BAZIN	MANNING	PAVLOVSKI	PROMEDIO
1	0.058	0.064	0.058	0.066	0.062
2	0.049	0.054	0.049	0.055	0.052

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Tabla 156: Resultado de Caudales por Diferentes Métodos para la calle Plaza

CAUDAL (m3/seg)					
CALLE PLAZA					
TRAMO	GANGUILLE T-KUTTER	BAZIN	MANNING	PAVLOVSKI	PROMEDIO
1	0.041	0.045	0.040	0.046	0.043
2	0.054	0.059	0.053	0.060	0.057

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Tabla 157: Resultado de Caudales por Diferentes Métodos para la calle Francisco Túpac Amaru

CAUDAL (m3/seg)					
CALLE FRANCISCO TÚPAC AMARU					
TRAMO	GANGUILLE T-KUTTER	BAZIN	MANNING	PAVLOVSKI	PROMEDIO
1	0.053	0.058	0.052	0.059	0.056
2	0.095	0.105	0.094	0.107	0.100

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Tabla 158: Resultado de Caudales por Diferentes Métodos para la calle Tomás Katari

CAUDAL (m3/seg)					
CALLE TOMÁS KATARI					
TRAMO	GANGUILLE T-KUTTER	BAZIN	MANNING	PAVLOVSKI	PROMEDIO
1	0.040	0.044	0.039	0.045	0.042
2	0.043	0.048	0.043	0.049	0.046
1´	0.046	0.051	0.046	0.052	0.049
3	0.033	0.036	0.032	0.037	0.034
4	0.042	0.047	0.042	0.048	0.045
5	0.053	0.058	0.052	0.059	0.056
6	0.074	0.081	0.073	0.083	0.077
2´	0.059	0.065	0.059	0.067	0.063
3´	0.078	0.086	0.077	0.087	0.082

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Tabla 159: Resultado de Caudales por Diferentes Métodos para la calle Túpac Katari

CAUDAL (m3/seg)					
CALLE TÚPAC KATARI					
TRAMO	GANGUILLE T-KUTTER	BAZIN	MANNING	PAVLOVSKI	PROMEDIO
1	0.044	0.049	0.043	0.050	0.046
2	0.038	0.041	0.037	0.042	0.040
3	0.012	0.014	0.012	0.014	0.013
4	0.033	0.037	0.033	0.037	0.035

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Tabla 160: Resultado de Caudales por Diferentes Métodos para la calle Fernando Túpac Amaru

CAUDAL (m3/seg)					
CALLE FERNANDO TÚPAC AMARU					
TRAMO	GANGUILLE T-KUTTER	BAZIN	MANNING	PAVLOVSKI	PROMEDIO
1	0.042	0.047	0.042	0.048	0.044
2	0.015	0.017	0.015	0.017	0.016
3	0.037	0.041	0.036	0.042	0.039
4	0.030	0.033	0.029	0.033	0.031
5	0.027	0.030	0.027	0.031	0.029
6	0.020	0.022	0.019	0.022	0.021

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Tabla 161: Resultado de Caudales por Diferentes Métodos para la calle Hipólito Túpac Amaru

CAUDAL (m3/seg)					
CALLE HIPÓLITO TÚPAC AMARU					
TRAMO	GANGUILLE T-KUTTER	BAZIN	MANNING	PAVLOVSKI	PROMEDIO
1	0.039	0.043	0.039	0.044	0.041
2	0.035	0.039	0.035	0.039	0.037
3	0.047	0.052	0.046	0.053	0.049
1´	0.012	0.013	0.012	0.013	0.012
2´	0.017	0.019	0.017	0.019	0.018

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Tabla 162: Resultado de Caudales por Diferentes Métodos para la calle Diego Túpac Amaru

CAUDAL (m3/seg)					
CALLE DIEGO TÚPAC AMARU					
TRAMO	GANGUILLE T-KUTTER	BAZIN	MANNING	PAVLOVSKI	PROMEDIO
1	0.010	0.011	0.010	0.012	0.011
2	0.044	0.048	0.043	0.049	0.046
3	0.036	0.039	0.035	0.040	0.038
4	0.055	0.060	0.054	0.062	0.058
5	0.006	0.008	0.007	0.008	0.007
6	0.029	0.032	0.029	0.033	0.030

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Tabla 163: Resultado de Caudales por Diferentes Métodos para la calle Pedro Mendigure

CAUDAL (m3/seg)					
CALLE PEDRO MENDIGURE					
TRAMO	GANGUILLE T-KUTTER	BAZIN	MANNING	PAVLOVSKI	PROMEDIO
1	0.061	0.067	0.060	0.069	0.064
2	0.033	0.036	0.032	0.037	0.034

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Tabla 164: Resultado de Caudales por Diferentes Métodos para la calle Tambohuacso Pumayalli

CAUDAL (m3/seg)					
CALLE TAMBOHUACSO PUMAYALLI					
TRAMO	GANGUILLE T-KUTTER	BAZIN	MANNING	PAVLOVSKI	PROMEDIO
1	0.047	0.052	0.046	0.053	0.049
2	0.031	0.034	0.031	0.035	0.033
3	0.054	0.059	0.053	0.060	0.057
4	0.006	0.008	0.007	0.008	0.007
5	0.041	0.046	0.041	0.047	0.044

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Tabla 165: Resultado de Caudales por Diferentes Métodos para la calle Mariano Túpac Amaru

CAUDAL (m3/seg)					
CALLE MARIANO TÚPAC AMARU					
TRAMO	GANGUILLE T-KUTTER	BAZIN	MANNING	PAVLOVSKI	PROMEDIO
1	0.055	0.060	0.054	0.062	0.058
2	0.039	0.043	0.038	0.043	0.041
3	0.028	0.031	0.028	0.032	0.030
4	0.047	0.052	0.046	0.053	0.049

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

Tabla 166: Resultado de Caudales por Diferentes Métodos para la calle Ventura Mojarras

CAUDAL (m3/seg)					
CALLE VENTURA MOJARRAS					
TRAMO	GANGUILLE T-KUTTER	BAZIN	MANNING	PAVLOVSKI	PROMEDIO
1	0.033	0.036	0.032	0.037	0.034
2	0.044	0.048	0.043	0.049	0.046
3	0.043	0.047	0.042	0.048	0.045
4	0.014	0.016	0.014	0.016	0.015

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Tabla 167: Resultado de Caudales por Diferentes Métodos para la calle Rosa Túpac Amaru

CAUDAL (m3/seg)					
CALLE ROSA TÚPAC AMARU					
TRAMO	GANGUILLE T-KUTTER	BAZIN	MANNING	PAVLOVSKI	PROMEDIO
1	0.055	0.060	0.054	0.062	0.058
2	0.029	0.032	0.028	0.032	0.030
3	0.027	0.030	0.027	0.031	0.029

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Tabla 168: Resultado de Caudales por Diferentes Métodos para la calle Rosa Ventura

CAUDAL (m3/seg)					
CALLE ROSA NOGUERA					
TRAMO	GANGUILLE T-KUTTER	BAZIN	MANNING	PAVLOVSKI	PROMEDIO
1	0.121	0.130	0.118	0.133	0.126
2	0.097	0.103	0.094	0.106	0.100
1´	0.069	0.076	0.068	0.078	0.073

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”

4.3. CAUDALES POR PRECIPITACIONES PLUVIALES.

4.3.1. CAUDAL OBTENIDO POR EL MÉTODO RACIONAL

Tabla 169: Caudales de Precipitaciones Totales por Zona

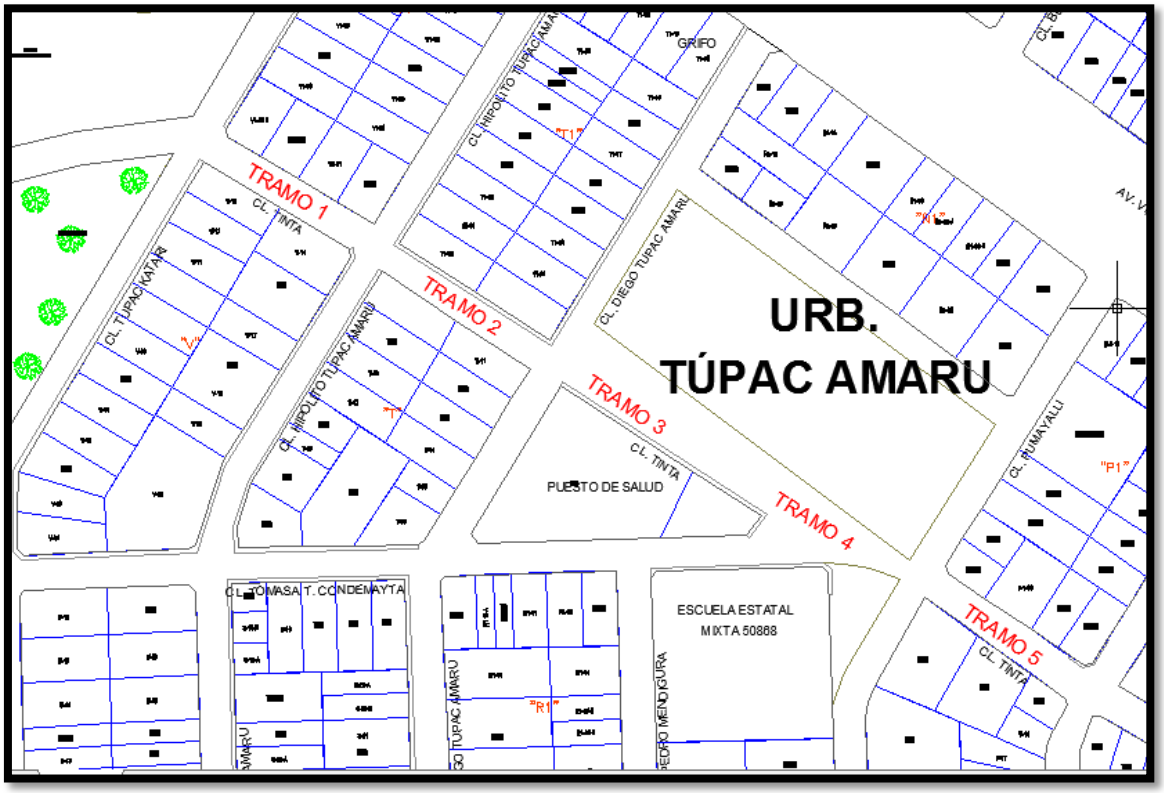
ITEM	Área km2	CAUDAL
Zona 01	0.0124	0.040
Zona 02	0.0375	0.117
Zona 03	0.0493	0.154
Zona 04	0.2505	1.256
Total	0.3498	1.567

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

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 47: Áreas contribuyentes al caudal de escorrentía pluvial



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

TRAMO 1 DE LA CALLE TINTA

Área de drenaje pluvial = 4337.22 m2	-------- 100%
Área de pavimento y veredas = 906.76 m2	-------- 20.92%
Área de techos externo = 645.64 m2	-------- 14.88%
Área de techos interno = 645.64 m2	-------- 14.88%
Área de patio externo = 993.913 m2	-------- 22.92%
Área de patio interno = 843.56 m2	-------- 19.46%
Áreas verdes o libres = 301.704 m2	-------- 6.96%

TRAMO 2 DE LA CALLE TINTA

Área de drenaje pluvial = 4506.46 m2	-------- 100%
Área de pavimento y veredas = 865.93 m2	-------- 19.21%
Área de techos externo = 684.98 m2	-------- 15.02%

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Área de techos interno = 645.64 m2 -------- 15.02%
Área de patio externo = 1081.55 m2 -------- 23.99%
Área de patio interno = 811.16 m2 -------- 18.00%
Áreas verdes o libres = 394.76 m2 -------- 8.76%

TRAMO 3 DE LA CALLE TINTA
Área de drenaje pluvial = 1207.52 m2 -------- 100%
Área de pavimento y veredas = 637.32 m2 -------- 62.02%
Área de techos externo = 123.17 m2 -------- 10.2%
Área de techos interno = 123.17 m2 -------- 10.2%
Área de patio externo = 148.28 m2 -------- 12.28%
Áreas verdes o libres = 63.99 m2 -------- 5.3%

TRAMO 4 DE LA CALLE TINTA
Área de drenaje pluvial = 667.32 m2 -------- 100%
Área de pavimento y veredas = 667.32 m2 -------- 100%

TRAMO 5 DE LA CALLE TINTA
Área de drenaje pluvial = 4611.70 m2 -------- 100%
Área de pavimento y veredas = 890.95 m2 -------- 19.31%
Área de techos externo = 687.14 m2 -------- 14.90%
Área de techos interno = 687.14 m2 -------- 14.90%
Área de patio externo = 1143.70 m2 -------- 24.79%
Área de patio interno = 908.50 m2 -------- 19.70%
Áreas verdes o libres = 295.15 m2 -------- 6.40%

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.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Los siguientes datos muestran la repartición del caudal obtenido de agua pluvial, según el área tributaria de tramo por calle. Valor en m3/seg.

El caudal final para el diseño de un sistema recolector de aguas pluviales es 1.332 m3/seg, obtenido en el último tramo de la calle Tinta.

Tabla 170: Caudales de precipitaciones por área tributaria de los tramos de la calle Tinta

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	906.76	3430.46	4337.22	0.0043	0.022	0.187	0.159	0.028
2	865.93	3640.53	4506.46	0.0045	0.023	0.291	0.247	0.044
3	637.32	570.20	1207.52	0.0012	0.006	0.361	0.307	0.054
4	667.32	0.00	667.32	0.0007	0.003	0.364	0.310	0.055
5	890.95	3720.75	4611.70	0.0046	0.023	1.277	1.086	0.192
6	898.68	4157.15	5055.83	0.0051	0.025	1.383	1.175	0.207
7	977.71	3693.79	4671.50	0.0047	0.023	1.466	1.246	0.220
8	825.17	3345.81	4170.98	0.0042	0.021	1.524	1.296	0.229
9	451.16	1659.72	2110.88	0.0021	0.011	1.565	1.330	0.235
10	362.92	0.00	362.92	0.0004	0.002	1.567	1.332	0.235

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Tabla 171: Caudales de precipitaciones por área tributaria de los tramos de la calle Tomasa Tito Condemayta

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	902.55	3260.57	4163.12	0.0042	0.021	0.385	0.328	0.058
2	890.03	3631.15	4521.18	0.0045	0.023	0.476	0.404	0.071
3	913.50	4026.46	4939.96	0.0049	0.025	0.535	0.455	0.080
4	244.62	3284.74	3529.36	0.0035	0.018	0.604	0.513	0.091
5	835.90	4430.38	5266.28	0.0053	0.026	0.674	0.573	0.101
6	709.64	0.00	709.64	0.0007	0.004	0.678	0.576	0.102

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Tabla 172: Caudales de precipitaciones por área tributaria de los tramos de la calle Antonio Bastidas

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	814.33	3273.91	4088.24	0.0041	0.020	0.041	0.035	0.006
2	813.95	3069.89	3883.84	0.0039	0.019	0.075	0.064	0.011

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Tabla 173: Caudales de precipitaciones por área tributaria de los tramos de la calle Plaza

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	648.32	1938.33	2586.66	0.0026	0.013	0.038	0.032	0.006
2	731.09	2185.78	2916.87	0.0029	0.015	0.053	0.045	0.008

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Tabla 174: Caudales de precipitaciones por área tributaria de los tramos de la calle Francisco Túpac Amaru

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	147.35	350.98	498.33	0.0005	0.002	0.002	0.002	0.000
2	555.59	3256.00	3811.59	0.0038	0.019	0.022	0.018	0.003

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Tabla 175: Caudales de precipitaciones por área tributaria de los tramos de la calle Tomás Katari

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	634.67	2342.65	2977.32	0.0030	0.015	0.015	0.013	0.002
2	958.35	2748.26	3706.61	0.0037	0.019	0.188	0.160	0.028
1´	575.17	1285.65	1860.82	0.0019	0.009	0.009	0.008	0.001
3	447.66	435.35	883.01	0.0009	0.004	0.159	0.135	0.024
4	757.65	1469.86	2227.51	0.0022	0.011	0.170	0.145	0.026
5	896.02	3656.00	4552.02	0.0046	0.023	0.310	0.263	0.046
6	596.72	2376.36	2973.08	0.0030	0.015	0.325	0.276	0.049
2´	485.16	621.16	1106.32	0.0011	0.006	0.006	0.005	0.001
3´	839.52	1483.63	2323.15	0.0023	0.012	0.012	0.010	0.002

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Tabla 176: Caudales de precipitaciones por área tributaria de los tramos de la calle Túpac Katari

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	931.50	1333.88	2265.38	0.0023	0.011	0.016	0.014	0.002
2	614.90	1267.57	1882.47	0.0019	0.009	0.026	0.022	0.004
3	822.57	2724.69	3547.26	0.0035	0.018	0.131	0.111	0.020
4	791.94	2967.81	3759.75	0.0038	0.019	0.113	0.096	0.017

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Tabla 177: Caudales de precipitaciones por área tributaria de los tramos de la calle Fernando Túpac Amaru

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	896.82	3985.74	4882.56	0.0049	0.024	0.0245	0.021	0.004
2	532.35	2122.92	2655.27	0.0027	0.013	0.0594	0.050	0.009
3	448.86	1190.87	1639.73	0.0016	0.008	0.0676	0.057	0.010
4	327.50	622.09	949.59	0.0009	0.005	0.0048	0.004	0.001
5	626.92	1719.48	2346.40	0.0023	0.012	0.0165	0.014	0.002
6	425.51	1651.16	2076.67	0.0021	0.010	0.0269	0.023	0.004

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Tabla 178: Caudales de precipitaciones por área tributaria de los tramos de la calle Hipólito Túpac Amaru

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	672.98	4437.21	5110.19	0.0051	0.026	0.0256	0.022	0.004
2	479.10	1398.30	1877.40	0.0019	0.009	0.0350	0.030	0.005
3	1354.78	5316.89	6671.67	0.0067	0.033	0.0334	0.028	0.005
1´	912.85	3454.35	4367.20	0.0044	0.022	0.0478	0.041	0.007
2´	816.17	4343.53	5159.70	0.0052	0.026	0.0259	0.022	0.004

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Tabla 179: Caudales de precipitaciones por área tributaria de los tramos de la calle Diego Túpac Amaru

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	643.28	3376.45	4019.73	0.0040	0.020	0.0201	0.017	0.003
2	660.87	2863.16	3524.03	0.0035	0.018	0.0378	0.032	0.006
3	594.91	1921.93	2516.84	0.0025	0.013	0.0504	0.043	0.008
4	830.89	1922.39	2753.28	0.0028	0.014	0.0138	0.012	0.002
5	903.81	1696.32	2600.13	0.0026	0.013	0.0504	0.043	0.008
6	671.76	4360.20	5031.96	0.0050	0.025	0.0252	0.021	0.004

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Tabla 180: Caudales de precipitaciones por área tributaria de los tramos de la calle Pedro Mendigure

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	582.87	2348.67	2931.54	0.0029	0.015	0.015	0.012	0.002
2	1696.41	4219.81	5916.22	0.0059	0.030	0.044	0.038	0.007

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Tabla 181: Caudales de precipitaciones por área tributaria de los tramos de la calle Tambohuacso Pumayalli

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	602.65	3063.05	3665.70	0.0037	0.018	0.018	0.016	0.003
2	738.67	3332.06	4070.73	0.0041	0.020	0.114	0.097	0.017
3	692.42	1618.15	2310.57	0.0023	0.012	0.125	0.106	0.019
4	651.75	1302.61	1954.36	0.0020	0.010	0.087	0.074	0.013
5	621.98	4157.76	4779.74	0.0048	0.024	0.024	0.020	0.004

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Tabla 182: Caudales de precipitaciones por área tributaria de los tramos de la calle Mariano Túpac Amaru

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	803.33	5444.80	6248.13	0.0062	0.031	0.031	0.027	0.005
2	496.42	1894.12	2390.54	0.0024	0.012	0.043	0.037	0.006
3	683.48	2354.59	3038.07	0.0030	0.015	0.037	0.031	0.006
4	605.53	3739.41	4344.93	0.0043	0.022	0.022	0.019	0.003

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Tabla 183: Caudales de precipitaciones por área tributaria de los tramos de la calle Ventura Mojarras

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	406.33	2918.79	3325.12	0.0033	0.017	0.017	0.014	0.003
2	459.21	992.41	1451.62	0.0015	0.007	0.024	0.020	0.004
3	679.39	1767.23	2446.62	0.0024	0.012	0.035	0.030	0.005
4	662.86	3968.04	4630.90	0.0046	0.023	0.023	0.020	0.003

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Tabla 184: Caudales de precipitaciones por área tributaria de los tramos de la calle Rosa Túpac Amaru

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	446.34	1798.06	2244.40	0.0022	0.011	0.011	0.010	0.002
2	461.73	798.17	1259.90	0.0013	0.006	0.026	0.022	0.004
3	735.50	3280.33	4015.83	0.0040	0.020	0.020	0.017	0.003

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Tabla 185: Caudales de precipitaciones por área tributaria de los tramos de la calle Rosa Noguera

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	539.38	2278.45	2817.83	0.0028	0.014	0.014	0.012	0.002
2	431.19	1051.80	1482.99	0.0015	0.007	0.022	0.018	0.003
1´	416.58	1310.46	1727.04	0.0017	0.009	0.009	0.007	0.001

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

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

En los siguientes cuadros se observa los resultados de caudales comparando los volúmenes excedentes de agua residual de aporte de la población con la capacidad de la red actual.

Así también los siguientes cuadros muestran los resultados de caudales comparando los volúmenes excedentes de agua pluvial con la capacidad de la red actual.

Y los cuadros indican en su última columna 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.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Tabla 186: Comparación de los Caudales con la capacidad de la Red en la calle Tinta

CAUDALES CALLE TINTA (m3/seg)									
TRAMO	CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL DE LA RED COLECTORA DE AGUAS RESIDUALES	CAUDAL GENERADO POR EL 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 POBLACIÓN 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 AGUA PLUVIAL JUNTO CON EL APORTE DE LA POBLACIÓN COMPARADO CON CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL	VOLUMEN EXCEDENTE DE AGUA PLUVIAL CON RELACIÓN A LA CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL	VOLUMEN REQUERIDO PARA LOGRAR ALCANZAR LA MÁXIMA CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL
	Qa	Qd	Qp	Qp+Qd	Qa-Qd	Qa-Qp	Qa - (Qd+Qp)	[(Qa - (Qd+Qp))/Qa] %	[(Qa - (Qd+Qp))/Qa] %
1	0.035	0.007	0.028	0.035	0.028	0.007	0.000	--	0.02
2	0.040	0.007	0.044	0.050	0.034	-0.003	-0.010	24.58	--
3	0.028	0.007	0.054	0.061	0.022	-0.026	-0.033	115.09	--
4	0.039	0.007	0.055	0.061	0.033	-0.015	-0.022	56.32	--
5	0.073	0.007	0.192	0.198	0.067	-0.118	-0.125	170.67	--
6	0.081	0.007	0.207	0.214	0.074	-0.126	-0.133	164.40	--
7	0.107	0.007	0.220	0.227	0.100	-0.113	-0.119	111.46	--
8	0.114	0.007	0.229	0.235	0.107	-0.115	-0.121	106.66	--
9	0.115	0.007	0.235	0.241	0.108	-0.120	-0.126	109.63	--
10	0.161	0.007	0.235	0.242	0.154	-0.074	-0.081	50.10	--

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Tabla 187: Comparación de los Caudales con la capacidad de la Red en la calle Tomasa Tito Condemayta

CAUDALES CALLE TOMASA TTITO CONDEMAYTA (m3/seg)									
TRAMO	CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL DE LA RED COLECTORA DE AGUAS RESIDUALES	CAUDAL GENERADO POR EL 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 POBLACIÓN 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 AGUA PLUVIAL JUNTO CON EL APORTE DE LA POBLACIÓN COMPARADO CON CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL	VOLUMEN EXCEDENTE DE AGUA PLUVIAL CON RELACIÓN A LA CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL	VOLUMEN REQUERIDO PARA LOGRAR ALCANZAR LA MÁXIMA CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL
	Qa	Qd	Qp	Qp+Qd	Qa-Qd	Qa-Qp	Qa - (Qd+Qp)	[(Qa - (Qd+Qp))/Qa] %	[(Qa - (Qd+Qp))/Qa] %
1	0.104	0.007	0.058	0.065	0.098	0.047	0.040	--	38.15
2	0.068	0.007	0.071	0.078	0.062	-0.003	-0.010	14.22	--
3	0.069	0.007	0.080	0.087	0.062	-0.012	-0.018	26.67	--
4	0.077	0.007	0.091	0.097	0.070	-0.014	-0.020	26.46	--
5	0.075	0.007	0.101	0.108	0.069	-0.026	-0.033	43.31	--
6	0.114	0.007	0.102	0.108	0.107	0.012	0.006	--	5.00

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Tabla 188: Comparación de los Caudales con la capacidad de la Red en la calle Antonio Bastidas

CAUDALES CALLE ANTONIO BASTIDAS (m3/seg)									
TRAMO	CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL DE LA RED COLECTORA DE AGUAS RESIDUALES	CAUDAL GENERADO POR EL 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 POBLACIÓN 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 AGUA PLUVIAL JUNTO CON EL APORTE DE LA POBLACIÓN COMPARADO CON CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL	VOLUMEN EXCEDENTE DE AGUA PLUVIAL CON RELACIÓN A LA CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL	VOLUMEN REQUERIDO PARA LOGRAR ALCANZAR LA MÁXIMA CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL
	Qa	Qd	Qp	Qp+Qd	Qa-Qd	Qa-Qp	Qa - (Qd+Qp)	[(Qa - (Qd+Qp))/Qa] %	[(Qa - (Qd+Qp))/Qa] %
1	0.058	0.007	0.006	0.013	0.051	0.052	0.045	--	77.79
2	0.049	0.007	0.011	0.018	0.042	0.037	0.031	--	63.07

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Tabla 189: Comparación de los Caudales con la capacidad de la Red en la calle Plaza

CAUDALES CALLE PLAZA (m3/seg)									
TRAMO	CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL DE LA RED COLECTORA DE AGUAS RESIDUALES	CAUDAL GENERADO POR EL 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 POBLACIÓN 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 AGUA PLUVIAL JUNTO CON EL APORTE DE LA POBLACIÓN COMPARADO CON CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL	VOLUMEN EXCEDENTE DE AGUA PLUVIAL CON RELACIÓN A LA CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL	VOLUMEN REQUERIDO PARA LOGRAR ALCANZAR LA MÁXIMA CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL
	Qa	Qd	Qp	Qp+Qd	Qa-Qd	Qa-Qp	Qa - (Qd+Qp)	[(Qa - (Qd+Qp))/Qa] %	[(Qa - (Qd+Qp))/Qa] %
1	0.040	0.007	0.008	0.015	0.034	0.032	0.026	--	63.79
2	0.053	0.007	0.000	0.007	0.046	0.053	0.046	--	87.34

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Tabla 190: Comparación de los Caudales con la capacidad de la Red en la calle Francisco Túpac Amaru

CAUDALES CALLE FRANCISCO TUPAC AMARU (m3/seg)									
TRAMO	CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL DE LA RED COLECTORA DE AGUAS RESIDUALES	CAUDAL GENERADO POR EL 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 POBLACIÓN 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 AGUA PLUVIAL JUNTO CON EL APORTE DE LA POBLACIÓN COMPARADO CON CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL	VOLUMEN EXCEDENTE DE AGUA PLUVIAL CON RELACIÓN A LA CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL	VOLUMEN REQUERIDO PARA LOGRAR ALCANZAR LA MÁXIMA CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL
	Qa	Qd	Qp	Qp+Qd	Qa-Qd	Qa-Qp	Qa - (Qd+Qp)	[(Qa - (Qd+Qp))/Qa] %	[(Qa - (Qd+Qp))/Qa] %
1	0.052	0.007	0.003	0.010	0.045	0.049	0.042	--	80.92
2	0.094	0.007	0.000	0.007	0.087	0.094	0.087	--	92.86

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Tabla 191: Comparación de los Caudales con la capacidad de la Red en la calle Tomás Katari

CAUDALES CALLE TOMAS KATARI (m3/seg)									
TRAMO	CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL DE LA RED COLECTORA DE AGUAS RESIDUALES	CAUDAL GENERADO POR EL 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 POBLACIÓN 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 AGUA PLUVIAL JUNTO CON EL APORTE DE LA POBLACIÓN COMPARADO CON CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL	VOLUMEN EXCEDENTE DE AGUA PLUVIAL CON RELACIÓN A LA CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL	VOLUMEN REQUERIDO PARA LOGRAR ALCANZAR LA MÁXIMA CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL
	Qa	Qd	Qp	Qp+Qd	Qa-Qd	Qa-Qp	Qa - (Qd+Qp)	[(Qa - (Qd+Qp))/Qa] %	[(Qa - (Qd+Qp))/Qa] %
1	0.039	0.007	0.000	0.007	0.033	0.039	0.033	--	82.99
2	0.043	0.007	0.002	0.009	0.036	0.041	0.034	--	79.07
1´	0.046	0.007	0.028	0.035	0.039	0.017	0.011	--	23.30
3	0.032	0.007	0.001	0.008	0.026	0.031	0.024	--	74.89
4	0.042	0.007	0.024	0.031	0.035	0.018	0.011	--	27.06
5	0.052	0.007	0.026	0.032	0.045	0.027	0.020	--	38.06
6	0.073	0.007	0.046	0.053	0.066	0.026	0.019	--	26.70
2´	0.059	0.007	0.049	0.055	0.052	0.010	0.003	--	5.42
3´	0.077	0.007	0.001	0.008	0.070	0.076	0.069	--	90.16

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Tabla 192: Comparación de los Caudales con la capacidad de la Red en la calle Túpac Katari

CAUDALES CALLE TUPAC KATARI (m3/seg)									
TRAMO	CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL DE LA RED COLECTORA DE AGUAS RESIDUALES	CAUDAL GENERADO POR EL 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 POBLACIÓN 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 AGUA PLUVIAL JUNTO CON EL APORTE DE LA POBLACIÓN COMPARADO CON CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL	VOLUMEN EXCEDENTE DE AGUA PLUVIAL CON RELACIÓN A LA CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL	VOLUMEN REQUERIDO PARA LOGRAR ALCANZAR LA MÁXIMA CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL
	Qa	Qd	Qp	Qp+Qd	Qa-Qd	Qa-Qp	Qa - (Qd+Qp)	[(Qa - (Qd+Qp))/Qa] %	[(Qa - (Qd+Qp))/Qa] %
1	0.043	0.007	0.002	0.009	0.037	0.041	0.034	--	79.00
2	0.037	0.007	0.004	0.011	0.030	0.033	0.027	--	71.57
3	0.012	0.007	0.020	0.026	0.006	-0.007	-0.014	113.93	--
4	0.033	0.007	0.017	0.024	0.026	0.016	0.009	--	27.85

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Tabla 193: Comparación de los Caudales con la capacidad de la Red en la calle Fernando Túpac Amaru

CAUDALES CALLE FERNANDO TUPAC AMARU (m3/seg)									
TRAMO	CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL DE LA RED COLECTORA DE AGUAS RESIDUALES	CAUDAL GENERADO POR EL 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 POBLACIÓN 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 AGUA PLUVIAL JUNTO CON EL APORTE DE LA POBLACIÓN COMPARADO CON CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL	VOLUMEN EXCEDENTE DE AGUA PLUVIAL CON RELACIÓN A LA CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL	VOLUMEN REQUERIDO PARA LOGRAR ALCANZAR LA MÁXIMA CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL
	Qa	Qd	Qp	Qp+Qd	Qa-Qd	Qa-Qp	Qa - (Qd+Qp)	[(Qa - (Qd+Qp))/Qa] %	[(Qa - (Qd+Qp))/Qa] %
1	0.042	0.007	0.004	0.010	0.035	0.038	0.031	--	75.10
2	0.015	0.007	0.009	0.016	0.008	0.006	-0.001	3.73	--
3	0.036	0.007	0.010	0.017	0.030	0.026	0.020	--	53.80
4	0.029	0.007	0.001	0.007	0.023	0.029	0.022	--	74.70
5	0.027	0.007	0.002	0.009	0.021	0.025	0.018	--	66.23
6	0.019	0.007	0.004	0.011	0.013	0.015	0.009	--	44.70

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Tabla 194: Comparación de los Caudales con la capacidad de la Red en la calle Hipólito Túpac Amaru

CAUDALES CALLE HIPOLITO TUPAC AMARU (m3/seg)									
TRAMO	CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL DE LA RED COLECTORA DE AGUAS RESIDUALES	CAUDAL GENERADO POR EL 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 POBLACIÓN 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 AGUA PLUVIAL JUNTO CON EL APORTE DE LA POBLACIÓN COMPARADO CON CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL	VOLUMEN EXCEDENTE DE AGUA PLUVIAL CON RELACIÓN A LA CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL	VOLUMEN REQUERIDO PARA LOGRAR ALCANZAR LA MÁXIMA CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL
	Qa	Qd	Qp	Qp+Qd	Qa-Qd	Qa-Qp	Qa - (Qd+Qp)	[(Qa - (Qd+Qp))/Qa] %	[(Qa - (Qd+Qp))/Qa] %
1	0.039	0.007	0.004	0.011	0.032	0.035	0.028	--	72.86
2	0.035	0.007	0.005	0.012	0.028	0.029	0.023	--	65.38
3	0.046	0.007	0.005	0.012	0.040	0.041	0.035	--	74.69
1´	0.012	0.007	0.007	0.014	0.005	0.005	-0.002	18.95	--
2´	0.017	0.007	0.004	0.011	0.010	0.013	0.006	--	37.51

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Tabla 195: Comparación de los Caudales con la capacidad de la Red en la calle Diego Túpac Amaru

CAUDALES CALLE DIEGO TUPAC AMARU (m3/seg)									
TRAMO	CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL DE LA RED COLECTORA DE AGUAS RESIDUALES	CAUDAL GENERADO POR EL 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 POBLACIÓN 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 AGUA PLUVIAL JUNTO CON EL APORTE DE LA POBLACIÓN COMPARADO CON CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL	VOLUMEN EXCEDENTE DE AGUA PLUVIAL CON RELACIÓN A LA CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL	VOLUMEN REQUERIDO PARA LOGRAR ALCANZAR LA MÁXIMA CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL
	Qa	Qd	Qp	Qp+Qd	Qa-Qd	Qa-Qp	Qa - (Qd+Qp)	[(Qa - (Qd+Qp))/Qa] %	[(Qa - (Qd+Qp))/Qa] %
1	0.010	0.007	0.003	0.010	0.004	0.007	0.001	--	5.37
2	0.043	0.007	0.006	0.012	0.037	0.038	0.031	--	71.40
3	0.035	0.007	0.008	0.014	0.028	0.028	0.021	--	59.45
4	0.054	0.007	0.002	0.009	0.047	0.052	0.045	--	83.78
5	0.007	0.007	0.008	0.014	0.000	-0.001	-0.008	112.02	--
6	0.029	0.007	0.004	0.010	0.022	0.025	0.018	--	63.27

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Tabla 196: Comparación de los Caudales con la capacidad de la Red en la calle Pedro Mendigura

CAUDALES CALLE PEDRO MENDIGURE (m3/seg)									
TRAMO	CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL DE LA RED COLECTORA DE AGUAS RESIDUALES	CAUDAL GENERADO POR EL 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 POBLACIÓN 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 AGUA PLUVIAL JUNTO CON EL APORTE DE LA POBLACIÓN COMPARADO CON CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL	VOLUMEN EXCEDENTE DE AGUA PLUVIAL CON RELACIÓN A LA CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL	VOLUMEN REQUERIDO PARA LOGRAR ALCANZAR LA MÁXIMA CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL
	Qa	Qd	Qp	Qp+Qd	Qa-Qd	Qa-Qp	Qa - (Qd+Qp)	[(Qa - (Qd+Qp))/Qa] %	[(Qa - (Qd+Qp))/Qa] %
1	0.060	0.007	0.002	0.009	0.054	0.058	0.051	--	85.20
2	0.032	0.007	0.007	0.013	0.026	0.026	0.019	--	58.62

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Tabla 197: Comparación de los Caudales con la capacidad de la Red en la calle Tambohuasco Pumayalli

CAUDALES CALLE TAMBOHUASCO PUMAYALLI (m3/seg)									
TRAMO	CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL DE LA RED COLECTORA DE AGUAS RESIDUALES	CAUDAL GENERADO POR EL 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 POBLACIÓN 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 AGUA PLUVIAL JUNTO CON EL APORTE DE LA POBLACIÓN COMPARADO CON CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL	VOLUMEN EXCEDENTE DE AGUA PLUVIAL CON RELACIÓN A LA CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL	VOLUMEN REQUERIDO PARA LOGRAR ALCANZAR LA MÁXIMA CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL
	Qa	Qd	Qp	Qp+Qd	Qa-Qd	Qa-Qp	Qa - (Qd+Qp)	[(Qa - (Qd+Qp))/Qa] %	[(Qa - (Qd+Qp))/Qa] %
1	0.046	0.007	0.003	0.009	0.040	0.044	0.037	--	79.57
2	0.031	0.007	0.017	0.024	0.024	0.014	0.007	--	23.04
3	0.053	0.007	0.019	0.025	0.046	0.034	0.028	--	51.94
4	0.007	0.007	0.013	0.020	0.000	-0.006	-0.013	192.47	--
5	0.041	0.007	0.004	0.010	0.034	0.037	0.031	--	74.84

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Tabla 198: Comparación de los Caudales con la capacidad de la Red en la calle Mariano Túpac Amaru

CAUDALES CALLE MARIANO TUPAC AMARU (m3/seg)									
TRAMO	CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL DE LA RED COLECTORA DE AGUAS RESIDUALES	CAUDAL GENERADO POR EL 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 POBLACIÓN 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 AGUA PLUVIAL JUNTO CON EL APORTE DE LA POBLACIÓN COMPARADO CON CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL	VOLUMEN EXCEDENTE DE AGUA PLUVIAL CON RELACIÓN A LA CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL	VOLUMEN REQUERIDO PARA LOGRAR ALCANZAR LA MÁXIMA CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL
	Qa	Qd	Qp	Qp+Qd	Qa-Qd	Qa-Qp	Qa - (Qd+Qp)	[(Qa - (Qd+Qp))/Qa] %	[(Qa - (Qd+Qp))/Qa] %
1	0.054	0.007	0.000	0.007	0.047	0.054	0.047	--	87.61
2	0.038	0.007	0.005	0.011	0.031	0.033	0.027	--	70.05
3	0.028	0.007	0.006	0.013	0.021	0.021	0.015	--	52.44
4	0.046	0.007	0.006	0.012	0.039	0.041	0.034	--	73.44

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Tabla 199: Comparación de los Caudales con la capacidad de la Red en la calle Ventura Mojarras

CAUDALES CALLE VENTURA MOJARRAS (m3/seg)									
TRAMO	CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL DE LA RED COLECTORA DE AGUAS RESIDUALES	CAUDAL GENERADO POR EL 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 POBLACIÓN 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 AGUA PLUVIAL JUNTO CON EL APORTE DE LA POBLACIÓN COMPARADO CON CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL	VOLUMEN EXCEDENTE DE AGUA PLUVIAL CON RELACIÓN A LA CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL	VOLUMEN REQUERIDO PARA LOGRAR ALCANZAR LA MÁXIMA CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL
	Qa	Qd	Qp	Qp+Qd	Qa-Qd	Qa-Qp	Qa - (Qd+Qp)	[(Qa - (Qd+Qp))/Qa] %	[(Qa - (Qd+Qp))/Qa] %
1	0.049	0.007	0.000	0.007	0.042	0.049	0.042	--	86.31
2	0.048	0.007	0.003	0.009	0.042	0.046	0.039	--	80.97
3	0.016	0.007	0.004	0.010	0.010	0.013	0.006	--	37.54
4	0.014	0.007	0.005	0.012	0.007	0.009	0.002	--	14.16

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Tabla 200: Comparación de los Caudales con la capacidad de la Red en la calle Rosa Túpac Amaru

CAUDALES CALLE ROSA TUPAC AMARU (m3/seg)									
TRAMO	CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL DE LA RED COLECTORA DE AGUAS RESIDUALES	CAUDAL GENERADO POR EL 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 POBLACIÓN 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 AGUA PLUVIAL JUNTO CON EL APORTE DE LA POBLACIÓN COMPARADO CON CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL	VOLUMEN EXCEDENTE DE AGUA PLUVIAL CON RELACIÓN A LA CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL	VOLUMEN REQUERIDO PARA LOGRAR ALCANZAR LA MÁXIMA CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL
	Qa	Qd	Qp	Qp+Qd	Qa-Qd	Qa-Qp	Qa - (Qd+Qp)	[(Qa - (Qd+Qp))/Qa] %	[(Qa - (Qd+Qp))/Qa] %
1	0.054	0.007	0.000	0.007	0.047	0.054	0.047	--	87.61
2	0.028	0.007	0.002	0.008	0.022	0.027	0.020	--	70.33
3	0.027	0.007	0.004	0.011	0.020	0.023	0.016	--	60.36

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Tabla 201: Comparación de los Caudales con la capacidad de la Red en la calle Rosa Noguera

CAUDALES CALLE ROSA NOGUERA (m3/seg)									
TRAMO	CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL DE LA RED COLECTORA DE AGUAS RESIDUALES	CAUDAL GENERADO POR EL 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 POBLACIÓN 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 AGUA PLUVIAL JUNTO CON EL APORTE DE LA POBLACIÓN COMPARADO CON CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL	VOLUMEN EXCEDENTE DE AGUA PLUVIAL CON RELACIÓN A LA CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL	VOLUMEN REQUERIDO PARA LOGRAR ALCANZAR LA MÁXIMA CAPACIDAD DE LA RED ACTUAL
	Qa	Qd	Qp	Qp+Qd	Qa-Qd	Qa-Qp	Qa - (Qd+Qp)	[(Qa - (Qd+Qp))/Qa] %	[(Qa - (Qd+Qp))/Qa] %
1	0.118	0.007	0.000	0.007	0.111	0.118	0.111	--	94.31
2	0.094	0.007	0.002	0.009	0.087	0.092	0.085	--	90.61
1´	0.068	0.007	0.003	0.010	0.062	0.065	0.058	--	85.45

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Los valores negativos mostrados en las tablas, indican el excedente de volumen que se infiltra a la red de aguas residuales, demostrando así la incapacidad de transportar los caudales pluviales.

4.5. INVENTARIO DE IMPACTOS

Según los datos obtenidos se pudo obtener una tabla mostrando los impactos que se presentan en la urbanización a consecuencia de los volúmenes considerados de agua pluvial en la época de mayores precipitaciones.

Se estableció entonces una relación de causa – efecto según los impactos observados dentro de la zona de estudio.

Se debe hacer mención a la existencia de dos tipos de impactos que son:

Impactos directos: aquellos cuyo efecto tiene una incidencia inmediata en algún factor ambiental.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Impactos indirectos o secundarios: aquellos cuyo efecto supone una incidencia inmediata respecto a la interdependencia o, en general a la relación de un factor ambiental con otro.

Las tablas que se muestran a continuación muestran los impactos encontrados en cada calle de la urbanización Túpac Amaru.

Tabla 202: Impactos encontrados en la calle Tinta

CALLE TINTA		
IMPACTO	DIRECTO	INDIRECTO
Colapso de buzones.	SI	
Retorno de las aguas a las casas		SI
Congestión vehicular		SI
Goteras en los techos		SI
Imposibilidad de paso peatonal por inundacion de la calle		SI
Excesivo caudal en las avenidas	SI	
Humedecimiento en las paredes de las fachadas	SI	
Tránsito vehicular lento		SI
Invasión de los peatones a la calzada vehicular	SI	

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Tabla 203: Impactos encontrados en la calle Tomasa Ttito Condemayta

CALLE TOMASA TTITO CONDEMAYTA		
IMPACTO	DIRECTO	INDIRECTO
Colapso de buzones.	SI	
Retorno de las aguas a las casas		SI
Congestión vehicular		SI
Goteras en los techos		SI
Imposibilidad de paso peatonal por inundacion de la calle		SI
Excesivo caudal en las avenidas	SI	
Humedecimiento en las paredes de las fachadas	SI	
Tránsito vehicular lento		SI
Invasión de los peatones a la calzada vehicular	SI	

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Tabla 204: Impactos encontrados en la calle Antonio Bastidas

CALLE ANTONIO BASTIDAS		
IMPACTO	DIRECTO	INDIRECTO
Goteras en los techos		SI
Humedecimiento en las paredes de las fachadas	SI	

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Tabla 205: Impactos encontrados en la calle Plaza

CALLE PLAZA		
IMPACTO	DIRECTO	INDIRECTO
Goteras en los techos		SI
Humedecimiento en las paredes de las fachadas	SI	

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Tabla 206: Impactos encontrados en la calle Francisco Túpac Amaru

CALLE FRANCISCO TÚPAC AMARU		
IMPACTO	DIRECTO	INDIRECTO
Goteras en los techos		SI
Imposibilidad de paso peatonal por inundacion de la calle		SI
Excesivo caudal en las avenidas	SI	
Humedecimiento en las paredes de las fachadas	SI	

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Tabla 207: Impactos encontrados en la calle Tomás Katari

CALLE TOMÁS KATARI		
IMPACTO	DIRECTO	INDIRECTO
Congestión vehicular		SI
Goteras en los techos		SI
Excesivo caudal en las avenidas	SI	
Humedecimiento en las paredes de las fachadas	SI	
Tránsito vehicular lento		SI
Invasión de los peatones a la calzada vehicular	SI	

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Tabla 208: Impactos encontrados en la calle Túpac Katari

CALLE TÚPAC KATARI		
IMPACTO	DIRECTO	INDIRECTO
Goteras en los techos		SI
Humedecimiento en las paredes de las fachadas	SI	

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Tabla 209: Impactos encontrados en la calle Fernando Túpac Amaru

CALLE FERNANDO TÚPAC AMARU		
IMPACTO	DIRECTO	INDIRECTO
Goteras en los techos		SI
Humedecimiento en las paredes de las fachadas	SI	

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Tabla 210: Impactos encontrados en la calle Hipólito Túpac Amaru

CALLE HIPÓLITO TÚPAC AMARU		
IMPACTO	DIRECTO	INDIRECTO
Goteras en los techos		SI
Humedecimiento en las paredes de las fachadas	SI	

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Tabla 211: Impactos encontrados en la calle Diego Túpac Amaru

CALLE DIEGO TÚPAC AMARU		
IMPACTO	DIRECTO	INDIRECTO
Congestión vehicular		SI
Goteras en los techos		SI
Excesivo caudal en las avenidas	SI	
Humedecimiento en las paredes de las fachadas	SI	
Tránsito vehicular lento		SI
Invasión de los peatones a la calzada vehicular	SI	

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Tabla 212: Impactos encontrados en la calle Pedro Mendigure

CALLE PEDRO MENDIGURE		
IMPACTO	DIRECTO	INDIRECTO
Goteras en los techos		SI
Humedecimiento en las paredes de las fachadas	SI	

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Tabla 213: Impactos encontrados en la calle Tambohuacso Pumayalli

CALLE TAMBOHUACSO PUMAYALLI		
IMPACTO	DIRECTO	INDIRECTO
Goteras en los techos		SI
Humedecimiento en las paredes de las fachadas	SI	

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Tabla 214: Impactos encontrados en la calle Mariano Túpac Amaru

CALLE MARIANO TÚPAC AMARU		
IMPACTO	DIRECTO	INDIRECTO
Goteras en los techos		SI
Humedecimiento en las paredes de las fachadas	SI	

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Tabla 215: Impactos encontrados en la calle Ventura Mojarras

CALLE VENTURA MOJARRAS		
IMPACTO	DIRECTO	INDIRECTO
Goteras en los techos		SI
Humedecimiento en las paredes de las fachadas	SI	

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Tabla 216: Impactos encontrados en la calle Rosa Túpac Amaru

CALLE ROSA TÚPAC AMARU		
IMPACTO	DIRECTO	INDIRECTO
Goteras en los techos		SI
Humedecimiento en las paredes de las fachadas	SI	

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Tabla 217: Impactos encontrados en la calle Rosa Noguera

CALLE ROSA NOGUERA		
IMPACTO	DIRECTO	INDIRECTO
Goteras en los techos		SI
Humedecimiento en las paredes de las fachadas	SI	

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Realizando el análisis de los impactos que se presentan en cada calle de la urbanización Túpac Amaru, se tuvo un cuadro final con los impactos que se pueden observar en la urbanización Túpac Amaru.

Tabla 218: Clasificación de Impactos presentados en toda la urbanización Túpac Amaru

URBANIZACIÓN TÚPAC AMARU		
IMPACTO	DIRECTO	INDIRECTO
Colapso de buzones.	SI	
Retorno de las aguas a las casas		SI
Congestión vehicular		SI
Goteras en los techos		SI
Imposibilidad de paso peatonal por inundacion de la calle		SI
Excesivo caudal en las avenidas	SI	
Humedecimiento en las paredes de las fachadas	SI	
Tránsito vehicular lento		SI
Invasión de los vehículos a las veredas y/o aceras	SI	
Invasión de los peatones a la calzada vehicular	SI	

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

4.6. DISEÑO DEL SISTEMA DE EVACUACIÓN DE AGUAS PLUVIALES.

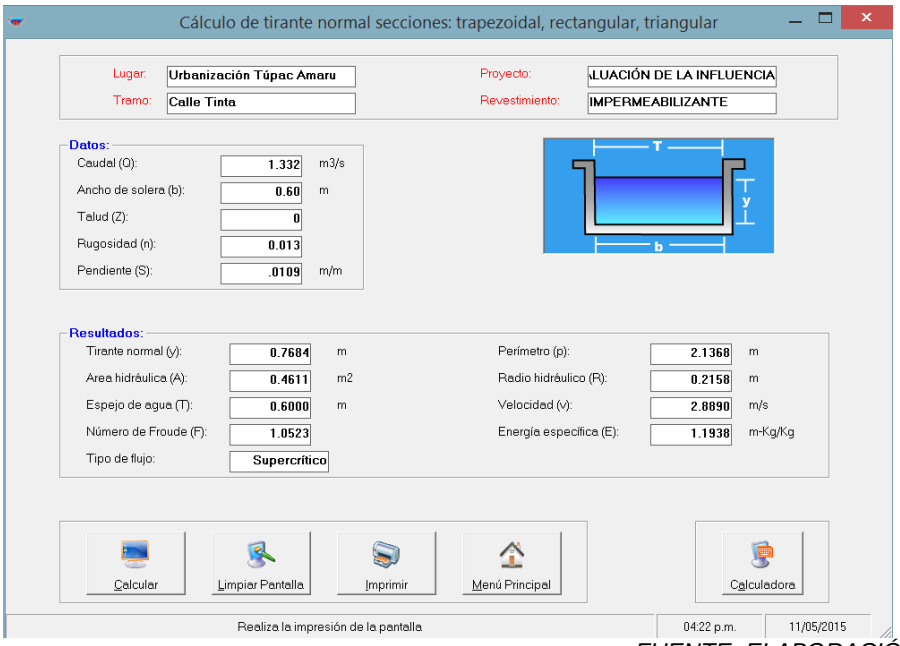
Se optó por realizar un diseño de un sistema evacuador de aguas pluviales, capaz de captar y transportar los caudales originados por la escorrentía superficial.

4.6.1. DISEÑO DE CANAL RECOLECTOR DE AGUAS PLUVIALES DE LA CALLE TINTA

Se llegó a la conclusión que el diseño de un canal en la calle Tinta podrá soportar los aportes de caudal de la cuenca portante.

El caudal de diseño del canal recolector de aguas pluviales es el que se obtuvo en el punto de interés, ubicado en el último tramo de la calle Tinta, el cual es de 1.332 m3/seg.

Figura 48: Cálculo de dimensiones del canal recolector de aguas pluviales de la calle Tinta



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Tabla 219: Dimensiones del canal recolector de aguas pluviales de la calle Tinta

CANAL CALLE TINTA									
DATOS OBTENIDOS									
Caudal (Q) m3/seg.	**Tirante Normal (y) m**	**Ancho o Espejo de agua (b) m**	**Rugosidad (n)**	**Pendiente (S) m/m**	**Área Hidráulica (A) m2**	**Perímetro Mojado (P) m**	**Radio Hidráulico (R) m**	**Velocidad (V) m/s**	**Tirante Total (Y) m**
1.332	0.768	0.600	0.013	0.011	0.461	2.137	0.216	2.889	0.95

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Las dimensiones geométricas del canal son las siguientes:

Base (b) = 0.60 m.

Altura o Tirante Efectivo (Y) = 0.95 m.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

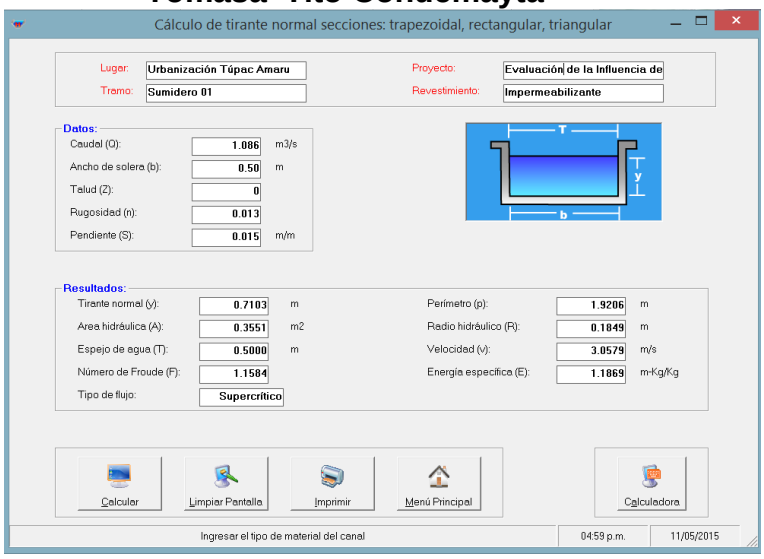
4.6.2. DISEÑO DE SUMIDEROS RECOLECTORES DE AGUAS PLUVIALES EN LAS CALLES TOMASA TITO CONDEMAYTA Y TINTA.

Se optó el diseño de sumideros rectangulares capaces de recolectar los volúmenes de aguas de las calles trasversales y de esa manera ser evacuados por el canal de la calle Tinta.

4.6.2.1. SUMIDERO 01

La ubicación del sumidero o rejilla de piso es en el cruce de la calle Tomasa Tito Condemayta y la calle Tinta. El caudal de diseño del sumidero recolector de aguas pluviales es el que se obtuvo en el punto de interés, ubicado en el tramo 5 de la calle Tinta, el cual es de 1.086 m3/seg.

Figura 49: Cálculo de dimensiones del sumidero 01 de la calle Tinta y Tomasa Tito Condemayta



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Tabla 220: Dimensiones del sumidero 01 de la calle Tomasa Tito Condemayta

SUMIDERO 01									
DATOS OBTENIDOS DEL PORGRAMA H CANALES									
Caudal (Q) m3/seg.	Tirante Normal (y) m	Ancho o Espejo de agua (b) m	Rugosidad (n)	Pendiente (S) m/m	Área Hidráulica (A) m2	Perímetro Mojado (P) m	Radio Hidráulico (R) m	Velocidad (V) m/s	Tirante Total (Y) m
1.086	0.7103	0.5	0.013	0.015	0.3551	1.9206	0.1849	3.0579	0.9

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Cuando las rejillas de piso se encuentren ubicadas en puntos bajos se analizara la capacidad de captación mediante la siguiente fórmula (Torricelli):

$$Q = Cd * A * \sqrt{2gh}$$

Dónde:

Cd: Coeficiente de descarga (0.61).

A: Área hidráulica de Abertura (m2).

g: Aceleración de la gravedad. (m/seg2).

h: Tirante hidráulico sobre estructura (m).

Tabla 221: Cálculo del Área Efectiva de Sumidero 01

SUMIDERO 01				
DATOS PARA LA FÓRMULA DEL ÁREA EFECTIVA ENTRE REJILLAS				
Caudal (Q) m3/seg.	**Coeficiente de descarga (Cd)**	**Aceleración de la Gravedad (g) m/seg2.**	**Tirante Hidráulico sobre Estructura (h) m.**	**Área Efectiva (A) m2**
1.086	0.61	9.81	0.05	1.80

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

El área efectiva de la rejilla es 1.80 m2.

El área neta de la rejilla (área efectiva + área de rejillas) es de 3.0 m2

Las dimensiones de la rejilla son:

Ancho (a) = 6.0 m. (Ancho de la calle)

Base (b) = 0.50 m.

Tirante (y) = 0.90 m.

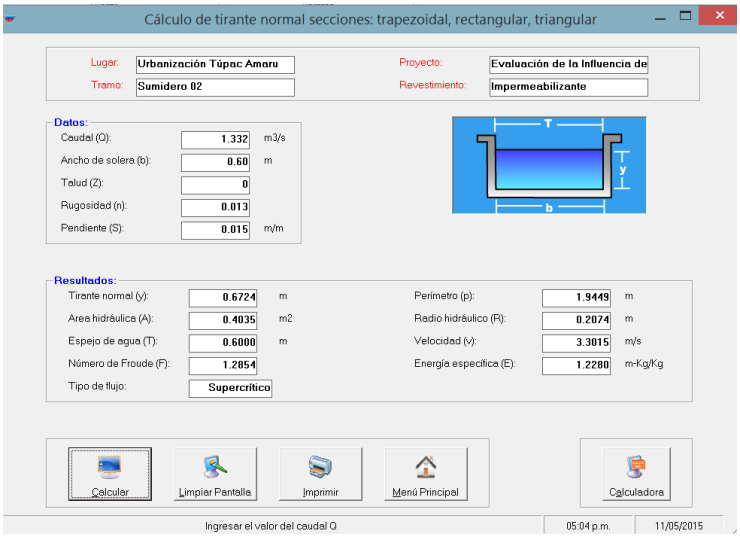
Ancho de celdas = 0.0125 m. (½")

N° de celdas de rejilla = 96 @ 0.05 m.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

4.6.2.2. SUMIDERO 02

Figura 50: Cálculo de dimensiones del sumidero 02 de la calle Tinta



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Tabla 222: Dimensiones del sumidero 02 de la calle Tinta

SUMIDERO 02									
DATOS OBTENIDOS									
Caudal (Q) m3/seg.	**Tirante Normal (y) m**	**Ancho o Espejo de agua (b) m**	**Rugosidad (n)**	**Pendiente (S) m/m**	**Área Hidráulica (A) m2**	**Perímetro Mojado (P) m**	**Radio Hidráulico (R) m**	**Velocidad (V) m/s**	**Tirante Total (Y) m**
1.332	0.6724	0.6	0.013	0.015	0.4035	1.9449	0.2074	3.3	0.9

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Tabla 223: Cálculo del Área Efectiva de Sumidero 02

SUMIDERO 02				
DATOS PARA LA FÓRMULA DEL ÁREA EFECTIVA ENTRE REJILLAS				
Caudal (Q) m3/seg.	**Coeficiente de descarga (Cd)**	**Aceleración de la Gravedad (g) m/seg2.**	**Tirante Hidráulico sobre Estructura (h) m.**	**Área Efectiva (A) m2**
1.332	0.61	9.81	0.05	2.20

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

El área efectiva de la rejilla es 2.20 m2.

El área neta de la rejilla (área efectiva + área de rejillas) es de 3.6 m2

Las dimensiones de la rejilla son:

Ancho (a) = 6.0 m. (Ancho de la calle)

Base (b) = 0.60 m.

Tirante (y) = 0.90 m.

Ancho de celdas = 0.0125 m. (½")

N° de celdas de rejilla = 96 @ 0.05 m.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

5. CAPÍTULO V : "DISCUSIÓN"

Con base a esto se ha planteado ciertos cuestionamientos en el desarrollo de la investigación.

DISCUSIÓN N° 01

- ¿Las calles dentro de la urbanización Túpac Amaru deberán tener un mejor sistema evacuador de aguas pluviales?

A consecuencia de la rápida expansión urbana y la mejora en los servicios públicos, es constante la realización de 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 evacuación de aguas pluviales para evitar los daños de infraestructura vial y peatonal?

El mantenimiento oportuno de la red de aguas residuales así como la limpieza de los canales evacuadores de aguas pluviales puede hacer el funcionamiento correcto y continuo de éstos. Es necesaria siempre una programación para la inspección de los sistemas, en especial antes de la temporada de mayores precipitaciones.

DISCUSIÓN N° 03

- ¿Es recomendable hacer futuros diseños de sistemas separativos para la recolección y evacuación de aguas pluviales y de aguas residuales?

Si es necesario, debido a que los sistemas de aguas pluviales arrastran restos de materiales que llegan a sedimentarse en los canales, es por tal motivo que no pueden ingresar a la red de aguas residuales, porque originarían obstrucciones y consecuentes reboses.

DISCUSIÓN N° 04

- ¿Cuál es el caudal de aporte de aguas residuales de la población de la urbanización Túpac Amaru a la red de alcantarillado?

Según el análisis de datos referidos al sistema de aguas residuales actual, se determinó que para la población estimada, el caudal de aporte es de 0.0067 m3/seg ó 6.7 lt/seg; que se determinó del 80% del consumo diario de la

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

población, citado en el ítem 1.8 de la norma OS.100 “Consideraciones Básicas de diseño de infraestructura Sanitaria“

DISCUSIÓN N° 05

- ¿Existen obstrucciones por acumulación de sólidos dentro de la red de aguas residuales que afecten el flujo del caudal dentro de la red?

Al momento de realizar la inspección en los buzones se observó que por el deterioro de las tapas de estos, existen infiltraciones de aguas pluviales que arrastran sólidos que llegan a estar sedimentados en la red.

DISCUSIÓN N° 06

- ¿Cuál es el aporte de la investigación?

La presente investigación aporta información referidos 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° 07

- ¿Los resultados obtenidos pueden servir como referencia para investigaciones futuras sobre temas de sistema separativo de aguas?

Todo el procedimiento metodológico puede ser aplicado para otra investigación de similar carácter, que busque determinar los caudales actuales en las redes de alcantarillado, así como la influencia de las aguas pluviales dentro de estas.

DISCUSIÓN N° 08

- ¿Por qué se tomó como referencia la norma OS.060 “Drenaje Pluvial Urbano”, para el diseño de la presente investigación?

Ya que la ciudad del Cusco es una zona que presenta precipitaciones altas, es necesario que los diseños de sistemas de evacuación de aguas pluviales sean acorde al alcance de la Normatividad, ya que establece los criterios generales para el diseño de Drenaje Pluvial Urbano que comprenden la recolección, transporte y evacuación de las aguas pluviales que se precipitan en una zona urbana.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

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.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

- **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.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

- **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 trasversal 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.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

- **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.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

CONCLUSIONES

CONCLUSIÓN 1:

Se logró demostrar la hipótesis general afirmando que los volúmenes de aguas pluviales que ingresan a la red recolectora de aguas residuales en la urbanización Túpac Amaru del distrito de San Sebastián, rebasan la capacidad de conducción en la época de lluvias; siendo crítica en la Calle Tinta, donde el volumen rebasado es del 24% hasta 170% en relación a la capacidad de la red actual, datos mostrados en la tabla N° 183; así como también se muestra las demás relaciones de volúmenes excedentes de las otras calles evaluadas en la tabla N°184 a la tabla N°198.

CONCLUSIÓN 2:

Se alcanzó demostrar la sub-hipótesis N°1 determinando que la capacidad de la red de conducción de aguas residuales de la Urbanización Túpac Amaru es insuficiente para conducir los volúmenes originados por la demanda de aguas residuales de la población, incrementado con el volumen de agua generado por el de las aguas pluviales, como se muestra en la tablas N° 183 hasta la N°198.

El caudal generado por las precipitaciones pluviales junto al caudal de aguas residuales del aporte de la población de las calles afectadas, es superior a la capacidad de conducción de la red actual.

CONCLUSIÓN 3:

Las áreas impermeables de la urbanización Túpac Amaru generan un coeficiente de escorrentía alto en la zona 04 por los escasas superficies de infiltración, hallándose mayor número áreas pavimentadas y construcciones con techos; alcanzando así un valor de 0.78 señalado en la tabla N° 127. Por el contrario de las zonas 01 con un coeficiente de 0.50, las zonas 02 y 03 con un coeficiente de 0.49 mostrados en las tablas N° 124, N° 125 y N° 126 respectivamente. Queda así demostrado la sub-hipótesis N°2.

CONCLUSIÓN 4:

Se logró demostrar la sub hipótesis N°3, determinando que la escorrentía de la cuenca aportante de Túpac Amaru es directamente proporcional a la intensidad de las precipitaciones. Obteniendo una intensidad de 23.05 mm/hr para toda la urbanización Túpac Amaru se determinó un escurrimiento de 0.040 m3/seg

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

para la zona 01, de 0.117 m3/seg para la zona 02, de 0.154 m3/seg para la zona 03 y de 1.256 m3/seg para la zona 04. Valores mostrados en las tablas N° 128, N°129, N°130 y N°131 respectivamente.

CONCLUSIÓN 5:

El área total de la zona de estudio es de 0.4022 km2, en la que se genera un caudal de 1.567 m3/seg. Por efecto de las precipitaciones pluviales por las zonas de estudio, como se muestran en las tablas N° 128, N° 129 N° 130 y N°131. Determinando que el valor de este caudal es alto con respecto a la capacidad de los evacuadores pluviales existentes en la zona. Logrando así demostrar la sub-hipótesis N°4.

CONCLUSIÓN 6:

La sub hipótesis N°5 quedó demostrada existiendo la necesidad de un sistema separativo que capte adecuadamente la escorrentía superficial de las precipitaciones mediante sumideros y rejillas, para su conducción y evacuación a su depósito de drenaje natural, en este caso el rio Huatanay, hecho que ha sido demostrado en el análisis que se hizo en la presente investigación, que implicó la determinación de los caudales originados por la escorrentía de las aguas pluviales y caudales por aporte de la población a la red de alcantarillado para después hacer la comprobación de la influencia de estos volúmenes con la capacidad de la red actual.

El diseño del sistema de evacuación de aguas pluviales propuesto se encuentra detallado en el ítem 4.6 de la presente investigación, complementado por los planos en el Anexo N°02.

CONCLUSIÓN 7:

Los colectores de aguas residuales de la urbanización Túpac Amaru poseen la capacidad suficiente para atender la demanda de agua residual generada por la población, como se demuestra en la tabla N° 183 a la tabla N°198, ya que los colectores poseen capacidades, las cuales fueron halladas por diversos métodos cuyos resultados se encuentran en la tabla N° 150 a la tabla N° 165. Se adoptaron los resultados del Método Manning, como lo indica la norma OS.070 “Redes de Aguas Residuales”. Logrando así demostrar la sub-hipótesis N°6.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

CONCLUSIÓN 8:

Con los resultados obtenidos en las encuestas, se pudo identificar, mencionar y clasificar los diferentes impactos que afectan directa e indirectamente a los pobladores de la urbanización Túpac Amaru, así se llegó a tener una lista de clasificación impactos como se muestra en la tabla N° 199, para tener un concepto claro de cómo mitigar estos impactos, de forma segura y económica. La sub-hipótesis N°7 logró ser demostrada.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda la implementación del sistema de evacuación de aguas pluviales propuesto para las calles Tinta y Tomasa Tito Condemayta dentro de la urbanización Túpac Amaru del distrito de San Sebastián.
   El agua recolectada por este sistema se dispondría finalmente a un cauce natural, siendo el más próximo el río Huatanay.

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 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 pluviales previo a la época donde se presentan las mayores precipitaciones pluviales, a lo largo de la ciudad del Cusco, en especial en la urbanización Túpac Amaru y lugares aledaños.

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 que en toda la urbanización Túpac Amaru se replantee el sistema del colector de aguas residuales debido a que las pendientes de las tuberías no es la óptima para un adecuado flujo de aguas, como se ha comprobado en la presente investigación.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

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 Trasportes 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.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

PÁGINAS WEB.

- Wilton Alcotz (Junio 2010). “Biografía corta Burkli – Ziegler” de 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-1-eaocavm2009.pdf.Fecha 18/05/14

- Blog Mundo Limpio. (Julio 2011).”La Importancia de la Cuenca Hidrológica”,de http://mundolimpio11.blogspot.com/2011/07/la-importancia-vital-de-la-cuenca.html

ANEXOS

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS