



# **UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA**

**UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y  
CONSTRUCCIÓN.**

**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**“ANÁLISIS MULTICRITERIAL PARA LA IMPLEMENTACIÓN  
DEL PROYECTO DE ALCANTARILLADO SEPARADO DEL  
BARRIO 4 DE OCTUBRE DE LA CIUDAD DE SUCÚA”**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO  
DE INGENIERO CIVIL.**

**Autores: COBOS CARRILLO JAIME HERNÁN  
VERA MEJÍA CRISTIAN STYVEN**

**Director: ING. MSc. VICENTE AURELIO GONZÁLEZ BORJA**

**2018**

## DECLARACIÓN

Yo, COBOS CARRILLO JAIME HERNÁN C.I. 1400598916 Egresado de la Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción Carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Católica de Cuenca, declaro bajo juramento por medio de la presente que el Trabajo de Graduación elaborado bajo el Tema “**ANÁLISIS MULTICRITERIAL PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO DE ALCANTARILLADO SEPARADO DEL BARRIO 4 DE OCTUBRE DE LA CIUDAD DE SUCÚA**” es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

---

**COBOS CARRILLO JAIME HERNÁN**

**C.I. 1400598916**

## DECLARACIÓN

Yo, VERA MEJÍA CRISTIAN STYVEN C.I. 1400762355 Egresado de la Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción Carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Católica de Cuenca, declaro bajo juramento por medio de la presente que el Trabajo de Graduación elaborado bajo el Tema “**ANÁLISIS MULTICRITERIAL PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO DE ALCANTARILLADO SEPARADO DEL BARRIO 4 DE OCTUBRE DE LA CIUDAD DE SUCÚA**” es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

---

**VERA MEJÍA CRISTIAN STYVEN**

**CERTIFICACIÓN**

Yo, Ing. MSc. Vicente Aurelio González Borja certifico que el presente proyecto **“ANÁLISIS MULTICRITERIAL PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO DE ALCANTARILLADO SEPARADO DEL BARRIO 4 DE OCTUBRE DE LA CIUDAD DE SUCÚA”** desarrollado por los señores Cobos Carrillo Jaime Hernán, Vera Mejía Cristian Styven Egresados de la Facultad de Ingeniería, industria y construcción Carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Católica de Cuenca, se desarrolló bajo mi supervisión y tutoría, siendo un trabajo elaborado de manera personal.

---

**ING. MSc. VICENTE AURELIO GONZÁLEZ BORJA**  
**DIRECTOR**

## **DEDICATORIA**

A lo largo de nuestras vidas vamos cosechando éxitos y fracasos los mismos que nos van formando como personas y profesionales para poder afrontar la vida, y si de los éxitos se aprende de los fracasos mucho más. En este trayecto de estudiantes lleno de obstáculos vamos conviviendo con personas que de alguna manera nos brindan su apoyo, es por ello que dedico este pequeño logro inicio de una nueva etapa de esfuerzo y dedicación.

A mis padres: Carlos y Narcisa por el sacrificio que día a día han realizado, siendo el pilar fundamental de todo lo que soy, por la confianza depositada en mí y la motivación constante brindada misma que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada por su amor incondicional.

Todo este trabajo ha sido posible gracias a ellos. Gracias Papi y Mami.

*Cristian Styven Vera Mejía.*

## **DEDICATORIA**

Este proyecto está dedicado a las personas que han influenciado en mi vida, dándome consejos, guiándome y haciéndome una persona de bien, con todo amor y afecto se los dedico a:

### **A Dios.**

Por permitirme llegar a este punto, el que me dio fuerzas en momentos difíciles, haberme dado salud para lograr mis objetivos, regalándome sus bendiciones y ayudándome a superar cualquier problema

### **A mi madre Gimena**

Por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, la confianza brindada, el inmensurable esfuerzo que ha realizado para que culminen mis estudios, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor.

### **A mi padre Jaime**

Por los ejemplos de perseverancia y constancia que lo caracterizan y que me ha infundado siempre, por el valor que muestra para salir adelante.

### **A mis hermanas**

Daisy la hermana mayor a pesar de la distancia me brinda su apoyo incondicional, Jhoana de quien aprendí de aciertos y momentos difíciles, Katery que con perseverancia se puede conseguir lo que se desea y Ximena la menor de todos que se puede seguir adelante en las adversidades de la vida, que a pesar de todos los malos ratos supieron alentarme para seguir adelante y saber que podre confiar en ellas en todo momento.

*Jaime Hernán Cobos Carrillo.*

## AGRADECIMIENTO

En primer lugar quiero agradecer a mis padres que siempre me apoyaron a lo largo de toda mi vida buscando siempre mi bienestar, por todas las enseñanzas brindadas y por ser un ejemplo de valentía, compromiso y trabajo duro. No existen palabras para expresar el infinito agradecimiento. Muchas gracias.

A mis hermanos, por el apoyo brindado en todo momento, los consejos y cariño han sido fundamentales para poder salir adelante.

A la facultad de ingeniería civil de la Universidad católica de Cuenca, por abrirme las puertas y brindarme la oportunidad de crecer académicamente, a los docentes quienes impartieron sus conocimientos formándome día a día.

A mi director de tesis el Ing. MSc. Vicente Aurelio González Borja, agradezco por el tiempo brindado y la guía para poder culminar con el presente trabajo.

Agradezco al GAD Municipal del Cantón Sucúa, por la colaboración y facilidades prestadas para la realización del presente trabajo de titulación.

A todas aquellas personas que de alguna manera han contribuido en el presente trabajo.

*Cristian Styven Vera Mejía.*

## AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios y a mis padres por darme su bendición, su entendimiento y sabiduría, para enfrentarme a las diferentes situaciones que se presentaron dentro de todo mi vida universitaria.

Agradezco a la Universidad Católica de Cuenca por haberme aceptado ser parte de ella y abierto las puertas de su seno científico para poder estudiar mi carrera, así como también a los diferentes docentes que brindaron sus conocimientos y su apoyo para seguir adelante día a día.

Agradezco a mi Coautor de Tesis el Ing. MSc. Vicente Aurelio González Borja por haberme brindado la oportunidad de recurrir a su capacidad y conocimiento científico, así como también haberme tenido toda la paciencia para guiarme durante todo el desarrollo de la tesis.

Y de manera muy especial a mis familiares y profesores que siempre se preocuparon de mi formación académica, especialmente a mis padres Gimena y Jaime, que desde el primer día que me vieron nacer se preocuparon de mi educación, ayudándome alcanzar metas deseadas y siempre alentando mi formación.

*Jaime Hernán Cobos Carrillo.*

**CONTENIDO GENERAL**

DECLARACIÓN .....	I
CERTIFICACIÓN .....	III
DEDICATORIA .....	IV
AGRADECIMIENTO.....	VI
CONTENIDO GENERAL.....	VIII
LISTA DE FIGURAS .....	XVII
LISTA DE TABLAS.....	XX
RESUMEN.....	XXIII
ABSTRACT.....	XXIV
CAPÍTULO 1 .....	1
1.1. INTRODUCCIÓN. ....	1
1.2. OBJETIVO GENERAL, ESPECIFICO Y ALCANCE.....	2
1.2.1. OBJETIVO GENERAL .....	2
1.2.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	2
1.2.3. ALCANCE.....	3
1.3. METODOLOGÍA .....	4
1.4. JUSTIFICACIÓN .....	6
1.5. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA POBLACIÓN .....	7
1.5.1. Aspectos Físicos.....	7

1.5.1.1. Ubicación y localización .....	7
1.5.1.2. Población actual .....	8
1.5.1.3. Tipología de viviendas .....	9
1.5.1.4. Orografía .....	9
1.5.1.5. Clima .....	10
1.5.1.5.1 Los Vientos .....	13
1.5.1.6. Servicios públicos .....	13
1.5.1.6.1. Abastecimiento de Agua .....	14
1.5.1.6.2. Energía Eléctrica .....	17
1.5.1.6.3. Recolección de basura.....	18
1.5.1.6.4. Saneamiento ambiental .....	19
1.5.1.6.5. Salud.....	20
1.5.1.6.6. Educación.....	21
1.5.1.6.7. Vías de comunicación .....	22
CAPÍTULO 2 .....	24
2. ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS .....	24
CAPÍTULO 3 .....	42
3. CONDICIONES GENERALES PARA EL DISEÑO DEL ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL.....	42
3.1. Concepción técnica del sistema de alcantarillado pluvial y sanitario .....	42

3.1.1. Descripción de la concepción del sistema de alcantarillado. ....	43
3.2. Estudios previos para el diseño del alcantarillado. ....	46
3.2.1. Levantamiento topográfico .....	46
3.2.2. Levantamiento planimétrico.....	46
3.2.3. Levantamiento altimétrico (nivelación de ejes) .....	47
3.2.4. Trabajo de gabinete .....	47
3.3. Periodo de diseño .....	47
3.4. Áreas de Aportación.....	48
3.5. Población futura .....	49
3.5.1. Método aritmético .....	50
3.5.2. Método geométrico .....	50
3.5.3. Método de Wappaus.....	50
3.6. DISEÑO GEOMETRICO DE LAS VIAS.....	53
3.6.1. Datos para el diseño .....	53
3.6.2. Topografía .....	53
3.6.3 Clasificación nacional de la vía.....	54
3.6.4. Velocidades .....	54
3.6.4.1. Velocidad de diseño .....	54
3.6.4.2. Velocidad de circulación.....	56
3.6.5. Alineamiento horizontal.....	57

3.6.5.1. Radios mínimos, peralte, sobre-ancho y bombeos.....	58
3.6.5.2. Bombeo .....	58
3.6.6. Alineamiento vertical.....	58
3.6.6.1. Gradientes .....	59
3.6.6.2. Curvas verticales .....	60
3.6.7. Secciones transversales .....	60
3.6.7.1. Superficie de rodadura .....	61
3.6.7.2 Veredas.....	61
3.6.7.3 Sumideros de aguas lluvias .....	62
3.6.7.4 Taludes .....	62
CAPÍTULO 4.....	64
4. DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO.....	64
4.1. Caudal de diseño .....	64
4.1.1. Caudal de aguas residuales domesticas.....	64
4.1.1.1. Población.....	64
4.1.1.2. Densidad de población .....	65
4.1.1.3. Coeficiente de retorno .....	65
4.1.1.4. Consumo de agua potable .....	65
4.1.1.5. Área de drenaje .....	65
4.1.2. Caudal de infiltración ( $Q_i$ ) .....	66

4.1.3. Caudal de conexiones erradas ( $Q_e$ ).....	67
4.1.4. Caudal de diseño ( $Q_d$ ).....	67
4.2. Otras especificaciones de diseño.....	68
4.2.1. Velocidad .....	68
4.2.2. Esfuerzo cortante.....	69
4.2.3. Diámetro mínimo .....	69
4.2.4. Profundidad y ubicación de las tuberías.....	70
4.2.5. Pozos de revisión.....	70
4.2.6. Rugosidad.....	72
CAPÍTULO 5 .....	77
5. DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO PLUVIAL .....	77
5.1. Generalidades .....	77
5.2. Criterios de diseño.....	77
5.2.1. Hidrología .....	77
5.2.2. Diámetro.....	78
5.2.3. Velocidad .....	78
5.2.4. Profundidad y ubicación de las tuberías.....	79
5.2.5. Pendiente .....	79
5.2.6. Pozos de revisión y pozos de salto.....	79
5.2.7. Material de la tubería .....	80

5.2.8. Rugosidad.....	80
5.2.9. Esfuerzo cortante.....	80
5.3. Determinación del caudal de diseño .....	80
5.3.1. Área de drenaje (A).....	81
5.3.2. Coeficiente de escorrentía C .....	82
5.3.3. Intensidad de precipitación .....	82
5.3.4. Período de retorno .....	85
5.3.5. Duración de la lluvia .....	86
5.4. Sumideros.....	87
5.4.1. Clasificación de los sumideros.....	88
5.4.2. Diseño hidráulico de los sumideros .....	89
5.4.2.1. Capacidad de transporte de la cuneta .....	89
5.4.2.2. Diseño de sumideros en cuneta .....	90
CAPÍTULO 6 .....	95
6. INVERSIÓN EN OBRAS.....	95
6.1. Presupuesto del sistema de alcantarillado separado con tuberías de PVC .....	96
6.3. Presupuesto del sistema de alcantarillado combinado con tuberías de PVC. ....	97
6.2. Presupuesto del sistema de alcantarillado separado con tuberías de Hormigón Simple. ....	99

6.4. Presupuesto del sistema de alcantarillado combinado con tuberías de Hormigón Simple.....	100
6.5. Costo de operación y mantenimiento.....	102
CAPÍTULO 7.....	104
7. EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES.....	104
1. PROYECTO, OBRA O ACTIVIDAD.....	108
2. ACTIVIDAD ECONÓMICA.....	108
3. DATOS GENERALES.....	108
4. MARCO LEGAL REFERENCIAL.....	110
5. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO, OBRA O ACTIVIDAD.....	113
6. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO:.....	116
7. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE IMPLANTACIÓN.....	117
7.1. Físico.....	117
7.2. Biótico.....	120
7.3. Social.....	121
8. PRINCIPALES IMPACTOS AMBIENTALES.....	123
9. PLAN DE MANEJO AMBIENTAL (PMA).....	124
10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	131
11. FIRMAS DE RESPONSABILIDAD.....	131
CAPÍTULO 8.....	132

8. ANÁLISIS COMPARATIVO MULTICRITERIAL.....	132
8.1. Construcción de jerarquías .....	132
8.1.1. Económico.....	133
8.1.2. Impacto ambiental.....	134
8.1.3. Impacto Social.....	135
8.1.4. Aspectos Técnicos.....	136
8.1.5. Análisis de importancia de los criterios. ....	137
8.2. Establecimiento de prioridades .....	138
8.3. Consistencia Lógica. ....	139
8.4. APLICACIÓN DEL MODELO PARA LA SELECCIÓN DEL TIPO DE MATERIAL (PVC - HORMIGÓN) .....	141
8.4.1. Construcción de jerarquías. ....	141
8.4.2. Establecimiento de prioridades. ....	141
8.4.3. Consistencia lógica.....	152
8.5. APLICACIÓN DEL MODELO PARA LA SELECCIÓN DEL TIPO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO (COMBINADO-SEPARADO).....	153
8.5.1. Construcción de jerarquías. ....	153
8.5.2. Establecimiento de prioridades. ....	153
8.5.3. Consistencia lógica.....	163
8.6. Análisis de resultados.....	164

CAPÍTULO 9.....	165
9. RECOMENDACIONES DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE ALCANTARILLADO PLUVIAL Y SANITARIO .....	165
9.1. Recomendaciones de operación y mantenimiento .....	165
9.2. Inicio de la actividad .....	166
9.3. Mantenimiento de los sistemas de alcantarillado .....	166
9.3.1. Inspección de pozos de revisión y colectores .....	166
9.3.1.1. Entrada a pozos de revisión.....	166
9.3.1.2. Comprobaciones de alineación de colectores .....	168
9.3.2. Limpieza de colectores.....	170
9.4. Costos de operación y mantenimiento .....	174
CAPÍTULO 10.....	176
10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	176
10.1 Conclusiones: .....	176
10.2 Recomendaciones.....	177
BIBLIOGRAFÍA.....	178
ANEXOS.....	181

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 Ubicación del proyecto .....	7
Figura 1.2 Imagen satelital.....	8
Figura 1.3 Ubicación del Barrio 4 de Octubre .....	8
Figura 1.4 Tipo de vivienda .....	9
Figura 1.5 Av. Arcenio Calle, Quebrada Quimi respectivamente .....	10
Figura 1.6 Isoyetas del Cantón Sucúa .....	11
Figura 1.7 Precipitaciones medias anuales máximas en 24hrs para el área de estudio.....	12
Figura 1.8 Información de Red de agua en las comunidades.....	14
Figura 1.9 Información de la cobertura de Agua Potable del Cantón Sucúa .....	15
Figura 1.10 Planta de tratamiento de Agua de Sucúa .....	16
Figura 1.11 Porcentaje de viviendas con/sin servicio eléctrico en el Cantón Sucúa .....	17
Figura 1.12 Dotación de equipamiento de Salud .....	21
Figura 1.13 Cantidad de establecimiento por Parroquia año 2014 .....	22
Figura 2.1 Realización de encuesta socioeconómica al Barrio 4 de Octubre .....	24
Figura 3.1 Áreas de aportación o drenaje.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Figura 3.2 Alineamiento horizontal del eje de la vía. ....	57
Figura 5.1 Mapa de la red de estaciones meteorológicas del Ecuador.....	78
Figura 5.2 Áreas tributarias.....	81
Figura 5.3 Curvas Intensidad – Duración - Frecuencia.....	85
Figura 5.4 Sumideros de cuneta sin depresión .....	88
Figura 5.5 Sumidero de cuneta con desarenador.....	89
Figura 8.1 Construcción de jerarquías. ....	133

Figura 8.2 Importancia de los criterios. ....	138
Figura 9.1 Catastro Barrio 4 de Octubre. ....	165
Figura 9.2 Mantenimiento y equipo de pozos de revisión ....	168
Figura 9.3 Alineación de colectores.....	169
Figura 9.4 Problemas en pozo de revisión .....	170
Figura 9.5 Limpieza de tramos iniciales de colectores .....	171
Figura 9.6 Extracción de lodos, sedimentos y objetos adversos .....	172
Figura 9.7 Herramienta para limpiar taponamientos.....	173
Figura 9.8 Eliminación del taponamiento en la tubería .....	173
Gráfico 2.1 Tenencia de vivienda .....	25
Gráfico 2.2 Material predominante .....	26
Gráfico 2.3 Familias que poseen agua potable.....	27
Gráfico 2.4 Familias con energía eléctrica.....	28
Gráfico 2.5 Viviendas que cuentan con pozo séptico .....	29
Gráfico 2.6 Almacenamiento del Agua Potable.....	30
Gráfico 2.7 Resultado de la calidad de Agua.....	31
Gráfico 2.8 Tratamiento antes de ser consumida .....	32
Gráfico 2.9 Interés del Alcantarillado.....	33
Gráfico 2.10 Resultado de la disposición de pago .....	34
Gráfico 2.11 Resultados de enfermedades del agua.....	35
Gráfico 2.12 Resultados de la participación en el proyecto.....	36
Gráfico 2.13 Aportes para el proyecto .....	38
Gráfico 2.14 Eliminación de basura.....	39

Gráfico 2.15 Frecuencia de eliminación de basura ..... 40

**LISTA DE TABLAS**

Tabla 1-1 Precipitaciones anuales máximas en 24hrs de la estación Puyo.....	12
Tabla 1-2 Datos Climatológicos Estación Puyo-M008 serie 2001-2012.....	13
Tabla 1-3 Red de agua de las comunidades .....	14
Tabla 1-4 Cobertura de Agua Potable en el Cantón Sucúa año 2014. ....	15
Tabla 1-5 Categorización y porcentaje de la tarifa promedio mensual.....	19
Tabla 1-6 Equipamiento saneamiento ambiental .....	19
Tabla 1-7 Acceso a las viviendas del Cantón Sucúa.....	22
Tabla 2-1 Tenencia de vivienda .....	25
Tabla 2-2 Material de la vivienda .....	26
Tabla 2-3 Servicio de agua potable .....	27
Tabla 2-4 Energía eléctrica .....	28
Tabla 2-5 Disponibilidad de pozo séptico.....	29
Tabla 2-6 Almacenamiento de Agua Potable.....	30
Tabla 2-7 Calidad de Agua Potable .....	31
Tabla 2-8 Tratamiento del Agua Potable .....	32
Tabla 2-9 Familias interesadas en el alcantarillado .....	33
Tabla 2-10 Disposición de pago por el servicio de alcantarillado .....	34
Tabla 2-11 Causa enfermedades el agua que consume .....	35
Tabla 2-12 Participación en el proyecto de alcantarillado .....	36
Tabla 2-13 Como participará en la ejecución del proyecto.....	37
Tabla 2-14 Eliminación de basura.....	38
Tabla 2-15 Frecuencia de eliminación de basura.....	40

Tabla 3-1 Pozos existentes en la Avenida 2000.....	44
Tabla 3-2 Características del colector principal AV. 2000.....	44
Tabla 3-3 Características del colector del proyecto .....	45
Tabla 3-4 Periodos de diseño recomendados .....	48
Tabla 3-5 Proyección de la población del Barrio 4 de Octubre. ....	51
Tabla 3-6 Clasificación Funcional de las Vías en base al TPDAd .....	54
Tabla 3-7 Velocidades de diseño (Km/h).....	55
Tabla 3-8 Relación de la velocidad de operación con la velocidad de diseño para carreteras de dos carriles .....	56
Tabla 3-9 Valores de las gradientes máximas (%).....	59
Tabla 3-10 Ancho de la capa de rodadura.....	61
Tabla 3-11 Taludes recomendados para terrenos planos .....	63
Tabla 4-1 Aporte de infiltración.....	66
Tabla 4-2 Velocidades máximas a tubo lleno y coeficientes de rugosidad recomendados.....	68
Tabla 4-3 Diámetros recomendados de pozos de revisión.....	71
Tabla 4-4 Coeficientes de rugosidad para la fórmula de Manning .....	72
Tabla 4-5 Diseño Alcantarillado Sanitario PVC .....	73
Tabla 4-6 Diseño de Alcantarillado Sanitario Hormigón Simple .....	75
Tabla 5-1 Valores del coeficiente de escurrimiento.....	82
Tabla 5-2 Precipitaciones máximas 2001-2012 en 24hrs. (mm) correspondientes a la estación Puyo. ....	84
Tabla 5-3 Tabla de intensidad - Tiempo de duración - Periodo de retorno .....	84
Tabla 5-4 Frecuencia de diseño en tuberías del alcantarillado pluvial. ....	85

Tabla 5-5 Constante de la velocidad superficial en la ecuación del SCS .....	87
Tabla 5-6 Características para la tubería de sumideros.....	88
Tabla 5-7 Diseño hidráulico de alcantarillado pluvial PVC .....	93
Tabla 5-8 Diseño hidráulico de alcantarillado pluvial Hormigón Simple .....	94
Tabla 6-1 Presupuestos Totales.....	95
Tabla 8-1 Escala de Saaty .....	139
Tabla 8-2 Índice promedio de consistencia aleatorio (IR) .....	140
Tabla 9-1 Instrumentos de seguridad para el personal.....	174
Tabla 9-2 Presupuesto referencial al mantenimiento de pozos y red de alcantarillado sanitario y pluvial .....	174
Tabla 9-3 Análisis de precio unitario .....	174
Tabla 9-4 Tarifa mensual per-cápita y por vivienda catastral, del mantenimiento de alcantarillado sanitario y pluvial.....	175

## RESUMEN

En el presente proyecto de alcantarillado separado (pluvial y sanitario) se contempló la selección de la mejor alternativa de construcción con tubería PVC u Hormigón Simple, además el análisis del tipo de sistema entre combinado y separado para su implementación en el Barrio 4 de Octubre del Cantón de Sucúa, de la Provincia de Morona Santiago.

Para el proyecto se realizó el diseño geométrico vial que permite la selección de la mejor alternativa para la construcción del sistema de alcantarillado y el análisis de costos utilizando tubería de PVC y Hormigón Simple.

Las aguas provenientes del alcantarillado sanitario descarga al colector existente que conduce hasta la planta de tratamiento de aguas residuales que está en fase de construcción. Para las aguas provenientes del sistema pluvial se aprovechó la quebrada Quimi, para las descargas, optimizando las inversiones y evitando impactos mayores.

Utilizando el método de análisis multicriterial propuesto por Thomas L. Saaty se analizaron los criterios; económico, ambiental; social y técnico; y, se determinó la mejor alternativa de tubería (PVC, Hormigón Simple) y tipo de sistema para la implementación del alcantarillado.

Del análisis de resultados, la mejor alternativa para la construcción del sistema es con tubería de PVC en comparación con la tubería de Hormigón Simple, con un grado de prioridad de 75.35% y 24.65% respectivamente. Además, se verificó que el tipo de sistema debe ser separado dado que su prioridad es del 53.71% frente a un 46.29% para alcantarillado combinado.

**PALABRAS CLAVES: ANÁLISIS MULTICRITERIAL, ALCANTARILLADO SEPARADO, ALCANTARILLADO COMBINADO.**

## ABSTRACT

In the present separate sewerage project (sanitary and rainwater), the selection of the best construction alternative with PVC and Single Concrete pipes was contemplated, as well as the analysis of the type of system between combined and separate for its implementation in the Barrio 4 de Octubre del Cantón de Sucúa, of the Province of Morona Santiago.

For the project, the geometric design of the road that allows the selection of the best alternative for the construction of the sewer system and cost analysis using PVC and Single Concrete pipe was made.

The waters from the sanitary sewer discharge the existing collector that leads to the wastewater treatment plant that is in the construction phase. For the waters coming from the pluvial system, the Quimi creek was used for discharges, optimizing investments and avoiding major impacts.

Using the multicriterial analysis method proposed by Thomas L. Saaty, the criteria were analyzed; economic, environmental; social and technical; and, the best alternative pipe (PVC, Single Concrete) and type of system for the implementation of the sewer system was determined.

From the analysis of results, the best alternative for the construction of the system is with PVC pipe in comparison with the Single Concrete pipe, with a degree of priority of 75.35% and 24.65% respectively. In addition, it was verified that the type of system must be separated since its priority is 53.71% compared to 46.29% for combined sewerage.

**KEY WORDS: MULTICRITERIAL ANALYSIS, SEPARATE SEWERAGE, COMBINED SEWERAGE.**

## CAPÍTULO 1

### 1.1. INTRODUCCIÓN.

No hay personas en el mundo, que no tengan el derecho a tener un adecuado saneamiento ya que este representa un grave problema de salud pública así como una afectación al ambiente, como dijo William C. Clark. *“Si mañana por la mañana pudieses hacer agua limpia para el mundo, habrías hecho lo mejor que puedes hacer para mejorar la salud humana y la calidad medioambiental.”* Con la finalidad de que la población cuente con los servicios básicos en el Cantón Sucúa, específicamente el barrio 4 de Octubre, se ha establecido la necesidad de implementar un sistema de alcantarillado sanitario y pluvial, que permita la mejora de la calidad de vida de la población asentada en este barrio urbano.

El presente proyecto está encaminado a la investigación aplicada, se enmarca en el análisis multicriterial para la determinación de la mejor alternativa con relación a los factores: económico, ambiental, social y técnico que tendría el proyecto de alcantarillado separado con tuberías de PVC y Hormigón Simple, verificando también, que el tipo de sistema elegido se presente como la mejor alternativa.

Considerando que una de las principales fuentes de contaminación hídrica son las descargas domésticas, el saneamiento básico permite alternativas muy variadas para mitigar estos impactos, dentro de su campo de estudio podemos identificar el problema, así como la solución del mismo a partir de un adecuado manejo y disposición de las excretas.

El estudio y diseño del sistema de alcantarillado sanitario y pluvial se realiza buscando el máximo beneficio para los pobladores como para las instituciones relacionadas con este proyecto. Para ello es necesario contar con el diseño geométrico vial para que el diseño del

alcantarillado se ajuste a la planificación dando como resultado la solución más eficiente a las necesidades de la zona.

Por otro lado es imprescindible que el proyecto sea conocido y aceptado por los usuarios de tal forma que no se genere conflictos en su implementación, administración, operación y mantenimiento.

Para el estudio del sistema de alcantarillado, se empezará con un análisis de la etapa actual, una compilación de las Normas Ecuatorianas para poder proceder a los diseños requeridos por el Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Sucúa bajo el concepto del análisis multicriterial, para la selección de la mejor alternativa.

Del estudio realizado se conoce que en el Cantón Sucúa no existe un saneamiento integral, ya que por el momento las descargas de las aguas servidas se hacen directamente al río Tutanangoza que posee capacidad de carga suficiente, la planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR), está en proceso de construcción. Con el sistema de alcantarillado sanitario propuesto las aguas servidas del Barrio 4 de Octubre se conectarán al colector principal existente ubicado en la Avenida 2000 para que después sea conducida hacia la PTAR, mientras que las aguas pluviales se depositaran en la quebrada Quimi que atraviesa el barrio.

## **1.2. OBJETIVO GENERAL, ESPECIFICO Y ALCANCE**

### **1.2.1. OBJETIVO GENERAL**

Formular el proyecto de alcantarillado pluvial y sanitario para el Barrio 4 de Octubre del Cantón Sucúa, considerando un análisis multicriterial para la priorización de la mejor alternativa en la selección del tipo de material: hormigón o PVC.

### **1.2.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Estudios de población y caudales.

- Emplazamiento geométrico vial.
- Diseñar el sistema de alcantarillado pluvial y sanitario.
- Elaboración de la ficha ambiental para el proyecto.
- Comparar los sistemas de alcantarillado mediante el análisis multicriterial para la selección de la mejor alternativa con tuberías de PVC u Hormigón Simple, además comprobar que el tipo de sistema elegido se presenta como la mejor alternativa.

### **1.2.3. ALCANCE**

El factor económico juega un papel importante en toda obra de ingeniería sea esta de gran magnitud u obra pequeña, es ahí donde actúan de forma directa profesionales para dar soluciones económicamente viables, el alcantarillado es una obra que beneficia a los moradores si se busca la mejor inversión posible, la mejor relación costo beneficio para determinar un costo per cápita y tener una idea de cuánto pagarían los beneficiarios por la infraestructura.

Para el sistema de alcantarillado separado se utilizarán las normas vigentes con lo cual se seleccionarán parámetros de rugosidad para las distintas tuberías del proyecto. Se realiza un análisis social y ambiental en la zona a fin de formular un proyecto que sea eficiente por tanto sostenible.

La presente investigación aplicada se enfoca en el análisis multicriterial, para la determinación de la mejor alternativa que tendrá el proyecto de alcantarillado separado con tuberías PVC y H°S.

Luego del proyecto se deberá realizar un cobro por el servicio del alcantarillado, este se realizará siguiendo el análisis ya establecido por el GAD municipal del cantón el cual es directamente proporcional al consumo de agua potable del predio que a su vez servirá para la fase de operación y mantenimiento.

### 1.3. METODOLOGÍA

En este caso se consideró que sea una investigación aplicada la cual propone seguir una serie de pasos para lograr el objetivo principal, teniendo en cuenta que para su realización se irá cumpliendo cada uno de sus objetivos específicos, para estos propósitos tomamos como referencia normas de diseño relacionados con el sistema de alcantarillado además la revisión de las normas vigentes: Código Ecuatoriano de la Construcción de Parte IX Obras Sanitarias CO 10.07 – 601. Y para el análisis multicriterial la revisión de la metodología propuesta por Thomas L. Saaty.

Utilizaremos el método de “Evaluación Multicriterial” que va más allá de una comparativa, es un enfoque integral de análisis que compara diferentes alternativas a partir de la combinación de un conjunto de criterios. Permite contrastar en un solo marco de análisis las diversas dimensiones que caracterizan a un problema complejo, esto es, un problema que incorpora diversos grados de precisión e incertidumbre en cuanto a sus características. Estos criterios reconocen múltiples escalas de medición en forma equivalente, de manera que ciertos valores sociales, ambientales, culturales u otros, que son inconmensurables en unidades monetarias, se incorporan al análisis en su propio lenguaje de valoración. (La Iniciativa Yasuní-ITT desde una perspectiva multicriterial, 2011, p.51). Para nuestro estudio de alcantarillado se consideró como criterios el aspecto económico, ambiental, social y técnico.

Para el presente proyecto se siguió la siguiente metodología:

1. Obtención de datos de campo

Topografía del lugar, el estudio se realizó con estación total: planimetría y nivelación.

Encuesta socioeconómica, se preparó un modelo de encuesta y se pretende trabajar con el 100% de la población existente en el barrio.

## 2. Emplazamiento geométrico vial

### Datos para el emplazamiento

Topografía

Clasificación nacional de la red vial

Velocidad de diseño de las vías

### Alineamiento horizontal

Radios mínimos, peraltes

Curva horizontal

### Alineamiento vertical

Tangente y curvas verticales

Partes de una curva vertical

### Secciones transversales

Veredas y parterre.

## 3. Diseño de alcantarillado sanitario, para esto se requieren los siguientes aspectos:

Caudal de aguas residuales, solo se tendrá aguas residuales domésticas ya que en la zona no existen proyectos relacionados con industrias, comercios e instituciones.

Caudal de infiltración

Otras especificaciones de diseño, como velocidad, esfuerzo cortante, diámetros mínimos, etc.

Análisis de población (encuesta socioeconómica)

## 4. Diseño de alcantarillado pluvial, incluye una serie de aspectos:

Descripción del sistema

Evaluación del caudal de diseño, pluviosidad

Normas de diseño para alcantarillado pluvial

Sumideros de aguas lluvias

5. Inversión en obras

Presupuesto del sistema de alcantarillado separado con tuberías de PVC

Presupuesto del sistema de alcantarillado combinado con tuberías de PVC

Presupuesto del sistema de alcantarillado separado con tuberías de Hormigón Simple

Presupuesto del sistema de alcantarillado combinado con tuberías de Hormigón simple

Costo de operación y mantenimiento

Análisis entre el sistema de alcantarillado pluvial y sanitario con tuberías de PVC y Hormigón Simple basándonos en el método multicriterial.

6. Recomendaciones para la operación y mantenimiento del sistema de alcantarillado pluvial y sanitario.

Categorización ambiental, se elaboró una ficha ambiental para el proyecto de alcantarillado del barrio.

#### **1.4. JUSTIFICACIÓN**

Este análisis del proyecto será de gran ayuda económica para la institución encargada de la ejecución de dichas obras sanitarias como es el GAD Municipal del Cantón Sucúa. La importancia de esta investigación radica en que el sector en estudio no cuenta con un sistema de alcantarillado, para lo cual se dará solución al problema teniendo en cuenta lo económico, social, técnico y ambiental, para mejorar la calidad de vida de todos los habitantes.

El proyecto se enfoca en la realización del saneamiento y drenaje de las aguas por medio de alcantarillado separado, la inadecuada disposición de excretas afecta tanto a la población como al ambiente y representa un problema de salud por la contaminación de los recursos hídricos y ambiente, ya que no se cuenta con la infraestructura.

## 1.5. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA POBLACIÓN

### 1.5.1. Aspectos Físicos

#### 1.5.1.1. Ubicación y localización

El Cantón Sucúa se encuentra al Sudeste de la Región Oriental, en la Provincia de Morona Santiago, ubicado entre los 02° 08' 35'' a los 02° 54' 45'' de latitud Sur y de los 77° 25' 45'' a los 77° 58' 20'' de longitud Oeste, con las siguientes delimitaciones naturales: Al Norte: Río Arapicos y Yawientza, al Sur la confluencia del Río Tutanangoza y Upano, al este por elevaciones montañosas que modifican el Valle, al Oeste con las estribaciones de la cordillera oriental de los Andes, las ciudades más cercanas son: a 18 Km. al Norte se encuentra la ciudad de Macas capital de la provincia, a 16 Km. hacia el Sur está ubicado el cantón Logroño.

Figura 1.1  
*Ubicación del proyecto*



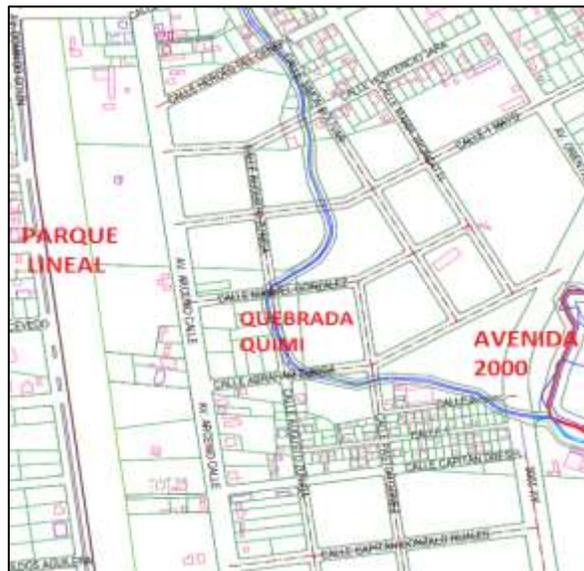
Fuente: Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Sucúa

Figura 1.2  
Imagen satelital del barrio 4 de Octubre



Fuente: Google Earth

Figura 1.3  
Ubicación del Barrio 4 de Octubre



Fuente: Plano Catastral otorgado GAD Sucúa

El barrio se encuentra localizada a 1.90 km desde el parque central bajando por la calle Domingo Comín, al Este del antiguo Aeropuerto, con las siguientes coordenadas geográficas, obtenidas de Google Earth, latitud  $2^{\circ}28'16.38''$  S y longitud  $78^{\circ}09'59.10''$  O, con una elevación de 818 m.s.n.m. El área aproximada del Barrio 4 de Octubre es de 16.183 ha, y se encuentra ubicado al Sur-Oeste del Cantón Sucúa, limita al Norte con el Barrio de los Artesanos, al Sur el Terreno de Sr. Roberto Calle, al Este con la Avenida 2000, al Oeste con el Aeropuerto que próximamente se convertirá en un parque lineal.

#### **1.5.1.2. Población actual**

Según el último censo de población y vivienda INEC-2010 La población actual del Cantón Sucúa es 18 318 hab., la parroquia Sucúa tiene 12 619 hab., donde se encuentra concentrada la mayor parte de la población, el barrio 4 de Octubre tiene 77 familias, donde después de las encuestas realizadas en el sector se obtuvo una densidad ocupacional de 4.4 habitantes/vivienda, dando como resultado una población actual o existente de 339 habitantes.

### ***1.5.1.3. Tipología de viviendas***

Según censo INEC-2010 Del total de viviendas el 69.46% son propias, por lo que el 30.54% de las viviendas existentes son arrendadas, prestadas, por servicio, etc.

En el barrio 4 de Octubre, se puede notar que mayoritariamente la vivienda es de tipo villa, lo cual nos indica que la vivienda nativa típica Shuar está perdiendo su importancia e identidad, por lo tanto dejando de lado lo cultural, y adoptando la tipología típica mestiza a su forma de vivienda; las chozas que son la vivienda típica shuar ha perdido la importancia inclusive en la parroquia Shuar Asunción donde también tiene un porcentaje inferior al de las casas o villas. (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Sucúa [GAD Sucúa], 2017)

Figura 1.4  
*Tipo de vivienda*



Fuente: Autor

### ***1.5.1.4. Orografía***

El sector donde se encuentra ubicado el barrio presenta una topografía plana con unas pendientes bajas tipo planicie, que oscilan entre 0.66% a 1.89 %. Al Este del barrio se encuentra la quebrada de nombre Quimi, en donde algunos ciudadanos le ocupan para evacuar sus aguas residuales, tiene una pendiente tipo escarpada.

Figura 1.5  
*Av. Arcenio Calle, Quebrada Quimi respectivamente*



Fuente: Autor

#### ***1.5.1.5. Clima***

Según el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Sucúa (PD y OT, 2012), menciona que debido a las características de relieve del territorio, se presenta una variabilidad en cuanto a la temperatura media anual que va desde los 4° C en la zona alta del parque nacional Sangay, hasta los 26 °C en la zona baja del Valle Oriental. Existe una gran variabilidad en la precipitación media anual que va desde los 1000-3000 mm.

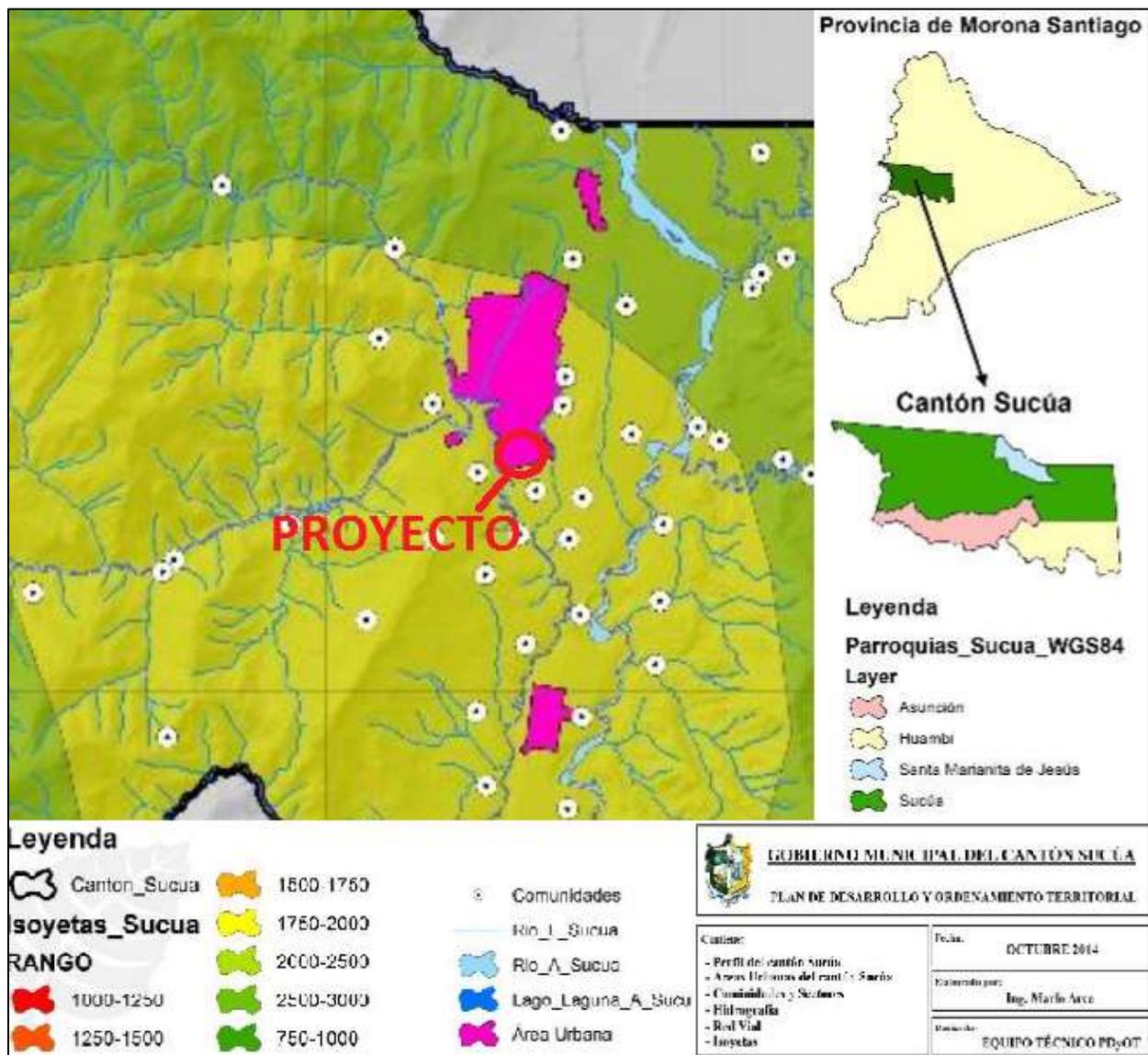
En general, se puede decir que en el cantón la precipitación media anual es de 1750 mm que es una de las características principales de la Amazonía, a más de la humedad con lluvias abundantes durante todo el año.

Los sectores donde se presenten los niveles pluviométricos más altos detectados [1750mm - 2000mm] y [2000mm - 2500mm] corresponden al suelo agrícola del cantón lo que constituye una ventaja puesto que contribuye a la producción agrícola.

Para el análisis de la precipitación que permita el diseño pluvial se tomó los datos de la estación Puyo M008, serie 2001-2012, basándonos que en la estación Macas no se encuentra

datos suficientes para hacer el análisis de la precipitación, escogiendo la estación Puyo la cual se encuentra en una zona que tiene características similares a la zona de estudio.

Figura 1.6  
Isoyetas del Cantón Sucúa



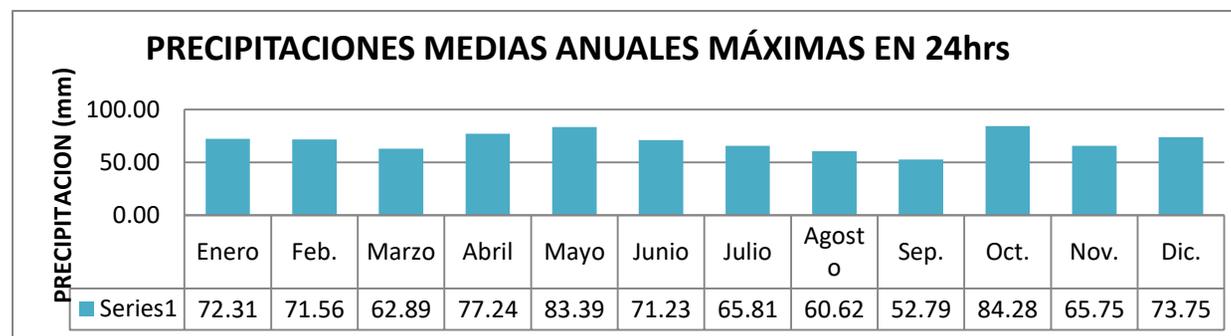
Fuente: PD y OT, 2012, p.48

Tabla 1-1  
Precipitaciones máximas anuales en 24hrs de la estación Puyo.

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
2001	59.1	93.1	31.5	44.1	77.9	83.8	90.2	68.3	58.9	133.6	29.7	57.0	827.2
2002	58.4	49.3	59.8	61.1	74.2	87.2	85.9	69.8	60.7	77.0	68.1	59.8	811.3
2003	127.3	105.1	82.9	116.3	80.7	78.5	44.1	57.8	57.5	83.7	68.7	92.1	994.7
2004	85.0	41.2	84.5	50.2	133.5	50.7	70.4	74.3	78.2	78.3	66.8	88.0	901.1
2005								33.1	55.8	58.6	98.0	92.1	337.6
2006	33.9	53.9	71.5	83.3	62.0	105.4	46.1	52.7	70.0	123.4	30.5	70.3	803.0
2007	46.1	49.4	81.9	82.8	80.6	82.3	42.8	49.7	22.7	80.6	66.7	102.5	788.1
2008	50.2	43.7	31.4	101.2	101.0	111.4	83.6	75.3	69.8	48.4	99.3	54.9	870.2
2009	138.3	50.2	36.4	104.4	53.8	57.8	72.0	63.1	59.2	143.1	47.2	73.6	899.1
2010	44.5	94.8	63.8	81.2	122.3	42.9	79.7	57.2	34.3	41.4	51.5	74.2	787.8
2011	90.6	134.7	85.0	48.2	74.8	34.6	58.1	48.5	33.3	62.4	91.3	58.6	820.1
2012	62.0	71.8	63.1	76.8	56.5	48.9	51.0	77.6	33.1	80.8	71.2	61.9	754.7
MAX	138.3	134.7	85.0	116.3	133.5	111.4	90.2	77.6	78.2	143.1	99.3	102.5	
Promedio	72.3	71.6	62.9	77.2	83.4	71.2	65.8	60.6	52.8	84.3	65.8	73.8	

Fuente: Anuarios Meteorológicos-Hidrológicos de INAMHI, Elaborado: Autor

Figura 1.7  
Precipitaciones medias anuales máximas en 24hrs para el área de estudio



Fuente: Anuarios Meteorológicos-Hidrológicos de INAMHI, Elaborado: Autor

### 1.5.1.5.1 Los Vientos

Normalmente recorren en la dirección “Norte” – “Este”, la velocidad promedio es de 2.73m/s y van en aumento a medida que se dirigen hacia el Sur en todo el año, alcanzando velocidades máximas de 3.4m/s en el mes de Diciembre. En los meses de febrero a septiembre la velocidad mínima es de 2.5m/s y en el mes de junio se registra la velocidad más baja cuyo valor es 2.1m/s.; la presencia de estos vientos calientes y húmedos contribuye para las precipitaciones. (PD y OT, 2012, p.49)

Tabla 1-2  
*Datos Climatológicos Estación Puyo-M008 serie 2001-2012*

<b>Tabla 1.2 Datos Climatológicos Estación Puyo-M008 serie 2001-2012</b>			
<b>MES</b>	<b>Velocidad Media (km/h)</b>	<b>Humedad Relativa (%)</b>	<b>Precipitaciones Max. 24h (mm)</b>
Enero	0.85	89.18	72.31
Febrero	0.82	89.27	71.56
Marzo	0.82	89.64	62.89
Abril	0.89	89.1	77.24
Mayo	0.91	89.4	83.39
Junio	0.89	89.82	71.23
Julio	0.81	88.64	65.81
Agosto	0.91	85.91	60.62
Septiembre	0.98	86.18	52.79
Octubre	1.02	87.09	84.28
Noviembre	1.03	88.36	65.75
Diciembre	0.89	89.45	73.75

Fuente: Anuarios Meteorológicos-Hidrológicos de INAMHI, Elaborado: Autor

### 1.5.1.6. Servicios públicos

En el Barrio 4 de Octubre cuenta con servicio de agua potable, luz eléctrica, recolección de basura, saneamiento ambiental, salud, educación y vías de comunicación. Por esta razón se vio la necesidad de que se gestione mediante el Municipio de Cantón Sucúa para la implementación del sistema de alcantarillado pluvial y sanitario.

### 1.5.1.6.1. Abastecimiento de Agua

#### Área rural

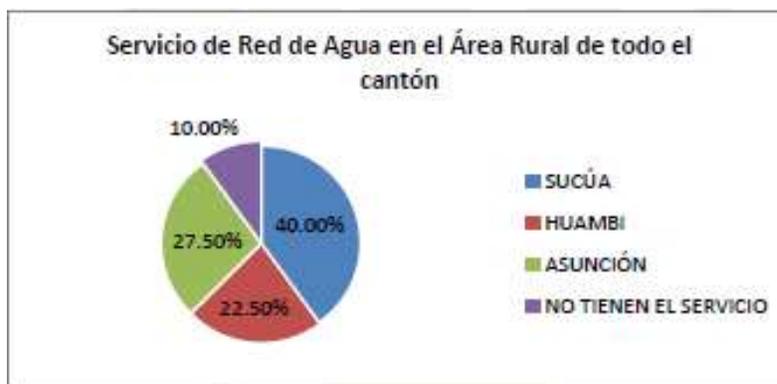
Tabla 1-3  
*Red de agua de las comunidades*

PARROQUIAS	COMUNIDADES	SI	NO	%
SUCUA	18	16	2	40.00
HUAMBI	9	9		22.50
ASUNCION	13	11	2	27.50
TOTAL	40	36	4	90.00
<b>COMUNIDADES</b>				

Fuente y Elaboración: Equipo Técnico GAD-Sucúa, PD y OT

Solamente el 10% de las comunidades no cuentan con el servicio de agua potable, el 90% disponen del servicio con un sistema propio de agua entubada, el cual se capta de vertientes y quebradas.

Figura 1.8  
*Información de Red de agua en las comunidades*



Fuente y Elaboración: Equipo Técnico GAD-Sucúa, PD y OT

#### Área urbana

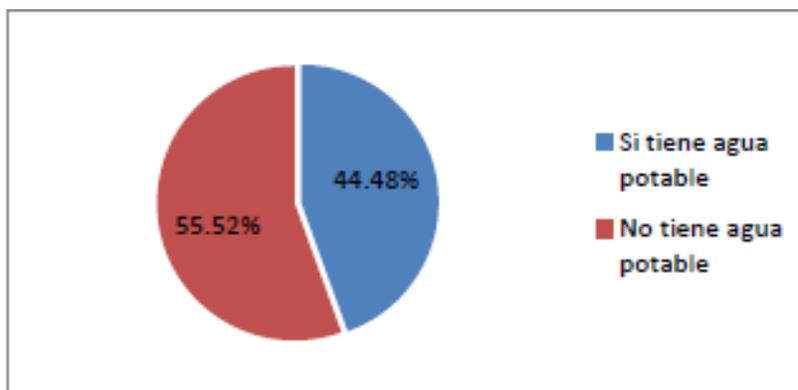
La cobertura de agua potable en el área urbana del cantón Sucúa, se determina según el número de viviendas catastradas dentro de las áreas urbanas de cada parroquia que conforman el cantón, como se detalla en el siguiente cuadro:

Tabla 1-4  
*Cobertura de Agua Potable en el Cantón Sucúa año 2014.*

PARROQUIAS	# Viviendas Catastradas	Si tiene Agua	#usuarios que tienen agua	No tienen Agua	#usuarios que no tienen agua
SUCUA	5196	44.13 %	2293	55.87 %	2903
HUAMBI	699	46.07 %	322	53.93 %	377
SANTA MARIANITA DE JESUS ASUNCION(no tiene agua potable)	296	43.24 %	128	56.76 %	168
<b>TOTAL</b>	<b>6191</b>	<b>44.48 %</b>	<b>2743</b>	<b>55.52 %</b>	<b>3448</b>

Fuente: GAD SUCÚA, Elaboración: Autor

Figura 1.9  
*Información de la cobertura de Agua Potable del Cantón Sucúa*



Fuente: Plano Base 2014 del Cantón Sucúa, Fuente y Elaboración: Equipo Técnico GAD-Sucúa, PD y OT

La cobertura del agua potable en el área urbana del cantón Sucúa es del 44.48% y falta por atender el 55.52%. Por lo tanto el área urbana del cantón Sucúa tiene 2743 usuarios y 3448 no cuentan con este servicio.

De acuerdo a la encuesta realizada en la zona del proyecto se tiene que de las 77 viviendas solamente un usuario no posee el servicio de agua potable.

La tarifa que se cobra en la ciudad de Sucúa por el servicio de agua potable es de alrededor de \$ 0.35 dólares por m<sup>3</sup>.

Según el PD y OT, 2012, el sistema de agua potable actual tiene 3 captaciones, siendo las fuentes de abastecimiento 2 quebradas y un río:

- Quebrada en propiedad "La Leticia",
- Quebrada sin nombre por el sector de "Delgado Córdova"
- Río Blanco

La red tiene una área de cobertura de aproximadamente 350 hectáreas, entre los barrios urbanos y suburbanos de la Ciudad de Sucúa.

La longitud total de la red de distribución es de aproximadamente 45 kilómetros, y 3000 acometidas domiciliarias registradas. La red de distribución está constituida con tubería PVC con diámetros que varían entre 40mm a 250mm. (PD y OT, 2012, p.349)

El Modelo de Gestión, se implementa como un sistema integral de los distintos niveles de gobiernos dentro del ámbito de sus competencias, entre estas la prestación de servicios; en la prestación de servicios de agua potable y alcantarillado, deben cumplir con todas las fases, mediante organismos municipales, mancomunidades, operadores privados, etc. (COOTAD).

Figura 1.10  
*Planta de tratamiento de Agua para consumo de Sucúa*



Fuente: PD y OT, 2012, p.348

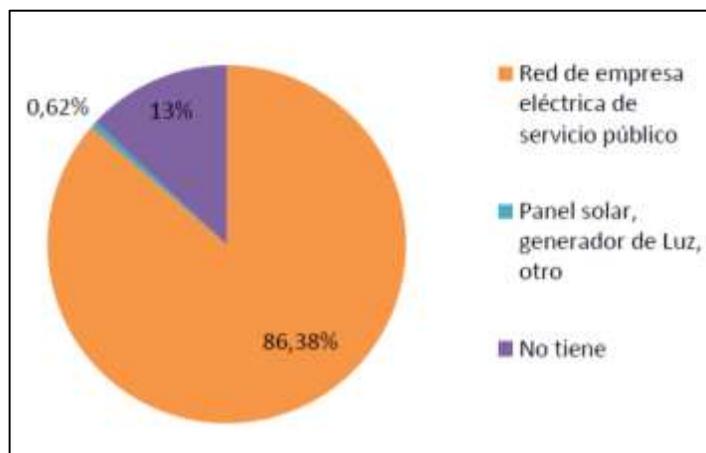
#### 1.5.1.6.2. Energía Eléctrica

El cantón Sucúa perteneciente a la Provincia de Morona Santiago, para la provisión del servicio de energía eléctrica pertenece al área de concesión de la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur C.A. (CENTROSUR).

De acuerdo a la información proporcionada por el Censo de Población y Vivienda efectuado por el Instituto Ecuatoriano de Estadísticas y Censos (INEC), dentro del territorio cantonal existen 4.177 viviendas de las cuales el 86.38% posee el servicio procedente de la red de empresa eléctrica de servicio público; un 0.62% obtiene la energía eléctrica de paneles solares, generadores o de algún otro modo; el restante 13% de los hogares no posee el servicio. (PD y OT, 2012, p.259)

La tarifa que se cobra en la Ciudad de Sucúa por el servicio de energía eléctrica es de alrededor de \$ 0.10 dólares por KWH.

Figura 1.11  
*Porcentaje de viviendas con/sin servicio eléctrico en el Cantón Sucúa*



Fuente: VII Censo de Población y VI Vivienda-INEC 2010, Elaboración: Equipo Técnico GAD-Sucúa, PD y OT.

#### *1.5.1.6.3. Recolección de basura*

En el cantón de Sucúa se ha implementado el plan de separación de los desechos, es así que los residuos son separados en orgánicos e inorgánicos, los cuales son llevados al Relleno Sanitario del Cantón ubicado en el sector Huambinimi en donde son procesados de manera separada.

La recolección de desechos ya separados se realizan tanto en áreas urbanas y rurales del cantón con un porcentaje de cobertura de recolección de desechos inorgánicos de un 80% en todo el cantón, la basura orgánica en las comunidades rurales de manera general es desechada a terrenos baldíos, es quemada, enterrada y algunos casos arrojada a quebradas y ríos, en las áreas urbanas se recolecta la basura inorgánica y orgánica.

Actualmente se realiza la recolección de basura en 36 comunidades del Cantón, y un 65% de las viviendas del Cantón cuentan con el servicio de recolección de basura, en lo que respecta al área urbana el 90% posee este servicio. Estos datos son proporcionados por la Dirección de Desarrollo Productivo y Gestión Ambiental del Gobierno Municipal del Cantón Sucúa, quienes son los responsables de la recolección de los residuos sólidos. (PD y OT, 2012, p.351)

Según el Art. 4 de la Ordenanza que regula la gestión integral de desechos orgánicos e inorgánicos en el cantón Sucúa: *“La administración municipal del cantón Sucúa, percibirá de los usuarios de este servicio, y de acuerdo con lo autorizado por la Ley, las tasas correspondientes y que cubrirán por lo menos el importe del Costo Total de Operación (CTO) de la gestión integral de desechos”.*

Por tanto el importe de la tasa será identificado con el sistema de costeo, y para efectos de elaboración, aplicación y cobro del nuevo plan tarifario se calculará en base a la categorización de la población de la Ciudad por consumo de agua, basado en el supuesto de que a mayor

consumo de agua mayor capacidad de generación de basura, la misma que se validará con información de consumo de energía eléctrica y datos de categorización socioeconómica.

Tabla 1-5  
*Categorización y porcentaje de la tarifa promedio mensual*

CATEGORIA	RANGO CONSUMO M3	COSTO ANUAL	TARIFA PROMEDIO MENSUAL
		NÚMERO USUARIO S	% SOBRE TARIFA PROMEDIO
A	<10	719	25%
B	10-24,99	839	40%
C	25-44,99	485	70%
D	45-69,99	131	125%
E	>70	87	135%
	TOTAL	2.261	

Fuentes: EPMAPAS

Se mantiene la información sobre consumo de agua y número de usuarios del año 2013, en caso de existir nuevos usuarios serán ubicados en las categorías que correspondan de acuerdo a su consumo.

La tarifa promedio mensual será calculada dividiendo el costo total anual del servicio de residuos sólidos del año anterior para el número de usuarios y luego para 12 meses, a la cual se aplicará el porcentaje aprobado para cada categoría.

A la tarifa calculada de esta manera se le aplicará un incremento anual del 15% que servirá para obtener en forma gradual la sostenibilidad del servicio de residuos sólidos.

#### *1.5.1.6.4. Saneamiento ambiental*

En el cantón Sucúa existen los siguientes equipamientos de saneamiento ambiental:

Tabla 1-6  
*Equipamiento saneamiento ambiental*

Parroquia	Sector	Equipamiento	Cobertura
Sucúa	Rural	Planta Agua Potable	Habitantes del área urbana de la parroquia Sucúa.

		Granja Municipal Relleno Sanitario	Habitantes de todo el cantón Sucúa. Habitantes del cantón que tienen cobertura de recolección de basura.
		Laguna de oxidación	Habitantes del área urbana de la parroquia Sucúa.
Huambi	Rural	Planta Agua Potable	Habitantes del área urbana de la parroquia Huambi.
		Laguna de oxidación	Habitantes del área urbana de la parroquia Huambi, que poseen el servicio de alcantarillado.
		Planta productora de Humus	Habitantes de todo el cantón Sucúa.
Santa Marianita	Rural	Planta Agua Potable	Habitantes área urbana de la parroquia Santa Marianita.

Fuente: Equipo Técnico – GAD Sucúa – PD y OT

En este punto cabe mencionar que la ciudad de Sucúa posee un relleno sanitario que actualmente satisface totalmente las necesidades poblacionales, ya que solo recibe residuos inorgánicos, los residuos orgánicos son llevados a la Planta Productora de Humus ubicada en la parroquia Huambi, en la actualidad se encuentra en proceso de reubicación debido a que está ubicado en una zona no apropiada, debido al crecimiento acelerado que ha sufrido el cantón Sucúa en los últimos años; en lo que se refiere a la planta de tratamiento de aguas residuales se encuentran en proceso de construcción dos plantas, una ubicada en el Barrio El Progreso y una en el Barrio Nazareno, mismas que abarcaran a toda la parroquia. (PD y OT, 2012, p.411)

#### *1.5.1.6.5. Salud*

Los establecimientos de salud son espacios de bienestar para el ciudadano y su familia, Sucúa en su área urbana cuenta con el equipamiento apropiado para atender a sus pobladores, no ocurriendo lo mismo en su área rural, donde existe una deficiente cobertura de servicio de establecimientos de salud. (PD y OT, 2012, p.383)

Figura 1.12  
Dotación de equipamiento de Salud



Fuente y Elaboración: Equipo Técnico – GAD – Sucúa PD y OT.

#### 1.5.1.6.6. Educación

De acuerdo al Sistema Integrado de Indicadores Sociales del Ecuador (SIISE) del 2010, el total nacional de la tasa de analfabetismo es del 6.8%; en el cantón Sucúa existen alrededor 600 personas que no saben leer ni escribir representando así una tasa cantonal de analfabetismo del 5.5%, por debajo de la media nacional. (PD y OT, 2012, p.114)

De acuerdo con la información brindada por el Distrito Educativo, en el Cantón existen 51 establecimiento educativos, de los cuales el 61% se encuentra en la Parroquia Sucúa, el 20% en Asunción, el 16% en Huambi y el restante 2% en la Parroquia de Santa Marianita de Jesús. (PD y OT, 2012, p.125)

Figura 1.13  
Cantidad de establecimiento por Parroquia año 2014



Fuente: Distrito Educativo Logroño Sucúa14D03, Elaboración: Equipo Técnico GAD-Sucúa, PD y OT.

#### 1.5.1.6.7. Vías de comunicación

El Cantón Sucúa se encuentra al Norte a 18 km de la capital provincial Macas y al Sur a 21Km el Cantón Logroño, puntos de desarrollo de la provincia.

El Cantón Sucúa cuenta con una red vial adecuada que permite dinamizar su crecimiento y desarrollo. La vía Estatal (E45), que va de Norte a sur pasando por las cabeceras parroquiales de Huambi, Sucúa y Santa Marianita de Jesús, hace que los tiempos de destino se acorten en el traslado de productos agrícolas, en la ganadería y el turismo.

Las vías colectoras a la E45 son de asfalto, lastre o tierra, que se encuentran en un buen estado, no obstante las carreteras que comunican a las comunidades y sectores se encuentran en un estado regular por la falta de mantenimiento. (PD y OT, 2012, p.30)

Tabla 1-7  
Acceso a las viviendas del Cantón Sucúa

Vía de acceso principal a la vivienda Asunción	Sucúa	Huambi	Marianita	Asunción
Calle o carretera adoquinada, pavimentada o de concreto	27.56%	31.55%	49.18%	0.64%

Calle o carretera empedrada	11.80%	8.80%	12.64%	4.46%
Calle o carretera lastrada o de tierra	51.24%	43.78%	21.70%	43.52%
Camino, sendero, chaquiñán	8.90%	15.57%	16.21%	51.17%
Río/mar/lago	0.20%	0.21%	0.27%	0.21%
Otro	0.30%	0.11%	-----	-----

Fuente: VII Censo de Población y VI Vivienda-INEC 2010, Elaboración: Equipo Técnico GAD-Sucúa, PD y OT

De manera general, aproximadamente un 95% de comunidades del cantón tienen vías de acceso a la vivienda.

## CAPÍTULO 2

### 2. ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS

Primero se realizó la recolección de datos en el campo mediante un modelo de encuesta socioeconómica, para poder determinar la necesidad de las personas involucradas.

Encuesta socioeconómica realizada al Barrio 4 de Octubre los días 4 y 5 de abril del 2017 a una muestra de 43 personas una de cada familia de un total de 77, correspondientes a cada vivienda. Encuesta realizada con la finalidad de obtención de datos sociales, económicos, etc. Los cuáles serán de gran importancia para la elaboración del proyecto motivo de la presente tesis, luego de la tabulación podremos conocer las necesidades reales de la zona en estudio.

A continuación se muestra los resultados de las encuestas, preguntas realizadas a los habitantes del Barrio, obteniendo los siguientes resultados:

Figura 2.1  
*Encuesta socioeconómica al Barrio 4 de Octubre*



Fuente: Autor

**Pregunta:****¿Cuál es la tenencia de la vivienda?**

Tabla 2-1  
*Tenencia de vivienda*

	Frecuencia	Porcentaje
Propia	33	76.74%
Alquilada	10	23.26%
Total	43	100.00%

Fuente: Encuesta Socioeconómica, Elaborado: Autor

Gráfico 2.1  
*Tenencia de vivienda*



Fuente: Encuesta Socioeconómica, Elaborado: Autor

**Interpretación de resultados:**

Los resultados de esta pregunta determinan que el 77% de las casas son propias, y un 23% de las viviendas son arrendadas o alquiladas. Por lo tanto se concluye que la mayor parte de los habitantes tienen casa propia. El tiempo en el cual viven en la casa en promedio es de 7.8 años.

**Pregunta:**

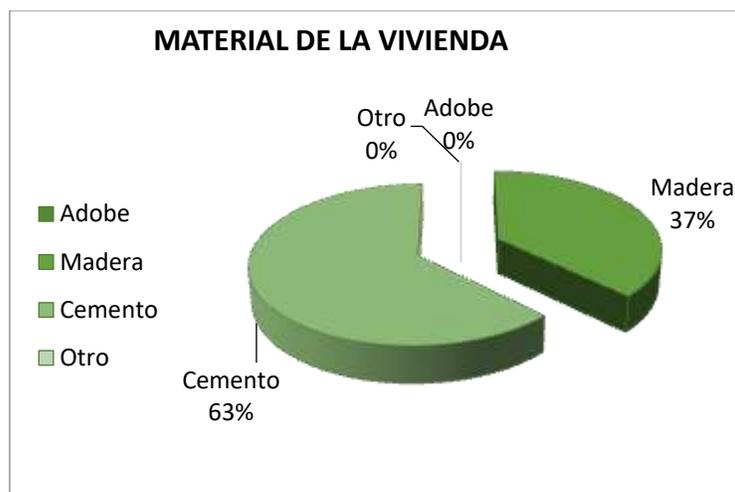
## ¿Qué material es predominante en la vivienda?

Tabla 2-2  
*Material de la vivienda*

	Frecuencia	Porcentaje
Adobe	0	0.00%
Madera	16	37.21%
Cemento	27	62.79%
Otro	0	0.00%
Total	43	100.00%

Fuente: Encuesta Socioeconómica, Elaborado: Autor

Gráfico 2.2  
*Material predominante*



Fuente: Encuesta Socioeconómica, Elaborado: Autor

### Interpretación de resultados:

Entre la población encuestada se encontró que el 63% de las casas son de cemento, seguido de un 37% de madera. Esto se hizo a visualización del encuestador.

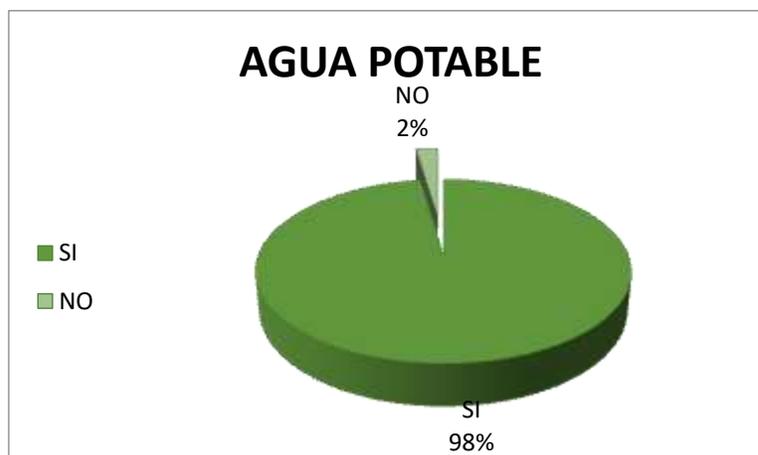
**Pregunta:****¿Usted posee agua potable?**

Tabla 2-3  
*Servicio de agua potable*

	Frecuencia	Porcentaje	Costo mensual promedio
SI	42	97.67%	\$ 11.00
NO	1	2.33%	\$ -
Total	43	100.00%	

Fuente: Encuesta Socioeconómica, Elaborado: Autor

Gráfico 2.3  
*Familias que poseen agua potable*



Fuente: Encuesta Socioeconómica, Elaborado: Autor

**Interpretación de resultados:**

De los resultados de la pregunta, se observa que el 98% de las personas encuestadas cuentan con agua potable y el 2% no cuenta con este servicio, se entiende que la mayor parte de la población cuenta con el servicio de agua potable, lo que nos da por concluir que el barrio 4 de Octubre, tiene la necesidad de un saneamiento adecuado.

Se obtiene un promedio, de cuánto pagan por el servicio de agua potable es 11 dólares mensuales.

Se preguntó a los encuestados, cual es la presión del agua con la que llega a la vivienda, lo que supieron contestar que un 15% llega una presión alta, el 75% de los encuestados dijeron que la presión en su vivienda es suficiente, y el 10% restante contestaron que la presión en su vivienda es baja.

**Pregunta:**

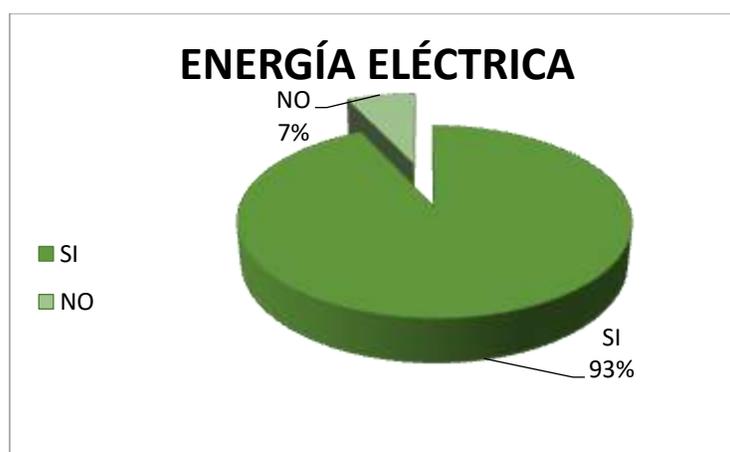
**¿Cuenta usted con energía eléctrica?**

Tabla 2-4  
*Energía eléctrica*

	Frecuencia	Porcentaje	Mensual promedio
SI	40	93.02%	\$ 17.00
NO	3	6.98%	\$ -
Total	43	100.00%	

Fuente: Encuesta Socioeconómica, Elaborado: Autor

Gráfico 2.4  
*Familias con energía eléctrica*



Fuente: Encuesta Socioeconómica, Elaborado: Autor

### Interpretación de resultados:

Se preguntó a los encuestados acerca de que si poseen energía eléctrica, a lo que el 93% contestaron que si cuentan con el servicio de energía eléctrica, y el 7% restantes dijo que no contaban con el servicio de energía eléctrica en su vivienda.

El pago mensual promedio por el servicio de energía eléctrica es de 17 dólares.

### Pregunta:

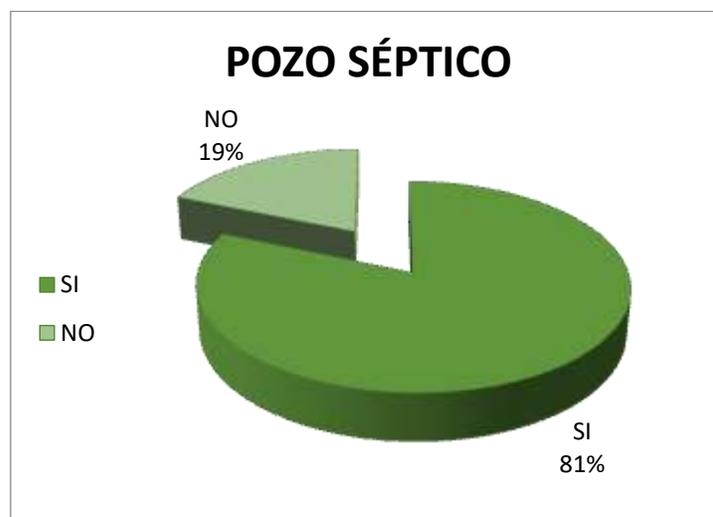
#### ¿Cuenta usted con pozo séptico?

Tabla 2-5  
*Disponibilidad de pozo séptico*

	Frecuencia	Porcentaje
SI	35	81.40%
NO	8	18.60%
Total	43	100.00%

Fuente: Encuesta Socioeconómica, Elaborado: Autor

Gráfico 2.5  
*Viviendas que cuentan con pozo séptico*



Fuente: Encuesta Socioeconómica, Elaborado: Autor

### Interpretación de resultados:

Se presenta que un 81% de los encuestados posee pozo séptico para el saneamiento de la vivienda, el 19% restante dijo que no poseen pozo séptico y utilizan un medio alternativo para desechar sus aguas una de ellas es directamente a la quebrada Quimi.

### Pregunta:

#### ¿Almacena agua potable para el consumo de su familia?

Tabla 2-6  
*Almacenamiento de Agua Potable*

	Frecuencia	Porcentaje
SI	6	13.95%
NO	37	86.05%
Total	43	100.00%

Fuente: Encuesta Socioeconómica, Elaborado: Autor

Gráfico 2.6  
*Almacenamiento del Agua Potable*



Fuente: Encuesta Socioeconómica, Elaborado: Autor

Interpretación de resultados:

En cuanto al almacenamiento de agua para el consumo humano se obtuvo que el 86% no la almacena, y el 14% de alguna forma almacena agua para el consumo.

**Pregunta:**

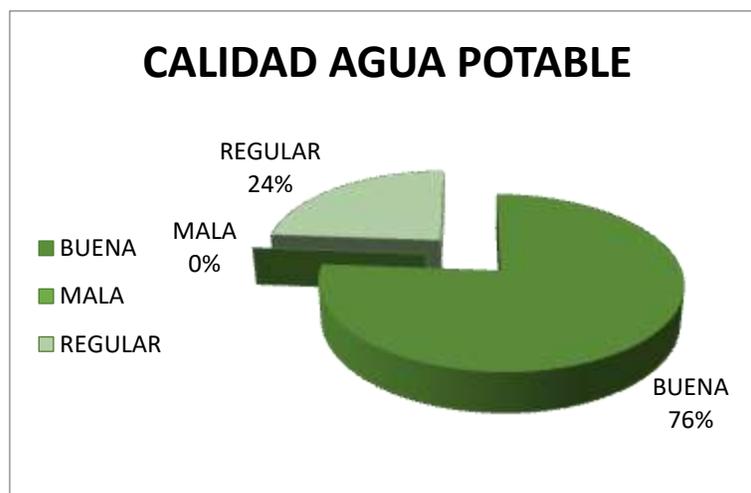
**¿La calidad del agua potable es?**

Tabla 2-7  
*Calidad de Agua Potable*

	Frecuencia	Porcentaje
BUENA	32	76.19%
MALA	0	0.00%
REGULAR	10	23.81%
Total	42	100.00%

Fuente: Encuesta Socioeconómica, Elaborado: Autor

Gráfico 2.7  
*Resultado de la calidad de Agua*



Fuente: Encuesta Socioeconómica, Elaborado: Autor

Interpretación de resultados:

La calidad del agua es de vital importancia en una comunidad es así que en el sector en estudio el 76% considera que el agua potable es de buena calidad, un 24% considera que la calidad es regular y ninguna persona considera que la calidad del agua es mala. Con esta interpretación se puede decir que el agua potable que llega a los hogares es relativamente buena.

**Pregunta:**

**¿El agua potable antes de ser consumida le da algún tipo de tratamiento?**

Tabla 2-8  
*Tratamiento del Agua Potable*

	Frecuencia	Porcentaje
NINGUNO	20	47.62%
HIERVE	21	50.00%
COLORO	0	0.00%
OTRO	1	2.38%
Total	42	100.00%

Fuente: Encuesta Socioeconómica, Elaborado: Autor

Gráfico 2.8  
*Tratamiento antes de ser consumida*



Fuente: Encuesta Socioeconómica, Elaborado: Autor

### Interpretación de resultados:

En cuanto al tratamiento que se le da al agua potable que llega a los hogares antes de ser consumida el agua es hervida por el 50% de los encuestados, un 48% no le da ningún tipo de tratamiento y un 2% utiliza un método alternativo de tratamiento antes de consumirla. Se concluye que alrededor del 48% de los usuarios confían en la potabilización del agua y 52% tiene un cierto grado de desconfianza al consumirla.

### Pregunta:

#### ¿Estaría interesado en contar con alcantarillado?

Tabla 2-9  
*Familias interesadas en el alcantarillado*

	Frecuencia	Porcentaje
SI	41	97.62%
NO	1	2.38%
Total	42	100.00%

Fuente: Encuesta Socioeconómica, Elaborado: Autor

Gráfico 2.9  
*Interés del Alcantarillado*



Fuente: Encuesta Socioeconómica, Elaborado: Autor

### Interpretación de resultados:

En cuanto por el interés del alcantarillado en el Barrio 4 de Octubre, se puede observar que el 98% si está interesado en contar con este servicio, y el 2% restante no quiere este servicio de alcantarillado. En cuanto este 2% manifiesta que se siente bien con lo que ellos tienen y no tienen la necesidad de utilizar este servicio.

Se hizo una pregunta seguida a esta que dice, si usted cuenta con servicio de desagüe o alcantarillado, a lo que el 100 % de los encuestados contestaron que no cuentan con este servicio.

### Pregunta:

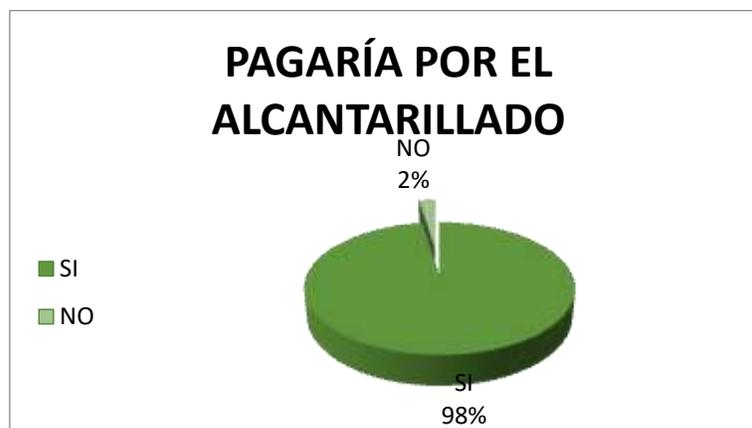
#### ¿Usted pagaría por el servicio de alcantarillado?

Tabla 2-10  
*Disposición de pago por el servicio de alcantarillado*

	Frecuencia	Porcentaje
SI	41	97.62%
NO	1	2.38%
Total	42	100.00%

Fuente: Encuesta Socioeconómica, Elaborado: Autor

Gráfico 2.10  
*Resultado de la disposición de pago*



Fuente: Encuesta Socioeconómica, Elaborado: Autor

Interpretación de resultados:

El 98% expresa que si estaría dispuesto a pagar por el alcantarillado, por otro lado el 2% se opone al pago del alcantarillado, aludiendo que debería ser gratis, lo que hace pensar que desconocen del tema.

**Pregunta:**

**¿Cree usted que el agua que consume puede causar enfermedades?**

Tabla 2-11  
*Causa enfermedades el agua que consume*

	Frecuencia	Porcentaje
SI	27	62.79%
NO	16	37.21%
Total	43	100.00%

Fuente: Encuesta Socioeconómica, Elaborado: Autor

Gráfico 2.11  
*Resultados de enfermedades del agua*



Fuente: Encuesta Socioeconómica, Elaborado: Autor

### Interpretación de resultados:

De la población encuestada se observa que un 63% cree que el agua que consume puede causar enfermedades y un 37% cree que el agua no causaría enfermedad alguna. Con estos datos nos damos cuenta que la mayoría de los pobladores tienen desconfianza con el agua que llega a sus hogares y por lo tanto evitarían consumirla o le darían algún tipo de tratamiento.

### Pregunta:

**¿Participaría en la ejecución de un proyecto para mejorar y/o ampliar el servicio de agua potable y desagüe?**

Tabla 2-12  
*Participación en el proyecto de alcantarillado*

	Frecuencia	Porcentaje
SI	41	95.35%
NO	2	4.65%
Total	43	100.00%

Fuente: Encuesta Socioeconómica, Elaborado: Autor

Gráfico 2.12  
*Resultados de la participación en el proyecto*



Fuente: Encuesta Socioeconómica, Elaborado: Autor

### Interpretación de resultados:

Los proyectos en los barrios o ciudades son de gran importancia es así que en la encuesta realizada se obtuvo que un 95% de los encuestados estaría dispuesto a participar en la ejecución de algún proyecto para mejorar y/o ampliar el servicio de agua potable y desagüe por otro lado tan solo un 5% no participaría. Con esto se concluye que al realizar algún proyecto en beneficio de la comunidad casi en su totalidad la población apoyaría de alguna u otra forma y se podrá llevar a cabo sin problemas.

### Pregunta:

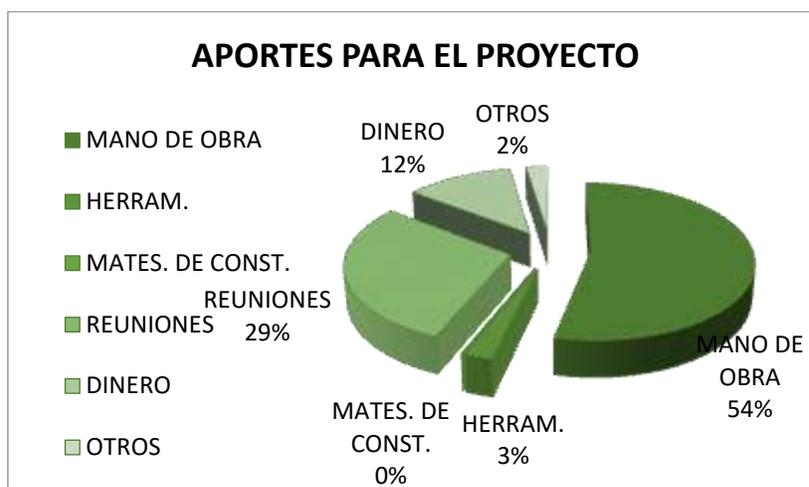
**¿Cómo participaría en la ejecución del proyecto para mejorar y/o ampliar el servicio de agua potable y desagüe?**

Tabla 2-13  
*Como participará en la ejecución del proyecto*

	Frecuencia	Porcentaje
MANO DE OBRA	22	53.66%
HERRAM.	1	2.44%
MATES. DE CONST.	0	0.00%
REUNIONES	12	29.27%
DINERO	5	12.20%
OTROS	1	2.44%
Total	41	100.00%

Fuente: Encuesta Socioeconómica, Elaborado: Autor

Gráfico 2.13  
Aportes para el proyecto



Fuente: Encuesta Socioeconómica, Elaborado: Autor

#### Interpretación de resultados

En cuanto a la participación un 54% participará con mano de obra, un 29% participaría solo en reuniones, un 12% está dispuesto a dar dinero como aporte, un 3% con herramientas, un 0% con materiales de construcción y un 2% participará de forma distinta a las antes mencionadas. Con esto se evidencia que la mayoría de personas prefiere participar con mano de obra siendo este resultado el más común en los barrios y comunidades.

#### Pregunta:

#### ¿Cómo se elimina la basura en su vivienda?

Tabla 2-14  
Eliminación de basura

	Frecuencia	Porcentaje
RECOLECTOR MUNICIPAL	39	90.70%
ENTERRADO	0	0.00%
EN BOTADERO	0	0.00%

QUEMADO	1	2.33%
OTRO	3	6.98%
Total	43	100.00%

Fuente: Encuesta Socioeconómica, Elaborado: Autor

Gráfico 2.14  
*Eliminación de basura*



Fuente: Encuesta Socioeconómica, Elaborado: Autor

#### Interpretación de resultados:

En la encuesta realizada tenemos que un 91% de la muestra utiliza el servicio de recolección municipal para eliminar la basura, un 2% quema la basura, ninguna de las personas entierra o la deposita en botaderos, y un 7% utiliza otra forma alternativa para eliminar la basura de su vivienda. Es evidente que en su gran mayoría las personas del barrio utilizan el servicio de recolección municipal.

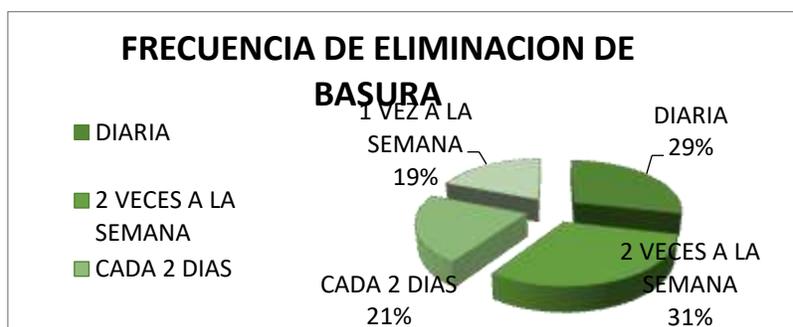
**Pregunta:****¿Con qué frecuencia se elimina la basura en su vivienda?**

Tabla 2-15  
*Frecuencia de eliminación de basura*

	Frecuencia	Porcentaje
DIARIA	12	28.57%
2 VECES A LA SEMANA	13	30.95%
CADA 2 DIAS	9	21.43%
1 VEZ A LA SEMANA	8	19.05%
Total	42	100.00%

Fuente: Encuesta Socioeconómica, Elaborado: Autor

Gráfico 2.15  
*Frecuencia de eliminación de basura*



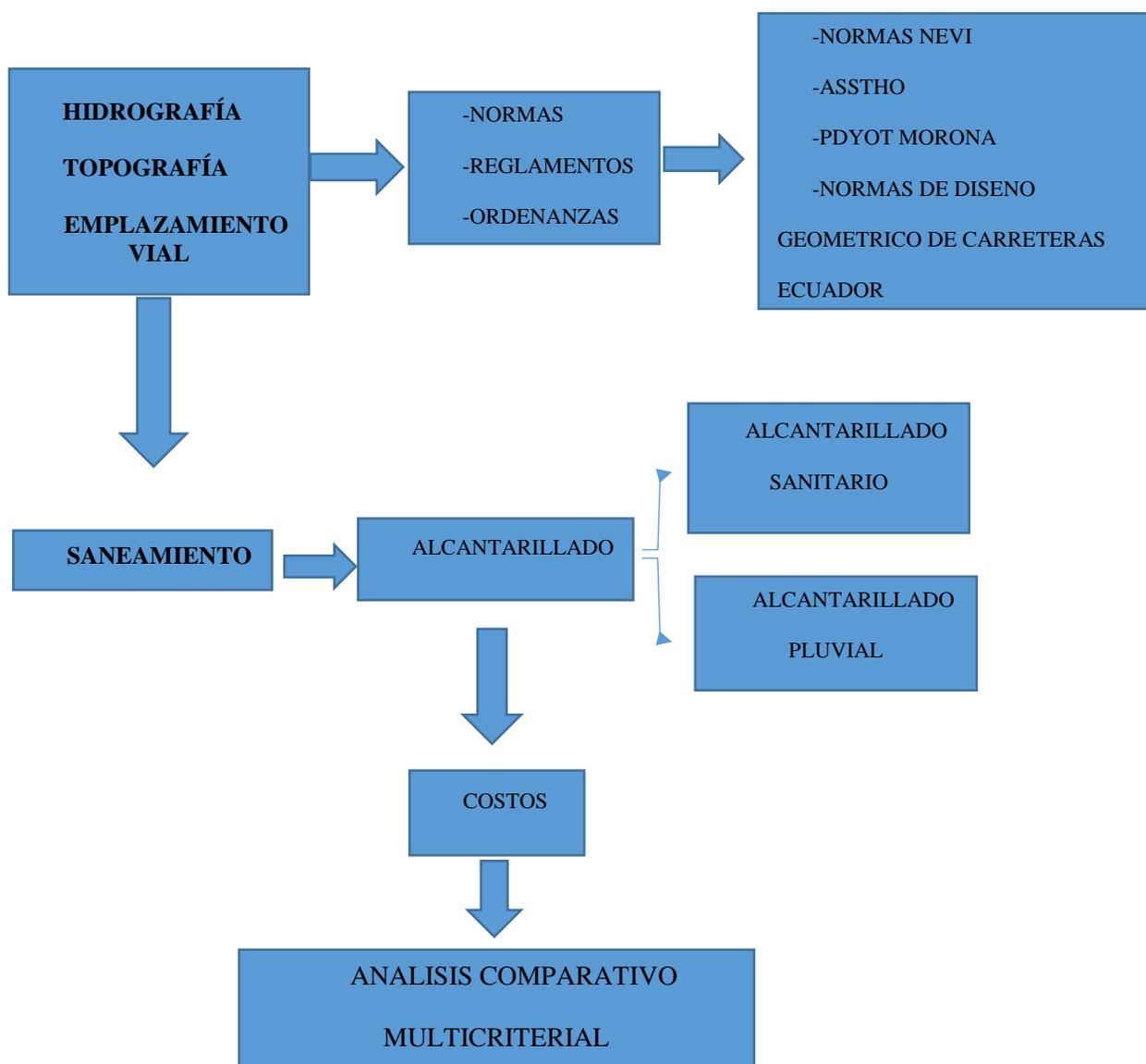
Fuente: Encuesta Socioeconómica, Elaborado: Autor

**Interpretación de datos:**

En cuanto a la frecuencia de eliminación de basura en las viviendas se tiene que un 31% elimina 2 veces a la semana, un 29% diariamente, un 21% cada 2 días y un 19% una vez a la semana. Con estos resultados nos damos cuenta que la frecuencia de eliminación de la basura de las viviendas es variada debido a la generación de la misma que está directamente relacionada con el número de habitantes en cada vivienda.



## CAPÍTULO 3

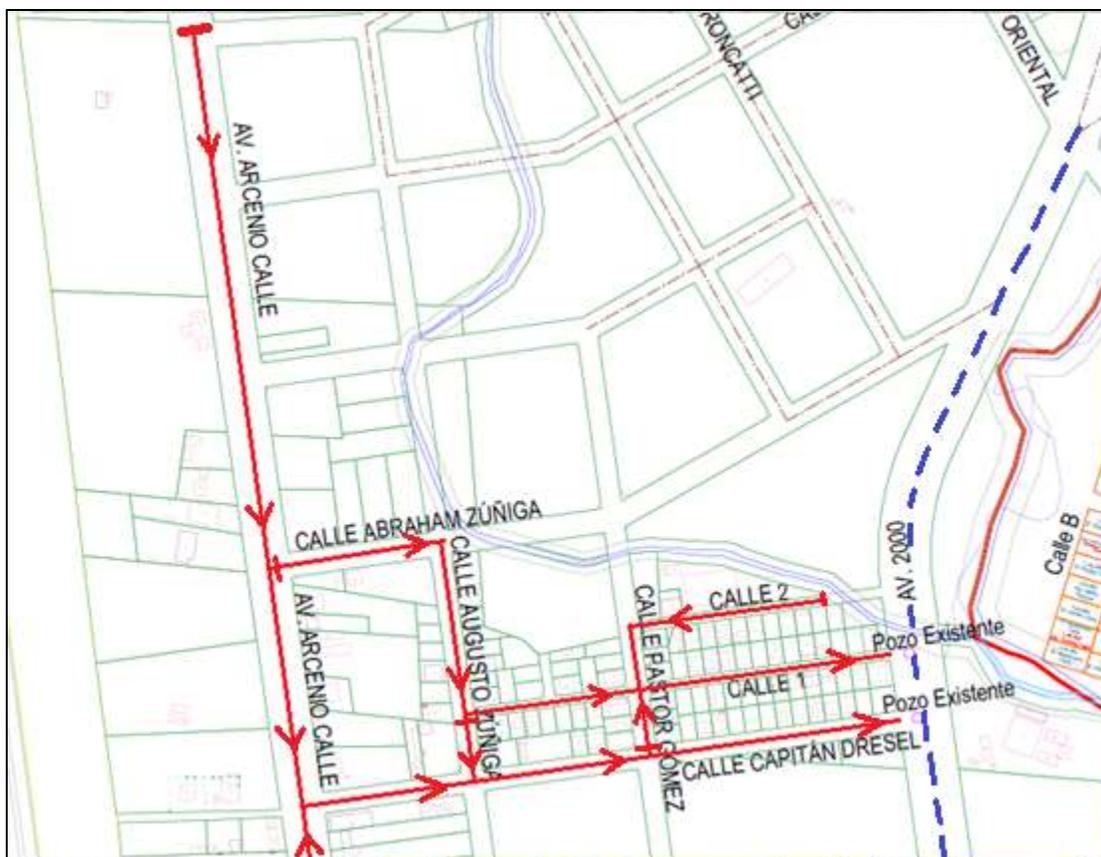
**3. CONDICIONES GENERALES PARA EL DISEÑO DEL ALCANTARILLADO  
SANITARIO Y PLUVIAL****3.1. Concepción técnica del sistema de alcantarillado pluvial y sanitario**

### 3.1.1. Descripción de la concepción del sistema de alcantarillado.

Proyecto integral de alcantarillado separado “pluvial y sanitario”, a partir del diseño geométrico vial, evaluación del impacto ambiental (ficha ambiental SUIA) y finalmente un análisis comparativo multicriterial para la selección de la mejor alternativa de alcantarillado con tuberías de PVC y Hormigón.

El área del proyecto es de aproximadamente 16.183 ha constituido por las calles Arcenio Calle, Abraham Zúñiga, Augusto Zúñiga, Capitán Dresel, calle 1, calle 2 y la calle Pastor Gómez, las cuales engloban una longitud de 1827m.

Figura 3.1  
Esquema de las calles del proyecto del barrio



Fuente: Plano catastral GAD Sucúa, Elaborado: Autor

Actualmente el Cantón Sucúa cuenta con colectores de alcantarillado, además de una planta de tratamiento que se encuentra en etapa de construcción, ubicada al Sur de la ciudad en el sector Huambinimi.

Para el emplazamiento geométrico vial, se siguió las normativas y el plan de ordenamiento territorial, además la ubicación de sumideros.

El sistema de alcantarillado sanitario funciona a gravedad por las pendientes del sector (no es necesario utilizar bombeo), recolecta todos los aportes domiciliarios los cuales posteriormente se conectarán a los pozos existentes del colector principal de la Avenida 2000 y a su vez las aguas serán transportadas hasta la planta de tratamiento de aguas residuales.

Descripción de pozos existentes en la Avenida 2000:

Tabla 3-1  
*Pozos existentes en la Avenida 2000.*

DESCRIPCION	COTA TAPA(m)	SALIDA(m)	PROFUNDIDAD(m)
POZO EXISTENTE 1	813.36	809.98	3.38
POZO EXISTENTE 2	814.54	809.71	4.83

Fuente: Plano catastral GAD Sucúa. Elaborado: Autor

Descripción del colector principal de la Avenida 2000:

Tabla 3-2  
*Características del colector principal AV. 2000.*

Colector Principal (Av. 2000)		
Díámetro	315	mm
Capacidad máxima	124.93	lts/s
85 %		

Fuente: Proyecto de Ecuador estratégico. Elaborado: Autor

Características del colector del proyecto de alcantarillado:

Tabla 3-3  
*Características del colector del proyecto*

Colector Secundario (proyecto)		
Caudal de proyecto	29.40	lts/s
Diámetro	250.00	mm

Fuente: Diseño sanitario Barrio 4 de Octubre. Elaborado: Autor

El colector principal (Av. 2000) tiene una capacidad máxima de transporte al 85% de 124,93 lts/s y se prevé que abarque todas las zonas aledañas a este colector incluyendo al proyecto del Barrio 4 de Octubre.

Alcantarillado pluvial, tiene como finalidad conducir y evacuar las aguas provenientes de la lluvia evitando daños en las estructuras seguidas de pérdidas económicas. Una de las finalidades del proyecto es abaratar los costos es por eso que se aprovechará la existencia de la quebrada Quimi para las descargas.

En cuanto a las zonas cercanas al proyecto, el saneamiento y evacuación de las aguas correspondientes a la parte Norte se prevé que serán conducidas hacia la Av. 2000 donde se encuentra el colector principal, en la parte Sur por su pendiente las aguas no afectarán a la zona del proyecto, al Este se encuentra la Av. 2000 con el colector principal que recolectara todas las descargas, y al Oeste se encuentra el antiguo Aeropuerto próximamente parque lineal en el cual se tiene un área consolidada que no afectara el diseño de nuestro proyecto.

Análisis comparativo multicriterial, integran valores sociales, ambientales, culturales y otros propios de la zona los cuales son inconmensurables en unidades monetarias. Se tendrá en cuenta el costo total del proyecto con tuberías de PVC vs hormigón simple, para su evaluación siguiendo el método multicriterial.

La Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR), ubicada en el sector Huambinimi recibirá el aporte del colector principal, misma que será construida en dos etapas, la primera etapa para un caudal de 5349 m<sup>3</sup>/día consta de dos lagunas anaerobias con una capacidad de 1575 m<sup>3</sup> cada una y dos lagunas facultativas con una capacidad de 3675 m<sup>3</sup> cada una y para la segunda etapa un caudal de 7075 m<sup>3</sup>/día se adicionara una laguna anaerobia y una facultativa con las mismas características, el detalle y plano de la planta se encuentra en la parte de anexos.

### **3.2. Estudios previos para el diseño del alcantarillado.**

Comenzamos con el reconocimiento del terreno en estudio, para posterior analizar la mejor opción para el trazado, cabe recalcar que el levantamiento topográfico fue otorgado por el Gobierno Autónomo Descentralizado de Cantón Sucúa, Departamento de Obras Públicas.

#### ***3.2.1. Levantamiento topográfico***

Este es el punto de partida e indispensable para el comienzo de proyectos de ingeniería, para trazar un plano (mapa) que ayude a la organización de la información del proyecto, donde se puede localizar o señalar puntos necesarios que sirvan para el diseño y emplazamiento. Por otra parte, permite realizar los cálculos, y los diseños del sistema de alcantarillado sanitario y pluvial. Para el levantamiento topográfico se ha utilizado estación total.

#### ***3.2.2. Levantamiento planimétrico***

El levantamiento planimétrico detalla las partes fundamentales del terreno en un plano horizontal, omitiendo su relieve, para proyectar sobre una referencia horizontal el terreno mediante coordenadas (x, y), detallando los puntos más importantes, obteniéndose de esta manera un plano en planta de la zona del proyecto.

### 3.2.3. Levantamiento altimétrico (nivelación de ejes)

La altimetría es una parte de la topografía, la que se encarga de determinar las cotas del terreno de cada punto respecto a un plano de referencia, utilizando métodos y técnicas para representar los relieves de este (planos de curvas de nivel, perfiles, etc.)

La altimetría del lugar de estudio muestra pendientes muy bajas, estamos hablando de no mayores al 2%. Se encuentran con marcas de referencia mismas que utilizarán para replantear y comprobar dichas alturas.

### 3.2.4. Trabajo de gabinete

Se basa en el trabajo de oficina, donde se emplea conocimientos teóricos, normas para realizar los cálculos, diseños y elaborar los planos, a partir de datos adquiridos en el campo.

## 3.3. Periodo de diseño

Se conoce por periodo de diseño para un sistema de alcantarillado sanitario al número de años durante el cual la obra presta un servicio eficiente, y que permite precisar el tamaño del proyecto de acuerdo a la población a ser contemplada.

Los factores que influyen para la elección del periodo de diseño son: vida útil de la estructura, ampliaciones futuras, cambio en el desarrollo económico y social. Los periodos más utilizados o típicos oscilan entre los 10 a 30 años.

A continuación se presenta la fórmula para determinar el periodo óptimo de diseño:

$$X = \frac{2.6 * (1 - a)^{1.12}}{R} \quad (3.1)$$

En donde:

X = periodo óptimo de diseño;

a = factor de economía de escala;

R = tasa de actualización. (Tasa referencial Banco Central del Ecuador: 8.17)

A falta de información, plenamente justificada, se podrían utilizar los siguientes factores de economía de escala, en función del caudal.

Colectores = 0,43

Estaciones de bombeo = 0,75

Plantas de tratamiento secundario = 0,88

$$X = \frac{2.6 * (1 - 0.43)^{1.12}}{8.17/100} = 17 \text{ años} \quad (3.2)$$

Tabla 3-4  
*Periodos de diseño recomendados*

COMPONENTES		VIDA UTIL (años)
Pozos de H S		10 A 25
Conducciones	Hierro Dúctil	40 A 50
	PVC o AC	20 A 30
Planta de tratamiento		20 A 30

Fuente: Normas INEN.

Para el presente proyecto, considerando la formula nos da un periodo de diseño de 17 años y poniendo en consideración la tabla 3.4, podemos asumir un periodo de diseño de 20 años.

### 3.4. Áreas de Aportación

Para definir en área de aportación del alcantarillado sanitario y pluvial, tendremos áreas tributarias en función de la topografía, considerando aspectos urbanísticos definidos en el plan regulador. El área de aportación para el proyecto es de 16.183ha.

Figura 3.2  
Áreas de aportación o drenaje



Fuente: Plano catastral GAD Sucúa, Elaborado: Autor

### 3.5. Población futura

De acuerdo al Código Ecuatoriano Parte IX de Obras Sanitarias, podemos tomar los criterios para el diseño de sistemas de agua potable, que realiza proyecciones de crecimiento utilizando 3 métodos como: método aritmético, geométrico, incrementos diferenciales, comparativos, etc., para establecer comparaciones que permita tomar la mejor decisión.

Se debe considerar para la proyección de la población futura algunos aspectos tales como; económicos, políticos y sociales, que vayan a influir en movimientos demográficos.

### 3.5.1. Método aritmético

Consiste en considerar que el crecimiento de una población es constante, es decir asimilable a una línea recta y que responde a la ecuación:

$$Pf = Pa * (1 + r * n) \quad (3.3)$$

Dónde:

Pf = Población futura.

Pa = Población actual.

n = Período de diseño.

r = Índice de crecimiento.

### 3.5.2. Método geométrico

Este método supone que el aumento de la población se produce en forma análoga al aumento de una cantidad colocada al interés compuesto, el gráfico producido está representado por una curva semilogarítmica.

$$Pf = Pa * (1 + r)^n \quad (3.4)$$

Dónde:

Pf = Población futura.

Pa = Población actual.

r = Índice anual de crecimiento.

n = periodo de diseño

### 3.5.3. Método de Wappaus

Está en función del período de diseño y la tasa de crecimiento anual.

$$Pf = Pa \left( \frac{200 + r(n)}{200 - r(n)} \right) \quad (3.5)$$

Dónde:

Pf = Población futura.

Pa = Población actual.

r = Tasa de crecimiento poblacional.

n = Período de diseño.

Según la tasa de crecimiento demográfico sacados de la tablas de Excel del INEC del año 2001-2010 es de 2.57%, se tomara esta tasa de crecimiento para los cálculos de la población futura con los tres métodos antes mencionados.

Calculo de la Población futura

Tabla 3-5  
*Proyección de la población del Barrio 4 de Octubre.*

Pa (hab)	339	Método	Método	Método de Wappaus
r (%)	2.57	Aritmético	Geométrico	
Año		$Pf=Pa*(1+r*n)$	$Pf=Pa*(1+r)^n$	$Pf=Pa((200+r*n)/(200-r*n))$
2017		339	339	339
2018		348	348	339
2019		357	357	339
2020		366	366	339
2021		375	375	339
2022		385	385	339
2023		395	395	340
2024		405	405	340
2025		415	415	340

---

2026	426	426	340
2027	437	437	340
2028	448	448	340
2029	460	460	340
2030	471	471	340
2031	484	484	340
2032	496	496	340
2033	509	509	340
2034	522	522	340
2035	535	535	341
2036	549	549	341
2037	563	563	341

---

Fuente: Autor

Tomamos el método geométrico porque este supone el crecimiento de la comunidad es en todo instante proporcional a su población.

$$Pf = 563 \text{ hab}$$

También se puede estimar la población futura si consideramos el total de predios correspondientes al barrio y la densidad ocupacional, esto es para una población saturada que lo consideramos por ser un barrio del sector urbano.

Numero de predios = 148

Densidad ocupacional = 4.4 hab/vivienda.

$$Pf = 148 * 4.4$$

$$Pf = 652 \text{ habitantes}$$

Se asumirá el valor de **652 hab** de población saturada para los diseños.

### **3.6. EMPLAZAMIENTO GEOMETRICO VIAL.**

Para el emplazamiento geométrico de las vías se ha tomado en cuenta las normas que rigen los diseños y los aspectos relacionados con la Planificación Vial existente (Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Sucúa, PD y OT).

#### ***3.6.1. Datos para el emplazamiento geométrico vial.***

Para el emplazamiento o diseño según la norma ecuatoriana vial NEVI-12 MTOP (2013) se tendrá en cuenta los siguientes aspectos:

- Las características del terreno, como a) la topografía o conformación de la superficie terrestre; b) las características físicas y geológicas, y c) los usos del terreno en el área que atraviesa la vía.
- El volumen del tránsito y la velocidad de diseño, así como las características de los vehículos y de los usuarios que van a utilizar la vía determinan el tipo y jerarquía funcional de ésta, es decir, que controlan el diseño geométrico así como la dotación del equipamiento de seguridad de tránsito.

#### ***3.6.2. Topografía***

*“La topografía es un factor principal de la localización física de la vía, pues afecta su alineamiento horizontal, sus pendientes, sus distancias de visibilidad y sus secciones transversales”.* (NEVI-12, 2013) (p.49)

El área donde se realiza el estudio es una zona casi plana contando con pendientes relativamente bajas que oscilan entre 0.66% a 1.89%, lo cual facilita el proyecto en su diseño geométrico además el movimiento de tierras (corte y relleno) será menor, abaratando costos en los rubros.

### 3.6.3 Clasificación nacional de la vía

La zona del proyecto está constituida por dos tipos de vías urbanas, la avenida Arcenio Calle que recolecta el tráfico de la zona urbana y las vías Abraham Zúñiga, Augusto Zúñiga, Capitán Dresel, calle 1, calle 2 y la calle Pastor Gómez, que reciben el tráfico doméstico de la población.

Tabla 3-6  
*Clasificación Funcional de las Vías en base al TPDA<sub>d</sub>*

Descripción	Clasificación Funcional	Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA <sub>d</sub> ) al año horizonte	
		Límite Inferior	Límite Superior
Autopista	AP2	80000	120000
	AP1	50000	80000
Autovía o Carretera Multicarril	AV2	26000	50000
	AV1	8000	26000
Carretera de 2 carriles	C1	1000	8000
	C2	500	1000
	C3	0	500

Fuente: Norma Ecuatoriana Vial, NEVI – 12, Tomo 2A, 2013, p. 64, Elaborado por: Norma Ecuatoriana Vial, NEVI – 12, Tomo 2A, 2013, p. 64

Para el diseño geométrico vial del proyecto se eligió C2 carretera de 2 carriles (NEVI-12, 2013), para C2 se tendrá una velocidad de proyecto de 50km/h por estar ubicado en la zona urbana del Cantón Sucúa.

C2 = Equivale a carretera convencional básica y camino básico

### 3.6.4. Velocidades

#### 3.6.4.1. Velocidad de diseño

*“Es la velocidad que se escoge para diseñar los elementos de la vía que influyen en la operación de los vehículos. Esta es la máxima velocidad segura en un trayecto de vía donde las demás condiciones son tan buenas que predominan las características físicas de la misma”*

(CHOCONTA, 2004). (p, 50)

De acuerdo a la topografía del terreno se tiene 4 grupos los cuales influyen en la velocidad de diseño:

- Terreno llano/plano
- Terreno ondulado
- Terreno montañoso
- Terreno escarpado

La velocidad de diseño está directamente relacionada con el alineamiento horizontal y alineamiento vertical, con esta característica se parte el diseño.

Los cambios en la velocidad de diseño se deben principalmente a la topografía del terreno (pendientes) estos cambios no deben ser bruscos y repentinos para los tramos, es por eso, que se lo debe realizar en una distancia lo suficientemente adecuada para que el conductor pueda gradualmente cambiar la velocidad hasta llegar al próximo tramo.

Según la Norma Ecuatoriana Vial (NEVI-12, 2013)“... muy pocos conductores viajan a más de 110 kph o a menos de 40 kph, las velocidades para diseño se pueden escoger dentro de ese intervalo, y los valores más utilizados son 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 110 y 120 kph.” (p, 56)

Según el MTOP las velocidades de diseño están en función de la topografía del terreno, tipo de vía y de su capacidad. En el siguiente cuadro se presentan las velocidades de diseño.

Tabla 3-7  
*Velocidades de diseño (Km/h)*

<b>TIPO DE VIA</b>	<b>VELOCIDAD (Km/h)</b>
Camino Agrícola o Forestal	40
Camino Básico	60
Carretera Convencional Básica	80
Carretera de Mediana Capacidad	100
Vías de alta Capacidad Interurbana	120
Vías de alta Capacidad Urbana o Periurbana	100

Fuente: Norma Ecuatoriana Vial, NEVI – 12, Tomo 2A, p, 65, 66, 67 y 68, Elaborado por: Autor

Teniendo en cuenta que la zona del proyecto se encuentra en el área urbana del Cantón Sucúa donde se restringe la velocidad y se aplican las normas propias del municipio; además la importancia de las vías, los volúmenes de tránsito, la topografía del terreno, la disponibilidad de recursos económicos y las facilidades de financiamiento, se optará por una velocidad de diseño de **50 km/h**.

#### 3.6.4.2. Velocidad de circulación

*“La velocidad de operación o de circulación es la velocidad de un vehículo en un tramo específico de la carretera; su valor se obtiene dividiendo la distancia recorrida por el tiempo en el que el vehículo se mueve para recorrer el tramo.”* (Norma Ecuatoriana Vial, NEVI – 12, Tomo 2A, p, 56.)

En la tabla 3-8 se observa las velocidades de circulación de vehículos, para nuestro proyecto optaremos 47 km/h con un volumen bajo de tránsito.

Tabla 3-8  
*Relación de la velocidad de operación con la velocidad de diseño para carreteras de dos carriles*

Velocidad de diseño km/h	Velocidad de operación promedio km/h volumen de tránsito		
	bajo	medio	alto
40	38	35	33
<b>50</b>	<b>47</b>	<b>42</b>	<b>40</b>
60	56	52	45
70	63	60	55
80	72	65	60
100	88	75	-
120	105	85	-

Fuente: Norma Ecuatoriana Vial, NEVI – 12, Elaborado por: Norma Ecuatoriana Vial, NEVI – 12, Tomo 2A, p, 57.

### 3.6.5. Alineamiento horizontal

El alineamiento horizontal es la proyección del eje de la vía sobre un plano horizontal, constituido por rectas y curvas horizontales. Las características principales de las rectas son la longitud y su dirección, y para las curvas horizontales es su curvatura y longitud.

El alineamiento horizontal está en función de:

- Topografía del terreno
- Condiciones de drenaje
- Hidrología del terreno
- Características técnicas de la rasante
- Existencia de materiales

Figura 3.1  
*Alineamiento horizontal del eje de la vía.*



Fuente: Google Maps, Elaborado por: Autor

*“El eje está constituido por partes rectas llamadas tangentes y enlazadas entre sí por medio de curvas circulares. El punto de intersección de la prolongación de dos tangentes consecutiva*

se lo llama *PI* y el ángulo de deflexión formado por la prolongación de una tangente y la siguiente se lo denomina “ $\alpha$ ” (alfa)” (CHOCONTA, 2004). (p, 71).

#### *3.6.5.1. Radios mínimos, peralte, sobre-ancho y bombeos*

Nuestro proyecto cuenta con tramos rectos por lo tanto para el alineamiento horizontal no se tendrá mayor dificultad, se descartarán varios factores como son los radios mínimos de giro, el peralte y el sobre-ancho en las curvas.

#### *3.6.5.2. Bombeo*

Según las normas de diseño geométrico de carreteras (2003) “Se denomina bombeo a la pendiente transversal que se proporciona a la corona de la carretera para permitir que el agua que cae directamente, sobre esta, escurra hacia sus espaldones. En las carreteras de dos carriles de circulación y en secciones en tangente es común que el bombeo de la capa de rodadura sea del 2% de pendiente y en los espaldones sea del 4%; en las secciones en curva, el bombeo se superpone con la sobrelevación necesaria, de manera que la pendiente transversal se desarrollará sin discontinuidades, desde el espaldón más elevado al más bajo “(p, 269)

En nuestro diseño se utilizara como bombeo una pendiente del **2%**.

#### *3.6.6. Alineamiento vertical*

“Es la proyección del eje real o espacial de la vía sobre una superficie vertical paralela al mismo”. (CARDENAS GRISALES, 2002) p, 307

El alineamiento horizontal y alineamiento vertical deberán tener los mismos parámetros de diseño (velocidad específica), el diseño consiste en un “ajuste óptimo de curvas verticales y curvas horizontales a las condiciones del tránsito y a las características del terreno, generando un proyecto lo más económico posible tanto en su construcción como para su operación” (CARDENAS GRISALES, 2002). p, 308

### 3.6.6.1. Gradientes

Dependen directamente de la topografía y ya se vio anteriormente que la zona es un terreno llano, por lo tanto tiene valores bajos de pendiente lo que beneficiara las velocidades de circulación y la maniobra de los vehículos.

En la siguiente tabla (recortada de la NEVI) expuesta por la MTOP se presenta los valores de las gradientes máximas en función de la velocidad de diseño y de acuerdo a la topografía del terreno.

Tabla 3-9  
Valores de las gradientes máximas (%)

Orografía	Terreno Plano	Terreno Ondulado	Terreno Montañoso	Terreno Escarpado
<b>Velocidad (Km/h)</b>				
...				...
40	8	9	10	10
50	8	8	8	8
60	8	8	8	8
...				...

Fuente: Norma Ecuatoriana Vial, NEVI – 12, Elaborado por: Autor.

De acuerdo a la tabla expuesta por MTOP considerando el terreno plano, se tiene que para la velocidad de diseño de 50 km/h se tiene una pendiente máxima de 8%. Cabe acotar que para los distintos proyectos viales se puede aumentar la pendiente con la finalidad de abaratar los costos de construcción.

En tramos de vías con distancia similar a 3 km que tengan pendientes mayores a 5% se tendrá que realizar tramos de descanso de 500m con pendiente no mayor al 2%.

Para tramos de carretera con pendientes mayores a 10% es recomendable que su longitud no exceda 180m.

La pendiente máxima será de 6% para tramos de carretera mayores a 2000m.

Para proyectos viales el MTOP establece pendientes mínimas de 0.5% para efectos de drenaje de las vías.

#### *3.6.6.2. Curvas verticales*

*“Dependen principalmente de la topografía de la zona, del alineamiento horizontal, de la visibilidad, de la velocidad del proyecto, de los costos de construcción, de los costos de operación, del porcentaje de vehículos pesados y de su rendimiento en los ascensos”*

(CARDENAS GRISALES, 2002) p, 308

Cuando se interceptan dos tangentes en forma vertical es necesario diseñar las curvas verticales, de un tramo de carretera. Con la finalidad de suavizar la intersección de dos tangentes por medio de curvas verticales, se realiza un cambio sucesivo entre las tangentes, de tal manera que se genera una transición, entre las dos pendientes brindando comodidad y seguridad en la vía.

Las curvas verticales son necesarias cuando la diferencia algebraica de las pendientes es mayor al 1% en carreteras pavimentadas.

#### *3.6.7. Secciones transversales*

La sección transversal típica para una vía depende casi en su totalidad del volumen de tráfico y de la topografía de la zona, esto influye directamente en la selección de la velocidad de diseño más apropiada para el proyecto. Además se deberá tener en cuenta que al escoger un tipo de sección transversal esta beneficie a los usuarios en los costos de construcción y mantenimiento.

Las secciones transversales típicas para la zona urbana del Cantón Sucúa están constituidas por los siguientes elementos:

- Superficie de rodadura
- Veredas y parterre

- Sumideros
- Taludes interiores

### 3.6.7.1. Superficie de rodadura

Es la parte de la sección transversal que sirve para la circulación de vehículos, para el proyecto se tiene la Av. Arcenio Calle constituida por cuatro carriles dos en cada sentido, vías de dos carriles uno en cada sentido y otras en un solo sentido debido a la conformación del barrio.

*“El ancho del pavimento se determina en función del volumen y composición del tráfico y de las características del terreno.”* Manual de Diseño Geométrico de Carreteras, 2003, p, 227.

Tabla 3-10  
Ancho de la capa de rodadura

TIPO DE VIA	CLASIFICACION FUNCIONAL	VELO CIDAD (Km/h)	ANCHO DE CALZADA (m)
Camino Agrícola o Forestal	C3	40	4
Camino Básico	C2	60	6
Carretera Convencional Básica	C1	80	7
Carretera de Mediana Capacidad	AV1	100	7.3
Vías de alta Capacidad Interurbana	AV2	120	7.3
Vías de alta Capacidad Urbana o Periurbana	AP1	100	7.3

Fuente: Norma Ecuatoriana Vial, NEVI – 12, Tomo 2A, p, 65. Elaborado por: Autor

Para el proyecto se utilizaran carriles de 3.65m para las vías que por su amplitud cuentan con más de un carril y recolectan el tráfico urbano, y para las vías encargadas de recolectar el tráfico domestico se diseñará para un solo carril debido a las limitaciones que se presenta.

### 3.6.7.2 Veredas

Para el dimensionamiento de las veredas y parterre el GAD municipal del Cantón Sucúa cuenta con dimensiones ya establecidas.

Para las veredas las dimensiones del proyecto son 2m de ancho y 15cm de altura sobre la calzada y para el parterre correspondiente a la Av. Arcenio Calle su dimensión es de 3 metros de ancho.

#### *3.6.7.3 Sumideros de aguas lluvias*

Estructuras que sirven para recoger el agua superficial de las calles y conducir las al sistema de alcantarillado pluvial, las mismas que se ubican en las esquinas aguas debajo de las manzanas antes de los cruces peatonales y a cada lado de la calle, también se las ubica en las depresiones de la vía.

#### *3.6.7.4 Taludes*

Los taludes en corte y relleno brindan a la carretera una buena estética y seguridad, sin dejar a un lado el factor económico en el mantenimiento que es muy significativo. Su diseño obedece a condiciones de los suelos y a la geometría de la carretera, los taludes serán diseñados siguiendo pendientes económicamente viables.

Para los terrenos con topografías irregulares (ondulados y montañosos), por sus condiciones de naturaleza el suelo y el movimiento de tierras (corte – relleno) constituyen uno de los rubros de mayor peso, se recomienda dar prioridad a los cortes en curvas horizontales con el fin de dotar de distancias de visibilidad con el factor económico razonable.

La zona del proyecto con pendientes relativamente bajas (terreno llano), las excavaciones y rellenos serán sumamente bajas al igual que el costo de construcción, favoreciendo de gran manera a los pobladores y al GAD municipal directamente, para terrenos planos el manual de diseño de carreteras 2003 recomienda los siguientes taludes:

Tabla 3-11  
*Taludes recomendados para terrenos planos*

<b>VALORES DE DISEÑO RECOMENDAS DE LOS TALUDES EN TERRENO PLANOS</b>				
<b>TIPO DE VIA</b>	<b>CLASIFICACION FUNCIONAL</b>	<b>VELOCIDAD (Km/h)</b>	<b>TALUD</b>	
			<b>CORTE</b>	<b>RELLENO</b>
Camino Agrícola	C3	40	1,8-1:1	1,5-2:1
Camino Básico	C2	60	1,8-1:1	1,5-2:1
Carretera Conv.l Básica	C1	80	2:1	2:1
Carretera Med. Cap	AV1	100	2:1	3:1
Vías de alta Capacidad Interurbana	AV2	120	3:1	4:1
Vías de alta Capacidad Urbana o Periurbana	AP1	100	3:1	4:1

Fuente: Manual de Diseño Geométrico de Carreteras, 2003, p, 235. Elaborado por: Autor

De acuerdo a la tabla expuesta por MTOP, para la velocidad de diseño de 50 km/h se tiene un talud de 1:1, 2:1 corte y relleno respectivamente.

## CAPÍTULO 4

### 4. DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO

#### 4.1. Caudal de diseño

Las aguas residuales de una población es la combinación de los siguientes caudales:

- Caudal de aguas residuales domesticas
- Caudal de aguas residuales industriales, comerciales e institucionales
- Caudal de infiltración
- Caudal por conexiones erradas

##### *4.1.1. Caudal de aguas residuales domesticas*

Lo primero que se deberá hacer para la valoración de este aporte es determinar el caudal medio diario de agua potable, el cual se determina como la contribución de la población durante un periodo de 24 horas, considerando el promedio durante un año.

Se determina el caudal de aguas residuales domesticas en función del número de habitantes que se servirán con el alcantarillado:

$$Q = \frac{CR * C * D}{86400} \quad (4.1)$$

En donde:

Q = Caudal medio de aguas residuales domésticas, L/s

CR = Coeficiente de retorno

C = Consumo neto de agua potable, L/hab.\*d

D = Densidad de población de la zona, hab. /ha

##### *4.1.1.1. Población*

La población actual y futura se estima a partir de censos de población, todo lo referido a este como los métodos de proyección de la población se definen en el numeral 1.5.1.2 del presente

estudio. La proyección de la población es al año 2037 dando como resultado una población de **652 habitantes** para el barrio 4 de Octubre de la Ciudad de Sucúa.

#### *4.1.1.2. Densidad de población*

La densidad de la población está definida como el número de habitantes dentro de una hectárea de extensión. La densidad cambia según el estrato socioeconómico y el tamaño de la población, en poblaciones pequeñas la densidad fluctúa en 100 y 200 hab./ha, y en nuestro caso es de 41 hab./ha.

#### *4.1.1.3. Coeficiente de retorno*

Relación del agua residual producida y el agua potable consumida.

Según Ricardo Alfredo López Cualla (2003) dice. “Este porcentaje que estadísticamente fluctúa entre el 65 y 85%”. Para la ciudad de Sucúa se adopta un valor de 0.80, se estima que dentro de este valor, el agua es utilizada para diferentes fines como el lavado de los pisos, para la cocina, crianza de animales domésticos y para riego de jardines.

#### *4.1.1.4. Consumo de agua potable*

Según el departamento de Obras Publicas de la Ciudad de Sucúa, la dotación del agua para la gente que vive en el Cantón es de 200 l/hab.\*día.

#### *4.1.1.5. Área de drenaje*

Las áreas de drenaje a cada colector debe hacerse de acuerdo con el plano topográfico levantado, distribución de población y trazado de la red del sistema. El área de drenaje total a cada colector se logra trazando las diagonales o bisectrices sobre las manzanas. Las zonas de uso recreacional deben incluirse en dicha área.

No se tomara en cuenta el caudal de aguas residuales de industrias, comercios e instituciones debido a que el barrio solo está planificado para que cumpla la función de zona residencial, no

hay proyectos a futuro en la zona, pero hay que considerar que al Sur de este barrio pasa la pista de aterrizaje que hoy en día no es más que un terreno abandonado pero con la planificación del ente rector se sabe que ahora este espacio se va a convertir en un parque lineal.

El área de drenaje estimada para el proyecto del barrio es de **16.183 ha**.

Obteniendo un caudal de aguas residuales domesticas de 4.83 l/s.

#### **4.1.2. Caudal de infiltración ( $Q_i$ )**

Es la contribución de aguas lluvias o freáticas que se incorporan a la tubería, por parte de juntas o conexiones defectuosas, de tapas de domiciliarias y pozos de revisión.

Para este proyecto tenemos tuberías PVC que tiene una infiltración casi nula en comparación con tuberías de Hormigón Simple que en términos generales puede llegar a ser el doble en comparación con el PVC. En estos casos no tiene incidencia los diámetros de tubería, sino que puede expresarte en términos de metros lineales de tubería o en su semejante de hectáreas de área drenada.

Se va a utilizar las siguientes tablas de valores de infiltración porque no se posee información de campo.

Tabla 4-1  
*Aporte de infiltración*

Aporte de infiltración por área drenada		
Infiltración (L/s*ha)		
Alta	Media	Baja
0.15 - 0.4	0.1 - 0.3	0.05 - 0.2

Fuente: RAS-2000

Tomamos una infiltración por área drenada de la tabla 4.1, alta de 0.15 - 0.4 L/s\*ha puesto que en la zona donde se realizará el proyecto las lluvias son intensas, los movimientos telúricos son riesgosos por estar cerca de estribaciones volcánicas activas (Sangay).

De la tabla 4.1 se tomó los valores más desfavorables para el coeficiente de infiltración para tubería de PVC de **0.15 L/s\*ha** y para Hormigón simple es de **0.4 L/s\*ha**.

Entonces se tiene:

Caudal de infiltración con tubería de PVC 2.43 l/s.

Caudal de infiltración con tubería de Hormigón Simple 6.48 l/s.

#### **4.1.3. Caudal de conexiones erradas ( $Q_e$ )**

También llamado aportación por aguas ilícitas en un alcantarillado sanitario viene por las malas uniones en las tuberías.

Para comunidades pequeñas que cuenten con alcantarillado pluvial con bajo control, el coeficiente de conexiones erradas esta entre 0.1 l/s\*ha hasta 0.2 l/s\*ha.

Considerando la recomendación de la norma RAS-2000, optamos por el valor de 0.2 L/s\*ha para el sistema sanitario, por lo que este es un asentamiento pequeño y no existe control adecuado dentro del mismo.

Entonces el caudal de conexiones erradas con tubería de PVC y Hormigón Simple es 3.24 l/s.

#### **4.1.4. Caudal de diseño ( $Q_d$ )**

Es la suma del caudal máximo horario ( $Q_{MH}$ ) de aguas residuales domésticas, caudal de infiltración ( $Q_i$ ) y caudal de conexiones erradas o erróneas ( $Q_e$ ), se calcula para condiciones finales de diseño.

López Cualla recomienda que para cualquier colector el caudal mínimo de diseño deba ser de 1.5 L/s.

$$Q_d = Q_{MH} + Q_i + Q_e \quad (4.2)$$

Dónde:

$Q_d$  = Caudal de diseño

QMH = Caudal máximo horario

Qi = Caudal de infiltración

Qe = Caudal por conexiones erradas

Por lo tanto se tiene los caudales de diseño para el proyecto con diferentes tipos de tuberías:

Caudal de diseño para tubería de PVC 10.50 l/s.

Caudal de diseño para tubería de Hormigón Simple 14.55 l/s.

## 4.2. Otras especificaciones de diseño

### 4.2.1. Velocidad

La velocidad en colectores bajo cualquier condiciones, no debe ser menor a 0.45 m/s y preferente sea mayor a 0.6 m/s que impide que el gas sulfhídrico se acumule y produzca auto-limpieza.

Las velocidades máximas dependen de los materiales de fabricación, y se recomienda utilizar la siguiente tabla.

Tabla 4-2  
*Velocidades máximas a tubo lleno y coeficientes de rugosidad recomendados*

<b>MATERIAL</b>	<b>VELOCIDAD MÁXIMA m/s</b>	<b>COEFICIENTE DE RUGOSIDAD</b>
Hormigón simple:		
Uniones de mortero	4	0.013
Uniones de neopreno para nivel freático alto	3.5 – 4	0.013
Asbesto cemento	4.5 – 5	0.011
Plástico	4.5	0.011

Fuente: CÓDIGO ECUATORIANO DE LA CONSTRUCCIÓN DE PARTE IX OBRAS SANITARIAS CO 10.07-

601, 2012

Formula de Manning para velocidades máximas reales.

$$V = \frac{1}{n} * R^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}} \quad (4.3)$$

En donde:

$V$  = Velocidad de flujo (m/s)

$n$  = Coeficiente de rugosidad de Manning

$R$  = Radio hidráulico

$S$  = Pendiente (m/m)

#### **4.2.2. Esfuerzo cortante**

Con el fin de verificar que el flujo en la tubería o canal sea capaz de re-suspender el material sedimentado en el fondo, se debe calcular el esfuerzo cortante mínimo. (López Cualla, 2003, p.170), en el cual se establece la relación de esfuerzo cortante con la velocidad, se define:

$$\tau = \gamma * R * S \quad (4.4)$$

En donde:

$\tau$  = esfuerzo cortante medio, N/m<sup>2</sup>

$\gamma$  = peso específico del agua residual 9.81 KN/m<sup>3</sup>

$R$  = radio hidráulico de la sección de flujo, m

$S$  = pendiente de la tubería

El mínimo esfuerzo cortante para las condiciones iniciales de operación es de 1.5 (N/m<sup>2</sup>). Se puede diseñar para velocidades que están por debajo de 0.45 m/s, cuando el esfuerzo cortante sea mayor a 1.2 N/m<sup>2</sup>, para garantizar la condición de auto-limpieza.

#### **4.2.3. Diámetro mínimo**

El mínimo diámetro que debe tener la tubería es de 200 mm para el alcantarillado sanitario, según en el numeral 5.2.1.6 del Código Ecuatoriano de la construcción.

Para el presente proyecto se utilizó un diámetro mínimo de tubería de 250 mm para favorecer el mantenimiento. Además se verificó que para los diseños el transporte de las aguas no excede el 85 % de su capacidad a tubo lleno.

#### ***4.2.4. Profundidad y ubicación de las tuberías***

Para las tuberías el diseño debe recoger las aguas servidas y aguas lluvias a profundidades convenientes de las casas más bajas, establecido en numeral 5.2.1.5 de la Secretaria del Agua.

El alcantarillado sanitario deberá pasar por debajo de las de agua potable, debiendo dejar una altura de 0,3 m cuando sean paralelas y de 0,2 m cuando se crucen, constituidos en el numeral 5.2.1.3 de la Secretaria del Agua.

Normalmente las tuberías sanitarias están a un mínimo de 1.20m de profundidad ya que estas tienen que soportar la carga vehicular, cumpliendo con lo que dice la norma.

#### ***4.2.5. Pozos de revisión***

Son un elemento de la infraestructura que permite el acceso a la limpieza e inspección del alcantarillado sanitario. Para su diseño se empleara los siguientes criterios establecidos por el código ecuatoriano de la construcción, numeral 5.2.3:

Los pozos se colocan en los cambios de dirección, pendientes y confluencias de colectores.

Las distancias máximas de pozos deberán ser:

- 100 m para diámetros menores de 350 mm;
- 150 m para diámetros comprendidos entre 400 mm y 800 mm; y,
- 200 m para diámetros mayores que 800 mm.

La máxima longitud entre pozos no debe exceder la permitida por los equipos de limpieza.

El orificio superior del pozo será mínimo 0,6 m, y preferible usar tronco de cono excéntrico.

El diámetro del cuerpo del pozo está en función del diámetro de la tubería conectada

Tabla 4-3  
*Diámetros recomendados de pozos de revisión*

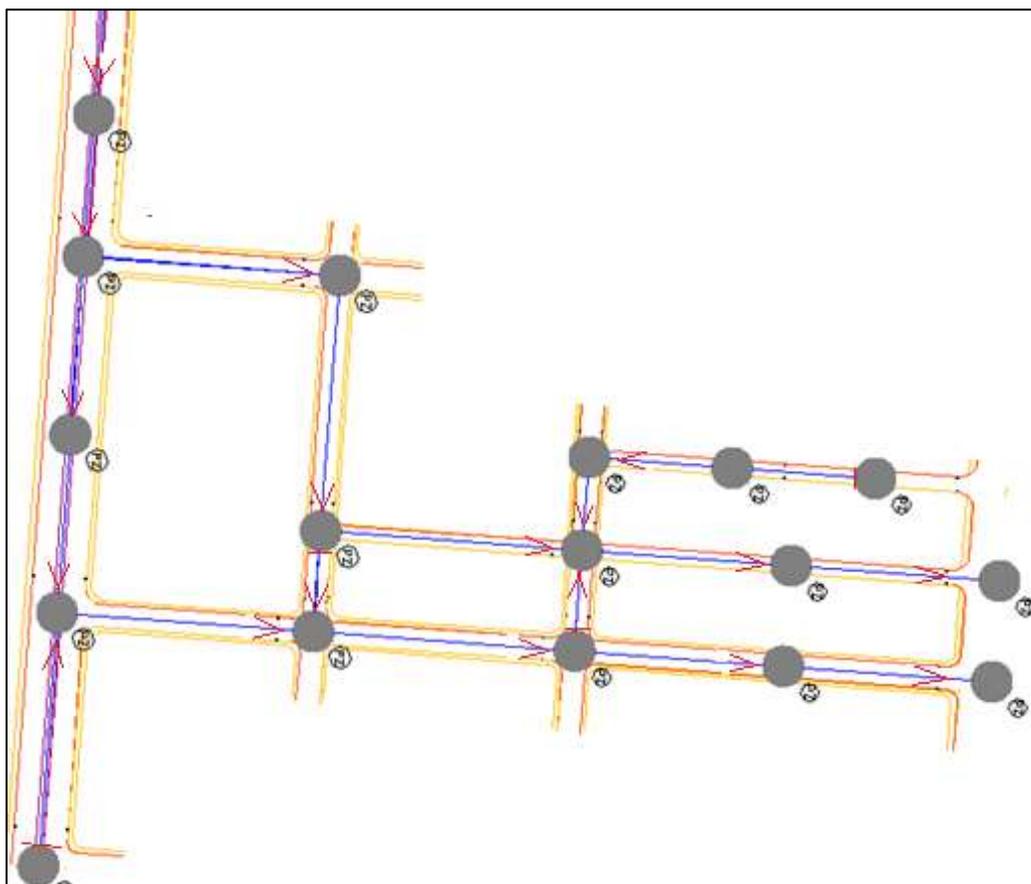
DIÁMETRO DE LA TUBERÍA mm	DIÁMETRO DEL POZO m
Menor o igual a 550	0.9
Mayor a 550	Diseño especial

**Fuente:** CÓDIGO ECUATORIANO DE LA CONSTRUCCIÓN DE PARTE IX OBRAS SANITARIAS CO 10.07-

601

En general los pozos para el alcantarillado sanitario, será de cono excéntrico la parte de la abertura del pozo de 0.9 m y la parte inferior o cuerpo el diámetro del pozo es de 1.2 m. Los pozos existentes en el Cantón Sucúa son de cono excéntrico con profundidades variables dependiendo del diseño.

Figura 4.1  
*Ubicación de pozos de revisión.*



Fuente: Plano catastral GAD Sucúa, Elaborado: Autor

#### 4.2.6. Rugosidad

La rugosidad no es más que una fuerza resistente que está en función del material con las cuales están construidas, para el transporte de agua en tuberías tendrá en cuenta el coeficiente de rugosidad de Manning.

La siguiente tabla esta reducida de la original por lo que no se utilizara la rugosidad de canales, túneles, mampostería y roca.

Tabla 4-4  
*Coefficientes de rugosidad para la fórmula de Manning*

CARACTERÍSTICAS DE LA SUPERFICIE	VALOR DE $n$ DE MANNING		
	MÍNIMO	MEDIO	MÁXIMO
Revestimiento de hormigón:			
Hormigón ordinario	0.15	0.016	0.018
Hormigón ordinario	0.013	0.014	0.015
Tuberías de hormigón		0.013	
Tuberías de hierro fundido		0.012	
Tuberías de PVC, asbesto-cemento, o tuberías recubiertas con mortero de cemento		0.011	
Tuberías de acero		0.011	

**Fuente:** CÓDIGO ECUATORIANO DE LA CONSTRUCCIÓN DE PARTE IX OBRAS SANITARIAS CO 10.07-

601

Para el diseño se utilizara el coeficiente de rugosidad  $n$ , igual a 0.013 y 0.011, en esta se tendrá que diseñar para el caso de tuberías de hormigón y PVC respectivamente, utilizadas en alcantarillado sanitario.

Para la comprobación del diseño hidráulico este se hará mediante el empate de la línea de energía de colectores del alcantarillado sanitario.

Tabla 4-5  
Diseño Alcantarillado Sanitario PVC

Pob. Total	652	Hab	futura										
Área Total	16.183	ha											
Coef. Retorno	80	%											
Consumo neto o dotación	200	L/hab/d											
Densidad población	40	hab/ha											
Aporte unitario AR	0.075	L/s*ha											
Cálculos de los caudales de diseño de Alcantarillado Sanitario con PVC													
Pozo	Área trib. (ha)			Q máx. horario			Infiltración		Con. Erradas		Q diseño (L/s)		
De-A	Par.	Tot.	Pob.	L/s	F	L/s	L/s/ha	L/s	L/s/ha	L/s	Calc.	Adop.	
1	2	3	6	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
1-2	1.024	1.024	41	0.076	4.3	0.33	0.15	0.15	0.2	0.20	0.69	1.50	
2-3	1.068	2.092	84	0.156	4.3	0.67	0.15	0.31	0.2	0.42	1.40	1.50	
3-4	1.000	3.092	125	0.231	4.2	0.97	0.15	0.46	0.2	0.62	2.05	2.05	
4-5	1.394	4.486	181	0.335	4.2	1.39	0.15	0.67	0.2	0.90	2.96	2.96	
5-6	0.751	5.237	211	0.391	4.1	1.62	0.15	0.79	0.2	1.05	3.45	3.45	
6-7	0.767	6.004	242	0.448	4.1	1.84	0.15	0.90	0.2	1.20	3.95	3.95	
7-8	0.829	6.833	275	0.510	4.1	2.09	0.15	1.02	0.2	1.37	4.48	4.48	
8-9	0.708	7.541	304	0.563	4.1	2.29	0.15	1.13	0.2	1.51	4.93	4.93	
9-10	0.950	8.491	342	0.634	4.1	2.57	0.15	1.27	0.2	1.70	5.54	5.54	
10-11	0.961	9.452	381	0.705	4.0	2.84	0.15	1.42	0.2	1.89	6.15	6.15	
12-11	1.432	1.432	58	0.107	4.3	0.46	0.15	0.21	0.2	0.29	0.96	1.50	
9-13	0.518	0.518	21	0.039	4.4	0.17	0.15	0.08	0.2	0.10	0.35	1.50	
13-14	0.635	1.153	46	0.086	4.3	0.37	0.15	0.17	0.2	0.23	0.78	1.50	
14-17	0.414	1.567	63	0.117	4.3	0.50	0.15	0.24	0.2	0.31	1.05	1.50	
14-15	0.114	0.114	5	0.009	4.4	0.04	0.15	0.02	0.2	0.02	0.08	1.50	
11-15	0.610	11.494	463	0.858	4.0	3.42	0.15	1.72	0.2	2.30	7.45	7.45	
15-18	0.654	12.262	494	0.915	4.0	3.64	0.15	1.84	0.2	2.45	7.93	7.93	
18-21	0.533	12.795	516	0.955	4.0	3.79	0.15	1.92	0.2	2.56	8.27	8.27	
21-PE	0.553	13.348	538	0.996	4.0	3.94	0.15	2.00	0.2	2.67	8.61	8.61	
22-19	0.194	0.194	8	0.014	4.4	0.06	0.15	0.03	0.2	0.04	0.13	1.50	
19-16	0.226	0.420	17	0.031	4.4	0.14	0.15	0.06	0.2	0.08	0.28	1.50	
16-17	0.226	0.646	26	0.048	4.4	0.21	0.15	0.10	0.2	0.13	0.44	1.50	
18-17	0.076	0.076	3	0.006	4.5	0.03	0.15	0.01	0.2	0.02	0.05	1.50	
17-20	0.267	2.556	103	0.191	4.2	0.81	0.15	0.38	0.2	0.51	1.70	1.70	
20-PE	0.279	2.835	114	0.212	4.2	0.89	0.15	0.43	0.2	0.57	1.89	1.89	

n	0.011	
$\gamma$	9810	N/m <sup>3</sup>
k	0.1	
k	0.2	

### Diseño hidráulico y empate por la línea de energía de colectores del alcantarillado sanitario con tubería PVC

Tramo	Long.	QDis.	S	Diametro		Dc		Qo	Vo	Q/Qo	V/Vo	d/D	R/Ro	H/D	V	V2/2g	R	T	d	E	H	NF	Perdidas				Cota rasante		Cota clave		Cota batea		Cota lamina		Cota energía		Prof. A clave	
				(m)	(L/s)	diseño	(m)																(")	nom.(")	Int.(m)	(L/s)	(m/s)	(m)	(m)	(m)	(N/m2)	(m)	(m)	(m)	h tran.	Rc/Ds	h curv.	h total
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
1-2	64.05	1.5	0.67	0.064	2.5	10	0.236	49.32	1.13	0.03	0.400	0.148	0.370	0.086	0.45	0.010	0.022	1.4	0.035	0.045	0.02	1.0	0.000	0.0	0.000	0.00	823.00	822.94	821.80	821.37	821.564	821.134	821.60	821.17	821.61	821.18	1.20	1.57
2-3	64.05	1.5	0.68	0.063	2.5	10	0.236	49.64	1.14	0.03	0.400	0.148	0.370	0.086	0.45	0.011	0.022	1.5	0.035	0.045	0.02	1.0	0.000	0.0	0.000	0.00	822.94	822.56	821.37	820.93	821.134	820.699	821.17	820.73	821.18	820.74	1.57	1.63
3-4	58.04	2.1	0.68	0.071	2.8	10	0.236	49.64	1.14	0.04	0.427	0.165	0.410	0.102	0.49	0.012	0.024	1.6	0.039	0.051	0.02	1.0	0.000	0.0	0.000	0.00	822.56	822.19	820.93	820.53	820.693	820.298	820.73	820.34	820.74	820.35	1.63	1.66
4-5	95.40	3.0	0.68	0.082	3.2	10	0.236	49.64	1.14	0.06	0.473	0.196	0.481	0.128	0.54	0.015	0.028	1.9	0.046	0.061	0.03	1.0	0.000	0.0	0.000	0.00	822.19	821.31	820.52	819.87	820.288	819.639	820.33	819.69	820.35	819.70	1.67	1.44
5-6	51.68	3.5	0.68	0.087	3.4	10	0.236	49.64	1.14	0.07	0.492	0.210	0.510	0.140	0.56	0.016	0.030	2.0	0.050	0.065	0.03	1.0	0.000	0.0	0.000	0.00	821.31	820.88	819.87	819.52	819.635	819.283	819.68	819.33	819.70	819.35	1.44	1.36
6-7	51.68	3.9	0.68	0.091	3.6	10	0.236	49.64	1.14	0.08	0.505	0.220	0.530	0.151	0.57	0.017	0.031	2.1	0.052	0.069	0.04	1.0	0.000	0.0	0.000	0.00	820.88	820.51	819.52	819.16	819.280	818.928	819.33	818.98	819.35	819.00	1.36	1.35
7-8	55.06	4.5	0.68	0.096	3.8	10	0.236	49.64	1.14	0.09	0.520	0.232	0.554	0.161	0.59	0.018	0.033	2.2	0.055	0.073	0.04	1.0	0.000	0.0	0.000	0.00	820.51	820.12	819.16	818.79	818.924	818.550	818.98	818.60	819.00	818.62	1.35	1.33
8-9	55.07	4.9	0.68	0.099	3.9	10	0.236	49.64	1.14	0.10	0.540	0.248	0.586	0.170	0.61	0.019	0.035	2.3	0.058	0.078	0.04	1.0	0.000	0.0	0.000	0.00	820.12	819.73	818.78	818.41	818.545	818.170	818.60	818.23	818.62	818.25	1.34	1.32
9-10	69.00	5.5	0.68	0.104	4.1	10	0.236	49.64	1.14	0.11	0.553	0.258	0.606	0.179	0.63	0.020	0.036	2.4	0.061	0.081	0.04	1.0	0.003	0.0	0.000	0.00	819.73	819.24	818.40	817.93	818.167	817.698	818.23	817.76	818.25	817.78	1.33	1.31
10-11	69.00	6.2	2.32	0.086	3.4	10	0.236	91.68	2.10	0.07	0.492	0.210	0.510	0.140	1.03	0.054	0.030	6.8	0.050	0.104	0.03	1.8	0.002	2.5	0.009	0.01	819.24	818.75	817.91	816.31	817.671	816.071	817.72	816.12	817.78	816.17	1.33	2.44
12-11	98.06	1.5	0.55	0.066	2.6	10	0.236	44.67	1.02	0.03	0.400	0.148	0.370	0.086	0.41	0.009	0.022	1.2	0.035	0.043	0.02	0.9	0.003	2.5	0.009	0.01	818.05	818.75	816.85	816.31	816.614	816.074	816.65	816.11	816.66	816.12	1.20	2.44
9-13	99.00	1.5	0.84	0.061	2.4	10	0.236	55.11	1.26	0.03	0.400	0.148	0.370	0.086	0.50	0.013	0.022	1.8	0.035	0.048	0.02	1.1	0.000	2.5	0.003	0.00	819.73	818.90	818.53	817.70	818.294	817.464	818.33	817.50	818.34	817.51	1.20	1.20
13-14	99.00	1.5	1.28	0.056	2.2	10	0.236	68.10	1.56	0.02	0.326	0.124	0.315	0.067	0.51	0.013	0.019	2.3	0.029	0.042	0.02	1.3	0.002	3.0	0.004	0.01	818.90	817.85	817.70	816.44	817.467	816.200	817.50	816.23	817.51	816.24	1.20	1.41
14-17	101.00	1.5	3.47	0.047	1.8	10	0.236	112.13	2.57	0.01	0.292	0.092	0.239	0.041	0.75	0.029	0.014	4.8	0.022	0.050	0.01	2.4	0.001	0.0	0.000	0.00	817.85	816.46	816.42	812.92	816.186	812.681	816.21	812.70	816.24	812.73	1.43	3.54
14-15	39.00	1.5	3.69	0.046	1.8	10	0.236	115.66	2.65	0.01	0.292	0.092	0.239	0.041	0.77	0.030	0.014	5.1	0.022	0.052	0.01	2.5	0.002	3.0	0.008	0.01	817.85	817.43	816.65	815.21	816.414	814.974	816.44	815.00	816.47	815.03	1.20	2.22
11-15	99.00	7.4	1.10	0.106	4.2	10	0.236	63.13	1.45	0.12	0.570	0.270	0.630	0.188	0.82	0.035	0.037	4.0	0.064	0.098	0.04	1.2	0.002	0.0	0.000	0.00	818.75	817.43	816.30	815.21	816.065	814.976	816.13	815.04	816.16	815.07	2.45	2.22
15-18	101.00	7.9	1.80	0.099	3.9	10	0.236	80.76	1.85	0.10	0.540	0.248	0.589	0.170	1.00	0.051	0.035	6.1	0.058	0.109	0.04	1.6	0.011	0.0	0.000	0.01	817.43	815.60	815.20	813.38	814.964	813.146	815.02	813.20	815.07	813.25	2.23	2.22
18-21	80.58	8.3	0.80	0.117	4.6	10	0.236	53.84	1.23	0.15	0.600	0.298	0.686	0.213	0.74	0.028	0.040	3.2	0.070	0.098	0.05	1.1	0.005	0.0	0.000	0.00	815.60	814.45	813.38	812.74	813.146	812.501	813.22	812.57	813.24	812.60	2.22	1.71
21-PE	87.84	8.6	3.00	0.093	3.6	10	0.236	104.26	2.39	0.08	0.505	0.220	0.530	0.151	1.21	0.074	0.031	9.2	0.052	0.126	0.04	2.0					814.45	814.54	812.70	810.07	812.469	809.834	812.52	809.89	812.59	809.96	1.75	4.47
22-19	55.33	1.5	0.78	0.062	2.4	10	0.236	53.06	1.22	0.03	0.400	0.148	0.370	0.086	0.49	0.012	0.022	1.7	0.035	0.047	0.02	1.1	0.004	0.0	0.000	0.00	814.64	815.61	813.84	813.41	813.604	813.174	813.64	813.21	813.65	813.22	0.80	2.20
19-16	55.33	1.5	0.55	0.066	2.6	10	0.236	44.64	1.02	0.03	0.400	0.148	0.370	0.086	0.41	0.009	0.022	1.2	0.035	0.043	0.02	0.9	0.000	3.0	0.002	0.00	815.61	816.57	813.41	813.11	813.174	812.869	813.21	812.90	813.22	812.91	2.20	3.46
16-17	36.00	1.5	0.55	0.066	2.6	10	0.236	44.64	1.02	0.03	0.400	0.148	0.370	0.086	0.41	0.009	0.022	1.2	0.035	0.043	0.02	0.9	0.001	2.5	0.003	0.00	816.57	816.46	813.10	812.91	812.868	812.670	812.90	812.70	812.91	812.71	3.47	3.55
18-17	39.05	1.5	1.35	0.056	2.2	10	0.236	69.94	1.60	0.02	0.326	0.124	0.315	0.067	0.52	0.014	0.019	2.5	0.029	0.043	0.02	1.3	0.001	2.5	0.004	0.01	815.60	816.46	813.44	812.91	813.201	812.674	813.23	812.70	813.24	812.72	2.16	3.55
17-20	80.65	1.7	1.90	0.055	2.2	10	0.236	82.97	1.90	0.02	0.326	0.124	0.315	0.067	0.62	0.020	0.019	3.5	0.029	0.049	0.02	1.6	0.000	0.0	0.000	0.00	816.46	814.74	812.92	811.39	812.682	811.150	812.71	811.18	812.73	811.20	3.54	3.35
20-PE	87.39	1.9	1.30	0.061	2.4	10	0.236	68.63	1.57	0.03	0.400	0.148	0.370	0.086	0.63	0.020	0.022	2.8	0.035	0.055	0.02	1.4					814.74	813.36	811.38	810.24	811.143	810.007	811.18	810.04	811.20	810.06	3.36	3.12

Tabla 4-6  
Diseño de Alcantarillado Sanitario Hormigón Simple

Pob. Total	652	Hab fut										
Área Total	16.183	ha										
Coef. Retorno	80	%										
Consumo neto o dotación	200	L/hab/d										
Densidad población	40	hab/ha										
Aporte unitario AR	0.075	L/s*ha										
<b>Cálculos de los caudales de diseño con H°S</b>												
Pozo	Área trib. (ha)		Doméstico	Q máx. horario			Infiltración		Con. Erradas		Q diseño (L/s)	
De-A	Par.	Tot.	Pob.	L/s	F	L/s	L/s/ha	L/s	L/s/ha	L/s	Calc.	Adop.
1	2	3	6	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1-2	1.024	1.024	41	0.076	4.3	0.33	0.4	0.41	0.2	0.20	0.95	1.50
2-3	1.068	2.092	84	0.156	4.3	0.67	0.4	0.84	0.2	0.42	1.92	1.92
3-4	1.000	3.092	125	0.231	4.2	0.97	0.4	1.24	0.2	0.62	2.83	2.83
4-5	1.394	4.486	181	0.335	4.2	1.39	0.4	1.79	0.2	0.90	4.09	4.09
5-6	0.751	5.237	211	0.391	4.1	1.62	0.4	2.09	0.2	1.05	4.76	4.76
6-7	0.767	6.004	242	0.448	4.1	1.84	0.4	2.40	0.2	1.20	5.45	5.45
7-8	0.829	6.833	275	0.510	4.1	2.09	0.4	2.73	0.2	1.37	6.19	6.19
8-9	0.708	7.541	304	0.563	4.1	2.29	0.4	3.02	0.2	1.51	6.82	6.82
9-10	0.950	8.491	342	0.634	4.1	2.57	0.4	3.40	0.2	1.70	7.66	7.66
10-11	0.961	9.452	381	0.705	4.0	2.84	0.4	3.78	0.2	1.89	8.51	8.51
12-11	1.432	1.432	58	0.107	4.3	0.46	0.4	0.57	0.2	0.29	1.32	1.50
9-13	0.518	0.518	21	0.039	4.4	0.17	0.4	0.21	0.2	0.10	0.48	1.50
13-14	0.635	1.153	46	0.086	4.3	0.37	0.4	0.46	0.2	0.23	1.06	1.50
14-17	0.414	1.567	63	0.117	4.3	0.50	0.4	0.63	0.2	0.31	1.44	1.50
14-15	0.114	0.114	5	0.009	4.4	0.04	0.4	0.05	0.2	0.02	0.11	1.50
11-15	0.610	11.494	463	0.858	4.0	3.42	0.4	4.60	0.2	2.30	10.32	10.32
15-18	0.654	12.262	494	0.915	4.0	3.64	0.4	4.90	0.2	2.45	11.00	11.00
18-21	0.533	12.795	516	0.955	4.0	3.79	0.4	5.12	0.2	2.56	11.46	11.46
21-PE	0.553	13.348	538	0.996	4.0	3.94	0.4	5.34	0.2	2.67	11.95	11.95
22-19	0.194	0.194	8	0.014	4.4	0.06	0.4	0.08	0.2	0.04	0.18	1.50
19-16	0.226	0.420	17	0.031	4.4	0.14	0.4	0.17	0.2	0.08	0.39	1.50
16-17	0.226	0.646	26	0.048	4.4	0.21	0.4	0.26	0.2	0.13	0.60	1.50
18-17	0.076	0.076	3	0.006	4.5	0.03	0.4	0.03	0.2	0.02	0.07	1.50
17-20	0.267	2.556	103	0.191	4.2	0.81	0.4	1.02	0.2	0.51	2.34	2.34
20-PE	0.279	2.835	114	0.212	4.2	0.89	0.4	1.13	0.2	0.57	2.60	2.60

n	0.013	
γ	9810	N/m3
k	0.1	
k	0.2	

Diseño hidráulico y empede por la línea de energía de colectores del alcantarillado sanitario con tubería H <sup>o</sup> S																																							
Tramo	Long.	QDis.	S	Diametro		Dc		Qo	Vo	Q/Qo	V/Vo	d/D	R/Ro	H/D	V	V2/2g	R	T	d	Tramo	E	H	NF	Perdidas				Cota rasante		Cota clave		Cota batea		Cota lamina		Cota energía		Prof. Aclave	
De - A	(m)	(L/s)	diseño	(m)	(")	nom.(")	Int.(m)	(L/s)	(m/s)						(m/s)	(m)	(m)	(N/m2)	(m)	De - A	(m)	(m)		h tran.	Rc/Ds	h curv.	h total	De	A	De	A	De	A	De	A	De	A	De	A
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	1	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
1-2	64.05	1.5	0.67	0.068	2.7	10	0.250	48.774	0.99	0.03	0.400	0.148	0.370	0.086	0.40	0.008	0.023	1.5	0.037	1-2	0.045	0.02	0.9	0.000	0.0	0.000	0.00	823.00	822.94	821.80	821.37	821.55	821.12	821.59	821.16	821.60	821.17	1.20	1.57
2-3	64.05	1.9	0.68	0.074	2.9	10	0.250	49.088	1.00	0.04	0.427	0.165	0.410	0.102	0.43	0.009	0.026	1.7	0.041	2-3	0.051	0.03	0.9	0.000	0.0	0.000	0.00	822.94	822.56	821.36	820.93	821.11	820.68	821.16	820.72	821.16	820.73	1.58	1.63
3-4	58.04	2.8	0.68	0.086	3.4	10	0.250	49.088	1.00	0.06	0.473	0.196	0.481	0.128	0.47	0.011	0.030	2.0	0.049	3-4	0.060	0.03	0.8	0.000	0.0	0.000	0.00	822.56	822.19	820.92	820.52	820.67	820.27	820.72	820.32	820.73	820.33	1.64	1.67
4-5	95.40	4.1	0.68	0.098	3.9	10	0.250	49.088	1.00	0.08	0.505	0.220	0.530	0.151	0.51	0.013	0.033	2.2	0.055	4-5	0.068	0.04	0.8	0.000	0.0	0.000	0.00	822.19	821.31	820.52	819.87	820.27	819.62	820.32	819.67	820.33	819.69	1.67	1.44
5-6	51.68	4.8	0.68	0.104	4.1	10	0.250	49.088	1.00	0.10	0.540	0.248	0.586	0.170	0.54	0.015	0.037	2.4	0.062	5-6	0.077	0.04	0.8	0.000	0.0	0.000	0.00	821.31	820.88	819.86	819.51	819.61	819.26	819.67	819.32	819.69	819.33	1.45	1.37
6-7	51.68	5.4	0.68	0.110	4.3	10	0.250	49.088	1.00	0.11	0.553	0.258	0.606	0.179	0.55	0.016	0.038	2.5	0.065	6-7	0.080	0.04	0.8	0.000	0.0	0.000	0.00	820.88	820.51	819.50	819.15	819.25	818.90	819.32	818.97	819.33	818.98	1.38	1.36
7-8	55.06	6.2	0.68	0.115	4.5	10	0.250	49.088	1.00	0.13	0.580	0.280	0.650	0.197	0.58	0.017	0.041	2.7	0.070	7-8	0.087	0.05	0.8	0.000	0.0	0.000	0.00	820.51	820.12	819.15	818.77	818.90	818.52	818.97	818.59	818.98	818.61	1.36	1.35
8-9	55.07	6.8	0.68	0.119	4.7	10	0.250	49.088	1.00	0.14	0.590	0.289	0.668	0.205	0.59	0.018	0.042	2.8	0.072	8-9	0.090	0.05	0.8	0.000	0.0	0.000	0.00	820.12	819.73	818.77	818.39	818.52	818.14	818.59	818.22	818.61	818.23	1.35	1.34
9-10	69.00	7.7	0.68	0.125	4.9	10	0.250	49.088	1.00	0.16	0.613	0.308	0.704	0.221	0.61	0.019	0.044	2.9	0.077	9-10	0.096	0.06	0.8	0.003	0.0	0.000	0.00	819.73	819.24	818.39	817.92	818.14	817.67	818.21	817.74	818.23	817.76	1.34	1.32
10-11	69.00	8.5	2.19	0.104	4.1	10	0.250	88.093	1.79	0.10	0.540	0.248	0.586	0.170	0.97	0.048	0.037	7.9	0.062	10-11	0.110	0.04	1.5	0.002	2.4	0.008	0.01	819.24	818.75	817.90	816.39	817.65	816.14	817.71	816.20	817.76	816.25	1.34	2.36
11-12	98.06	1.5	0.46	0.073	2.9	10	0.250	40.33	0.82	0.04	0.427	0.165	0.410	0.102	0.35	0.006	0.026	1.2	0.041	12-11	0.048	0.03	0.7	0.003	2.4	0.008	0.01	818.05	818.75	816.85	816.40	816.60	816.15	816.64	816.19	816.65	816.20	1.20	2.35
9-13	99.00	1.5	0.69	0.067	2.7	10	0.250	49.33	1.01	0.03	0.400	0.148	0.370	0.086	0.40	0.008	0.023	1.6	0.037	9-13	0.045	0.02	0.9	0.000	2.4	0.002	0.00	819.73	818.90	818.36	817.68	818.11	817.43	818.15	817.47	818.16	817.48	1.37	1.22
13-14	99.00	1.5	1.28	0.060	2.4	10	0.250	67.35	1.37	0.02	0.362	0.124	0.315	0.067	0.50	0.013	0.020	2.5	0.031	13-14	0.044	0.02	1.2	0.001	2.4	0.003	0.00	818.90	817.85	817.68	816.41	817.43	816.16	817.46	816.19	817.47	816.21	1.22	1.44
14-17	101.00	1.5	3.40	0.050	2.0	10	0.250	109.76	2.24	0.01	0.292	0.092	0.239	0.041	0.65	0.022	0.015	5.0	0.023	14-17	0.045	0.01	2.1	0.000	0.0	0.000	0.00	817.85	816.46	816.41	812.97	816.16	812.72	816.18	812.74	816.20	812.77	1.44	3.49
14-15	39.00	1.5	2.79	0.052	2.0	10	0.250	99.517	2.03	0.02	0.362	0.124	0.315	0.067	0.73	0.027	0.020	5.4	0.031	14-15	0.058	0.02	1.8	0.002	2.4	0.007	0.01	817.85	817.43	816.40	815.31	816.15	815.06	816.18	815.09	816.21	815.12	1.45	2.12
11-15	99.00	10.3	1.10	0.127	5.0	10	0.250	62.43	1.27	0.17	0.624	0.315	0.716	0.229	0.79	0.032	0.045	4.8	0.079	11-15	0.111	0.06	1.1	0.001	0.0	0.000	0.00	818.75	817.43	816.38	815.29	816.13	815.04	816.21	815.12	816.24	815.15	2.37	2.14
15-18	101.00	11.0	1.80	0.119	4.7	10	0.250	79.86	1.63	0.14	0.590	0.289	0.668	0.205	0.96	0.047	0.042	7.4	0.072	15-18	0.119	0.05	1.4	0.004	0.0	0.000	0.00	817.43	815.60	815.28	813.46	815.03	813.21	815.10	813.29	815.15	813.33	2.15	2.14
18-21	80.58	11.5	0.80	0.141	5.5	10	0.250	53.24	1.08	0.22	0.672	0.362	0.795	0.266	0.73	0.027	0.050	3.9	0.091	18-21	0.118	0.07	0.9	0.005	0.0	0.000	0.00	815.60	814.45	813.46	812.82	813.21	812.57	813.30	812.66	813.33	812.68	2.14	1.63
21-PE	87.84	12.0	3.00	0.111	4.4	10	0.250	103.10	2.10	0.12	0.570	0.270	0.630	0.188	1.20	0.073	0.039	11.6	0.068	21-PE	0.141	0.05	1.8					814.45	814.54	812.79	810.15	812.54	809.90	812.61	809.97	812.68	810.04	1.66	4.39
22-19	55.33	1.5	0.78	0.066	2.6	10	0.250	52.48	1.07	0.03	0.400	0.148	0.370	0.086	0.43	0.009	0.023	1.8	0.037	22-19	0.046	0.02	0.9	0.000	0.0	0.000	0.00	814.64	815.61	813.84	813.41	813.59	813.16	813.63	813.20	813.64	813.21	0.80	2.20
19-16	55.33	1.5	0.50	0.072	2.8	10	0.250	42.09	0.86	0.04	0.427	0.165	0.410	0.102	0.37	0.007	0.026	1.3	0.041	19-16	0.048	0.03	0.7	0.000	2.4	0.001	0.00	815.61	816.57	813.41	813.13	813.16	812.88	813.20	812.92	813.21	812.93	2.20	3.44
16-17	36.00	1.5	0.50	0.072	2.8	10	0.250	42.09	0.86	0.04	0.427	0.165	0.410	0.102	0.37	0.007	0.026	1.3	0.041	16-17	0.048	0.03	0.7	0.002	2.4	0.003	0.00	816.57	816.46	813.13	812.95	812.88	812.70	812.92	812.74	812.93	812.75	3.44	3.51
18-17	39.05	1.5	1.63	0.057	2.3	10	0.250	76.00	1.55	0.02	0.362	0.124	0.315	0.067	0.56	0.016	0.020	3.1	0.031	18-17	0.047	0.02	1.4	0.001	2.4	0.004	0.01	815.60	816.46	813.53	812.89	813.28	812.64	813.31	812.68	813.33	812.69	2.07	3.57
17-20	80.65	2.3	1.90	0.066	2.6	10	0.250	82.05	1.67	0.03	0.400	0.148	0.370	0.086	0.67	0.023	0.023	4.3	0.037	17-20	0.060	0.02	1.5	0.010	0.0	0.000	0.01	816.46	814.74	812.96	811.42	812.71	811.17	812.74	811.21	812.77	811.23	3.50	3.32
20-PE	87.39	2.6	1.30	0.074	2.9	10	0.250	67.87	1.38	0.04	0.427	0.165	0.410	0.102	0.59	0.018	0.026	3.3	0.041	20-PE	0.059	0.03	1.2					814.74	813.36	811.42	810.28	811.17	810.03	811.21	810.07	811.22	810.09	3.32	3.08

## CAPÍTULO 5

### 5. DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO PLUVIAL

#### 5.1. Generalidades

Las tuberías de alcantarillado pluvial tienen como finalidad conducir y evacuar las aguas provenientes del proceso natural de la lluvia, Sucúa al estar ubicada en el Oriente del país y debido a su temperatura se tiene un clima “cálido húmedo” por lo que las lluvias causan importantes daños en las estructuras ocasionando pérdidas económicas.

#### 5.2. Criterios de diseño

Se seguirá la normativa del CÓDIGO ECUATORIANO DE LA CONSTRUCCIÓN DE PARTE IX OBRAS SANITARIAS CO 10.07 – 601, además las precipitaciones tomadas del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), necesarios para el diseño del alcantarillado pluvial.

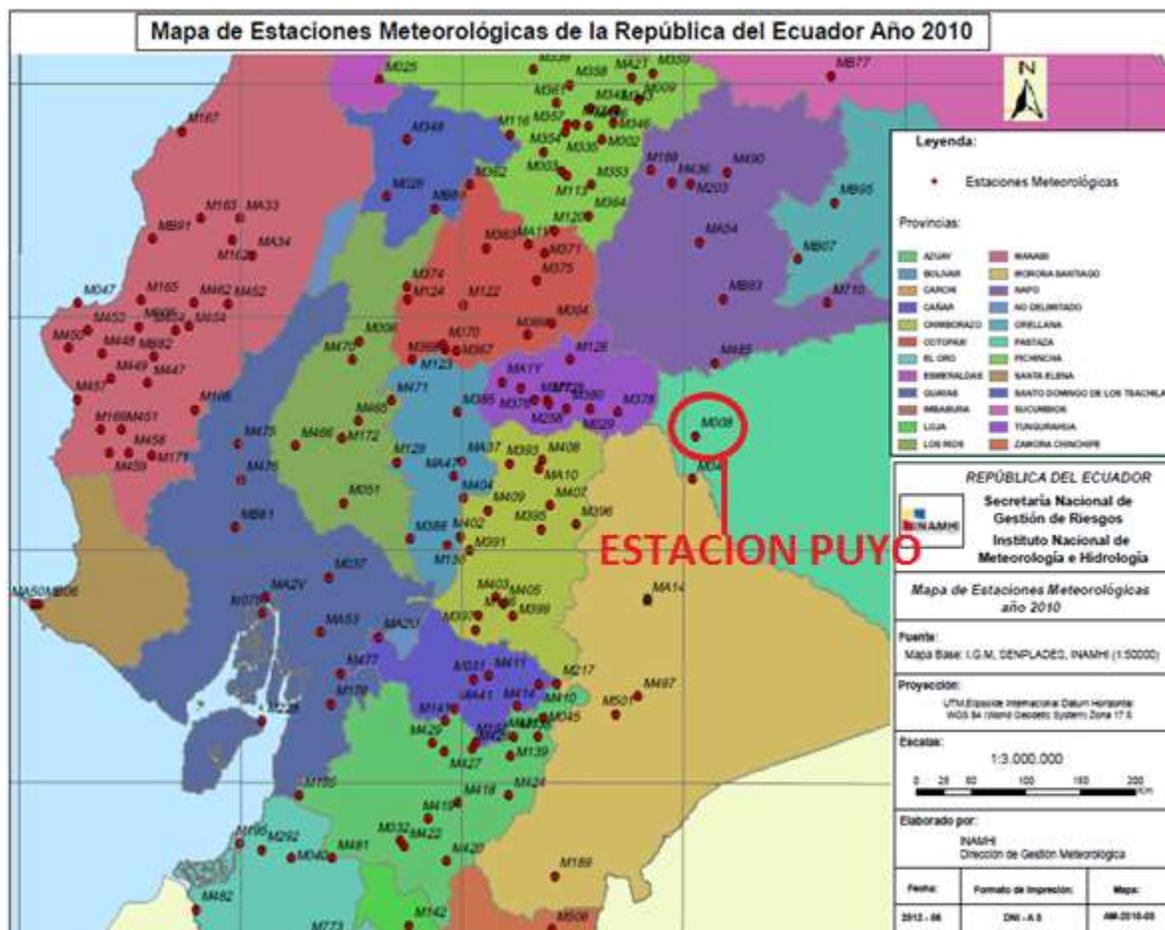
##### 5.2.1. Hidrología

Parte fundamental en el diseño del alcantarillado pluvial, es conocer las intensidades de lluvia producidas en la zona del proyecto, siguiendo estos lineamientos se obtendrá el gasto de drenaje para el alcantarillado pluvial.

El (INAMHI), como entidad proveedora de datos hidrológicos, proporciona información de precipitaciones para obtener la intensidad de lluvia para el periodo de retorno asignado.

Para el proyecto se consideró la estación meteorológica más cercana a la zona y que tenga características similares para asegurar un adecuado diseño como es la **ESTACIÓN M008 PUYO**, la misma que se encuentra ubicada en la provincia de Pastaza en la cuenca del río Pastaza; latitud  $01^{\circ} 30' 20.4''$ , longitud  $77^{\circ} 57' 29.80''$ , a una altura de 956msnm y a una distancia de 153.8 km de la ciudad de Sucúa.

Figura 5.1  
Mapa de la red de estaciones meteorológicas del Ecuador



Fuente: I.G.M, INAMHI Anuarios Meteorológicos, Elaborado por: INAMHI

### 5.2.2. Diámetro

El diámetro mínimo para las tuberías será de **250 mm**. Las conexiones domiciliarias tendrán un diámetro mínimo de **160 mm** y una pendiente mínima de 1%.

### 5.2.3. Velocidad

En alcantarillado pluvial la velocidad mínima será de **0,9 m/s**, para caudal máximo instantáneo, en cualquier época del año.

La velocidad máxima para el diseño del alcantarillado ya se presentó en la tabla 4.2 correspondiente al diseño de alcantarillado sanitario y se tomarán esos datos.

El diseño hidráulico de las tuberías de alcantarillado puede realizarse utilizando la fórmula de Manning.

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

#### **5.2.4. Profundidad y ubicación de las tuberías**

*“Las tuberías de la red pluvial irán al centro de la calzada”. (Código Ecuatoriano de la construcción)*

Los colectores se diseñarán a profundidades que sean suficientes para recoger las aguas lluvias de las casas más bajas. La tubería va a soportar carga vehicular, por seguridad se considera un relleno mínimo de 1.2m de alto sobre la clave del tubo.

#### **5.2.5. Pendiente**

Los colectores por lo general siguen la pendiente del terreno natural para nuestro caso se tomara la pendiente de la rasante del terreno, obtenido del diseño geométrico vial.

El barrio 4 de Octubre está ubicado en una zona donde no existe mayor pendiente, según la topografía se evidenció pendientes bajas tipo planicie que oscilan entre **0.66% a 1.89 %** facilitando el diseño del alcantarillado. Las velocidades mínimas y máximas deberán cumplir las condiciones de auto-limpieza así mismo evitando la erosión del material de tubería.

#### **5.2.6. Pozos de revisión y pozos de salto**

Son estructuras que permiten el acceso desde la calle al interior de un sistema de alcantarillado.

Se seguirán los lineamientos del Código Ecuatoriano de la construcción numeral 5.2.3 expuestos en el diseño de alcantarillado sanitario.

### **5.2.7. Material de la tubería**

Para el proyecto se utilizará tuberías de hormigón y tuberías de plástico (PVC), esto es necesario por la complejidad del proyecto que va encaminado a un análisis comparativo multicriterial del sistema de alcantarillado separado con estos dos tipos de materiales.

### **5.2.8. Rugosidad**

Los coeficientes de rugosidad están en función del tipo de material usado, el coeficiente “n” para el hormigón será de **0.013** y para el PVC será de **0.011**.

### **5.2.9. Esfuerzo cortante**

Al igual que en el alcantarillado sanitario, se debe asegurar un esfuerzo cortante mínimo ( $\tau$ ) para garantizar un flujo auto-limpiante en la tubería con el caudal de diseño calculado.

En el caso de la lluvia de diseño, se especifica un esfuerzo cortante mínimo de 0.3 kg/m<sup>2</sup>. Debido a que la condición anterior se obtiene de valores extremos, es conveniente especificar un esfuerzo cortante para caudales con una mayor ocurrencia y por lo tanto se especifica que para el 10% de la capacidad a tubo lleno, el esfuerzo cortante sea superior a 0.15 kg/m<sup>2</sup>. (López Cualla, 2003, p440).

## **5.3. Determinación del caudal de diseño**

Para el diseño del alcantarillado pluvial se utilizará el método racional definido para superficies menores a 100 ha., con la ecuación:

$$Q = 0,00278 CIA \quad (5.1)$$

En donde:

Q = caudal de escurrimiento en m<sup>3</sup>/s.

0.00278 = factor de conversión de unidades.

C = coeficiente de escurrimiento (adimensional).

$I$  = intensidad de lluvia para una duración de lluvias igual al tiempo de concentración de la cuenca en estudio, en mm/h.

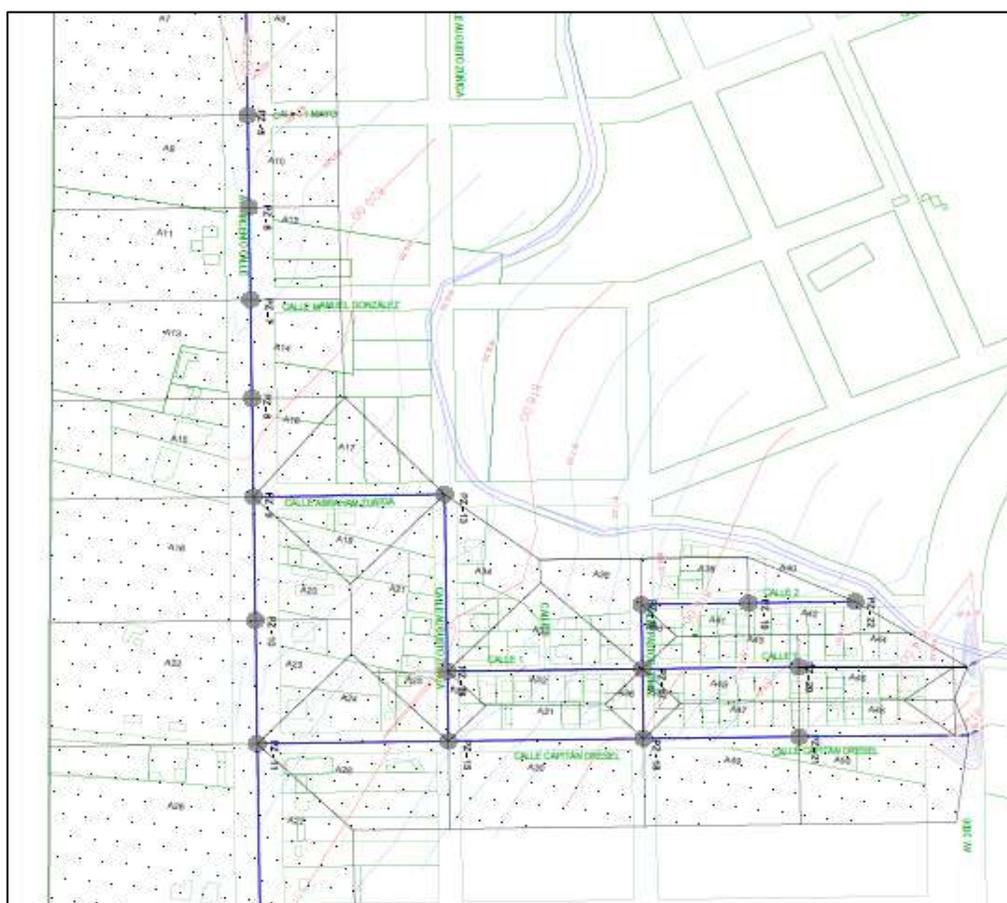
$A$  = Área del proyecto, en ha.

### 5.3.1. Área de drenaje ( $A$ )

El área de drenaje o áreas tributarias contribuyen al escurrimiento de las aguas pluviales hacia los tramos de tubería, la distribución se la realizó de acuerdo a la urbanización existente, la planificación a futuro y la topografía del sector, se trazó diagonales o bisectrices a las manzanas del barrio y la delimitación de áreas se la puede ver en los planos respectivos.

El área de drenaje estimada es de **16.183 ha.**

Figura 5.2  
Áreas tributarias



Fuente: Plano catastral GAD Sucúa, Elaborado por: Autor

### 5.3.2. Coeficiente de escorrentía (C)

Es el trayecto que hace el agua lluvia para llegar desde un punto inicial hasta el sistema de drenaje, en este paso existe infiltración siendo un coeficiente de importancia la cual está en función de la permeabilidad.

Tabla 5-1  
Valores del coeficiente de escurrimiento

TIPO DE ZONA	VALORES DE C
Zonas centrales densamente construidas, con vías y calzadas pavimentadas	0,7 – 0,9
Zonas adyacentes al centro de menor densidad poblacional con calles pavimentadas	0,7
Zonas residenciales medianamente pobladas	0,55 – 0,65
Zonas residenciales con baja densidad	0,35 – 0,55
Parques, campos de deportes	0,1 – 0,2

Fuente: CÓDIGO ECUATORIANO DE LA CONSTRUCCIÓN DE PARTE IX OBRAS SANITARIAS CO 10.07 –

601

El sector en estudio al estar ubicado en la zona urbana, además de contar con casas tipo villas de baja densidad ocupacional dispersas rodeadas de vegetación, de acuerdo a la tabla VII.3 del Código Ecuatoriano de Construcción, literal 5.4.2.2, para frecuencias entre 2 y 10 años se tomará para el proyecto un valor de  $C=0.45$  por estar ubicado en un zona con un tipo de superficie uniforme, por lo tanto no es necesario calcular un coeficiente de escurrimiento compuesto.

### 5.3.3. Intensidad de precipitación

A partir de las curvas intensidad, duración y frecuencia (IDF) se obtendrá la intensidad de lluvia para el área de estudio. Estas relaciones serán deducidas de registros de lluvias observados

durante un periodo de tiempo suficiente como para poder establecer frecuencias y probabilidades.

Se tiene la ecuación de las curvas IDF para datos de precipitación de la estación M008 Puyo.

$$I = \frac{a * T^b}{t^c} \quad (5.2)$$

Donde:

I = Intensidad (mm/hr)

t = Duración de la lluvia (min)

T = Periodo de retorno (años)

a, b, c = Parámetros de ajuste

Para encontrar los parámetros de ajuste a, b, c de la fórmula de la intensidad se parte de la estimación de la precipitación máxima en 24 horas para la estación pluviométrica seleccionada M008 Puyo, luego aplicando el método de Distribución Gumbel para un ajuste estadístico y además una serie de regresiones y cambios de variable para distintos periodos de retorno obtenemos la curva IDF y los valores de los parámetros de ajuste:

$$a = 483.6759$$

$$b = 0.093996$$

$$c = 0.61639$$

$$I = \frac{483.6759 * T^{0.093996}}{t^{0.61639}}$$

Tabla 5-2  
Precipitaciones máximas 2001-2012 en 24hrs. (mm) correspondientes a la estación Puyo.

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
2001	59.10	93.10	31.50	44.10	77.90	83.80	90.20	68.30	58.90	133.60	29.70	57.00	133.6
2002	58.40	49.30	59.80	61.10	74.15	87.20	85.90	69.80	60.70	77.00	68.10	59.80	87.2
2003	127.30	105.10	82.90	116.30	80.70	78.50	44.10	57.80	57.50	83.70	68.70	92.10	127.3
2004	85.00	41.20	84.50	50.20	133.50	50.70	70.40	74.30	78.20	78.30	66.80	88.00	133.5
2005								33.10	55.80	58.60	98	92.10	98.0
2006	33.90	53.90	71.50	83.30	62.00	105.40	46.10	52.70	70.00	123.40	30.50	70.30	123.4
2007	46.10	49.40	81.90	82.80	80.60	82.30	42.80	49.70	22.70	80.60	66.70	102.50	102.5
2008	50.20	43.70	31.40	101.20	101.00	111.40	83.60	75.30	69.80	48.40	99.30	54.90	111.4
2009	138.30	50.20	36.40	104.40	53.80	57.80	72.00	63.10	59.20	143.10	47.20	73.60	143.1
2010	44.50	94.80	63.80	81.20	122.30	42.90	79.70	57.20	34.30	41.40	51.50	74.20	122.3
2011	90.60	134.70	85.00	48.20	74.80	34.60	58.10	48.50	33.30	62.40	91.30	58.60	134.7
2012	62.00	71.80	63.10	76.80	56.50	48.90	51.00	75.30	33.10	80.80	71.20	61.90	754.7
<b>MAX</b>	138.3	134.7	85.0	116.3	133.5	111.4	90.2	75.3	78.2	143.1	99.3	102.5	143.1

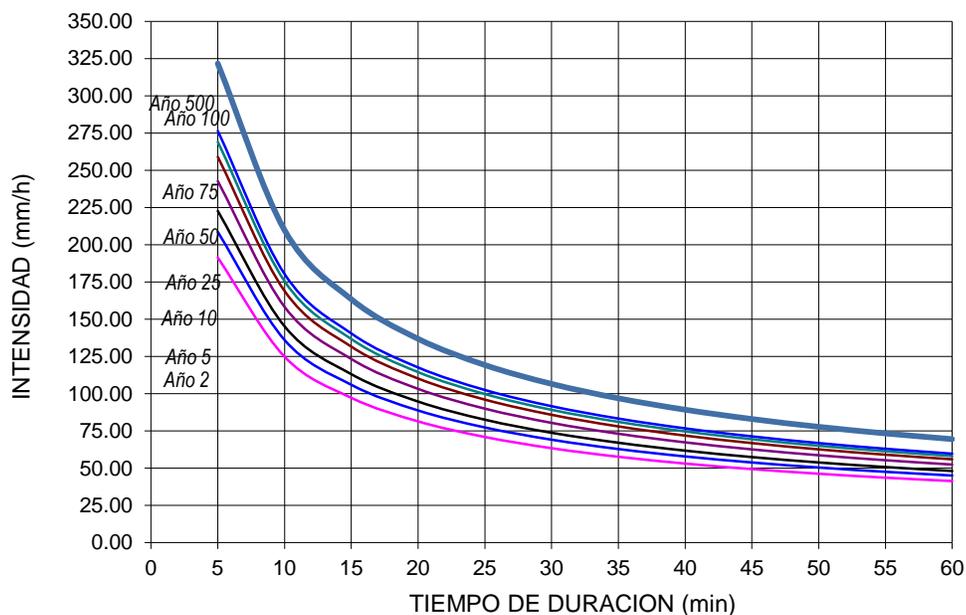
Fuente: Anuarios Meteorológicos-Hidrológicos de INAMHI, Elaborado: Autor

Tabla 5-3  
Tabla de intensidad - Tiempo de duración - Periodo de retorno

Frecuencia	Duración en minutos											
años	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
2	191.43	124.87	97.26	81.45	70.99	63.44	57.69	53.13	49.41	46.31	43.66	41.38
5	208.65	136.10	106.01	88.78	77.37	69.15	62.88	57.91	53.86	50.47	47.59	45.11
10	222.70	145.27	113.14	94.76	82.58	73.80	67.11	61.81	57.48	53.87	50.79	48.14
25	242.73	158.33	123.32	103.28	90.01	80.44	73.15	67.37	62.65	58.71	55.36	52.47
50	259.07	168.99	131.62	110.23	96.07	85.86	78.07	71.91	66.87	62.67	59.09	56.00
75	269.13	175.56	136.73	114.52	99.80	89.19	81.11	74.70	69.47	65.10	61.39	58.18
100	276.51	180.37	140.48	117.65	102.54	91.64	83.33	76.75	71.37	66.88	63.07	59.77
500	321.67	209.83	163.43	136.87	119.28	106.60	96.94	89.28	83.03	77.81	73.37	69.54

Fuente: Anuarios Meteorológicos, Elaborado: Autor.

Figura 5.3  
Curvas Intensidad – Duración - Frecuencia



Fuente: Anuarios Meteorológicos, Elaborado: Autor

#### 5.3.4. Período de retorno

“Número promedio de años en el cual un evento dado será igualado o excedido”. (Código Ecuatoriano de Construcción)

Para la selección del periodo de retorno o frecuencia de lluvia se considera que se tiene un sistema de micro drenaje constituido por pavimentos, cunetas, sumideros y colectores.

En la siguiente tabla se presentan los valores de las frecuencias de diseño que pueden utilizarse para el proyecto.

Tabla 5-4  
Frecuencia de diseño en tuberías del alcantarillado pluvial.

AREA DE DRENAJE	Frecuencia de diseño (años)		
	Mínimo	Aceptable	Recomendable
Tuberías iniciales con área de drenaje inferior a 2 ha.			
-Zona residencial	2	2	3
-Zona industrial o comercial	2	3	5

Tuberías con área de drenaje entre 2 y 10 ha, independientemente de su uso.	2	3	5
Tuberías con área de drenaje mayor de 10 ha.	5	5	10

Fuente: Elementos de Diseño Para Acueductos y Alcantarillados, Ricardo López Cualla, 2 Ed, 2003, p 432.

Para el proyecto se seleccionó una frecuencia de diseño de **3 años** que es la recomendable para una zona residencial.

### 5.3.5. Duración de la lluvia

Numerosos estudios han demostrado que para un caudal máximo la duración de la lluvia es igual al tiempo de concentración del área drenada teniendo una superficie de pendiente uniforme.

El tiempo de concentración es el tiempo que tarda en llegar el agua desde el punto más alejado de la cuenca hasta el colector, estará en función de la pendiente de la superficie, del almacenamiento en las depresiones, de la lluvia, superficie, cobertura del suelo, longitud de escurrimiento, etc. Código Ecuatoriano de Construcción, numeral 5.4.2.6 recomienda valores entre 10 min y 30 min para áreas urbanas.

El tiempo total de concentración es igual al tiempo de concentración inicial ( $T_i$ ) más el tiempo de recorrido dentro del colector.

Para determinar el tiempo inicial de concentración se adopta el criterio de la Soil Conservation Service (SCS) definido por las ecuaciones 5.3, 5.4 y la tabla 5.5, y para “*El tiempo de recorrido dentro del colector se determina a partir del conocimiento de la velocidad media de flujo real en la tubería y la distancia entre pozos*” (López Cualla, 2003, p.437).

$$T_i = \frac{L}{60 * V_s} \quad (5.3)$$

$$V_s = a * S^{\frac{1}{2}} \quad (5.4)$$

En donde:

$T_i$  = tiempo de concentración inicial (min)

L = distancia de recorrido (m)

Vs = velocidad superficial (m/s)

a = constante de la velocidad superficial

S = pendiente media del terreno

Tabla 5-5  
*Constante de la velocidad superficial en la ecuación del SCS*

Tipo de superficie	a
Bosques con sotobosque denso	0.70
Pastos y patios	2.00
Áreas cultivadas en surcos	2.70
Suelos sin coberturas	3.15
Áreas pavimentadas y tramos iniciales de quebradas	6.50

Fuente: Elementos de Diseño Para Acueductos y Alcantarillados, Ricardo López Cualla, 2 Ed, 2003, p.437.

Para los tramos iniciales el tiempo de concentración en los colectores se tomara un valor de 10 min, y una constante de velocidad superficial de 6.50.

Cuadros de caudales de las descargas para tubería de PVC y Hormigón Simple.

Tabla 5-6  
*Caudales en las descargas*

PVC		Hormigón Simple	
Descargas	Caudales l/s.	Descargas	Caudales l/s.
7-S	824.97	7-S	812.70
13-S	298.30	13-S	294.30
22-S	63.70	22-S	63.20
23-S	1066.60	23-S	1049.40

#### 5.4. Sumideros

Son estructuras encargadas de recolectar el agua de la superficie de la calzada y conducirla hacia la tubería de alcantarillado pluvial, se colocan a los dos lados de la calzada en las esquinas de las manzanas antes de los cruces peatonales también suelen colocarse en las depresiones o

puntos bajos. La conexión al alcantarillado será en los pozos de revisión directamente cada sumidero o a su vez con la unión de dos sumideros.

Tabla 5-7  
*Características para la tubería de sumideros*

Tubería de Sumideros	
Diámetro mínimo tubería	200 mm
Pendiente mínima	2%
Longitud máxima	15 m

Fuente: Ricardo López Cualla, 2 Ed, 2003, p.456 .Elaborado: Autor

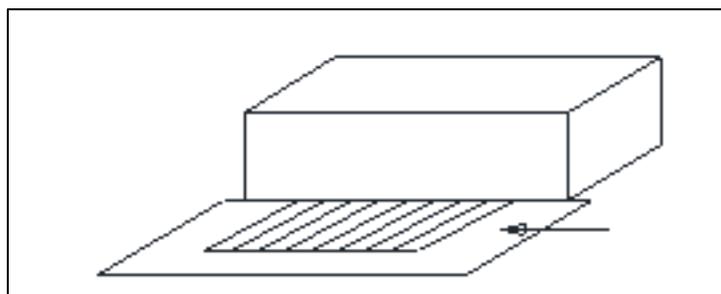
#### 5.4.1. Clasificación de los sumideros.

Tipos de sumideros:

- Sumidero de ventana
- Sumidero de cuneta
- Sumidero mixto
- Sumidero de calzada

Para el presente proyecto se utilizara sumideros de cuneta que son los más utilizados en la zona urbana del Cantón Sucúa por la facilidad de construcción, el costo e intensidad de lluvia. Su captación es mediante una rejilla con orientación perpendicular al sentido del flujo de escorrentía para facilitar el tránsito.

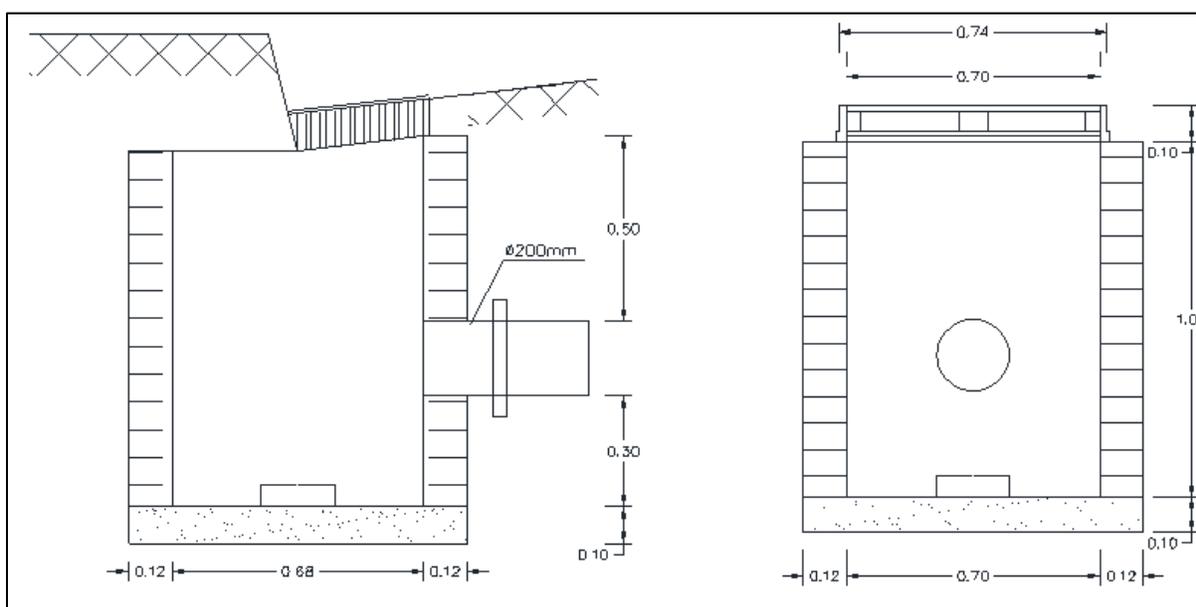
Figura 5.4  
*Sumideros de cuneta sin depresión*



Fuente: Elementos de Diseño Para Acueductos y Alcantarillados, Ricardo López Cualla, 2 Ed, 2003, p.458.

Por el arrastre de arenas, por tener zonas sin recubrimiento vegetal y por la falta de pavimentación los sumideros se diseñarán con desarenador lo cual conlleva un mantenimiento periódico para impedir la descomposición del material acumulado mismo que se acelera por el tipo de clima templado húmedo de la región.

Figura 5.5  
*Sumidero de cuneta con desarenador.*



Fuente: Ricardo López Cualla, 2 Ed, 2003, p.461.

#### 5.4.2. Diseño hidráulico de los sumideros

Para el diseño de sumideros hay que considerar que la capacidad de captación debe ser consistente con el diseño hidráulico de la red de tuberías del alcantarillado. Ricardo López Cualla, 2 Ed, 2003, p.462.

##### 5.4.2.1. Capacidad de transporte de la cuneta

La capacidad de transporte de la cuneta aguas arriba del sumidero está en relación directa con la pendiente longitudinal de la calzada, el ancho de inundación y el calado máximo en el borde de acera.

Para el cálculo del caudal se utiliza la ecuación de Manning con la suposición de un flujo permanente y uniforme, además con una sección triangular.

$$Q = 0.375 \left( \frac{Z}{n} \right) Y^{8/3} S_o^{1/2} \quad (5.5)$$

Dónde:

Q: caudal en la cuneta (m<sup>3</sup>/s)

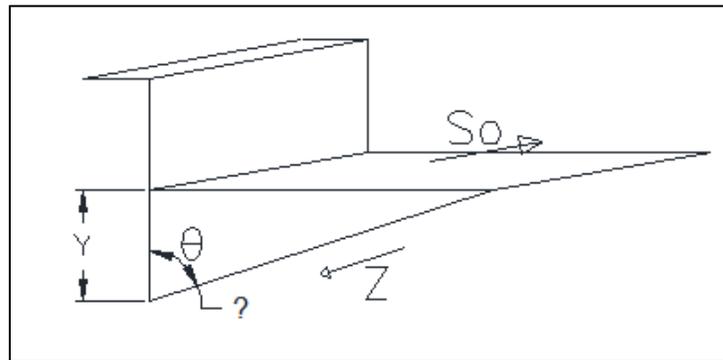
Z: inverso de la pendiente transversal de la cuneta

Y: profundidad máxima de aproximación al sumidero (m)

S<sub>o</sub>: pendiente longitudinal de la calzada

n: coeficiente de rugosidad de Manning

Figura 5.1  
*Sección de flujo en la cuneta*



Fuente: Elementos de Diseño Para Acueductos y Alcantarillados, Ricardo López Cualla, 2 Ed, 2003, p.463.

#### 5.4.2.2. Diseño de sumideros en cuneta

Para el diseño se utilizará la siguiente ecuación:

$$Q = 2.96 A_0 (Y + a)^{1/2} \quad (5.6)$$

Dónde:

Q: caudal de aproximación en la cuneta (m<sup>3</sup>/seg)

Y: profundidad máxima de aproximación al sumidero (m)

$A_0$ : Área neta de flujo de la rejilla (m<sup>2</sup>)

a: depresión de la cuneta (m)

Cálculos:

- Caudal máximo en la cuneta.

Datos			
So	0.66	%	Pendiente longitudinal de la calle
S	2	%	Pendiente transversal de la cuneta
Z	50		Inverso de la pendiente transversal de la cuneta
n	0.015		Coefficiente de rugosidad de Manning para pavimento

T: superficie destinada para el flujo de agua.

$$Q = 0.375 \left( \frac{Z}{n} \right) Y^{8/3} S_o^{1/2}$$

$$T = 1.7 \text{ m}$$

$$Y = T * S = 170 * \frac{2}{100}$$

$$Y = 3.4 \text{ cm} = 0.034 \text{ m}$$

$$Q_c = 0.375 \left( \frac{50}{0.015} \right) * (0.034)^{8/3} * \left( \frac{0.66}{100} \right)^{1/2}$$

$$Q_c = 0.0123 \text{ m}^3/\text{s}$$

- Dimensionamiento del sumidero de cuneta: Asumiendo una rejilla de 35x50cm se tiene

$$Q = 2.96 A_0 (Y + a)^{1/2}$$

Para el área neta de la rejilla tenemos una separación entre barras de 3cm

$$Q = 2.96 * (0.0533) * (0.034 + 0)^{1/2}$$

$$Q = 0.030 \text{ m}^3/\text{s}$$

El caudal se puede reducir el 25% por la obstrucción de la rejilla: Entonces tenemos:

$$Q = 0.023 \text{ m}^3/\text{s}$$

Con lo anterior tenemos que  $(Q_c)$  es menor que  $(Q)$ , por lo tanto satisface el caudal que puede llegar a la rejilla, por lo tanto se asume una dimensión estándar de 35x50 cm.

Tabla 5-8  
Diseño hidráulico de alcantarillado pluvial PVC

C	0.45	
v	0.8	m/s
n	0.011	
γ	9810	N/m <sup>3</sup>

longitud	100	m
pendiente	1	%
a	6.5	
Vs	0.65	m/s

k	0.1
k	0.2

Diseño hidráulico y empate por la línea de energía de colectores del alcantarillado pluvial con tubería de PVC																																																	
Pozo	Área (ha)		Tc (min)				Frec. (años)	I (mm/hr)	I (L/sHa)	Q.Dis. (L/s)	Long (m)	S	Diametro		Dc (m)	Qo (L/s)	Vo (m/s)	Q/Qo	0.1x	V/Vo	d/D	R/Ro	H/D	V (m)	R (kg/m <sup>2</sup> )	τ (kg/m <sup>2</sup> )	t1o (m)	V2/2g (m)	d (m)	E (m)	H (m)	NF	Pérdida energía (m)				Cota Rasante		Cota clave		Cota batea		Cota lamina		Cota Energía		Prof. a clave		
	De-A	Atot.	C	Tct	ΔTc s	ΔTc r							error	diámetro (m)																			diámetro (")	n(")	r(m)	h tran.	Rc/D	h curv.	h tot.	De	A	De	A	De	A	De	A	De	A
1-2	1.024	0.45	10.0	0.7	0.7	-99	3.0	124.6	346.5	159.6	64.05	0.67	0.366	14.4	16	0.378	173.6	1.55	0.92	0.10	1.027	0.843	1.207	0.966	1.59	0.11	0.75	0.37	0.13	0.32	0.45	0.37	0.8	0.003	0.0	0.000	0.003	823.00	822.94	821.800	821.370	821.422	820.992	821.741	821.311	821.869	821.439	1.200	1.570
2-3	2.092	0.45	10.7	0.6	0.6	-123	3.0	120.5	335.0	315.3	64.05	0.59	0.485	19.1	22	0.527	394.4	1.81	0.80	0.10	0.984	0.756	1.202	0.739	1.78	0.16	0.92	0.46	0.16	0.40	0.56	0.39	0.9	0.002	0.0	0.000	0.002	822.94	822.56	821.403	821.025	820.876	820.498	821.274	820.897	821.436	821.058	1.537	1.535
3-4	3.092	0.45	11.3	0.5	0.5	-138	3.0	117.3	326.0	453.6	58.04	0.55	0.563	22.2	25	0.592	520.2	1.89	0.87	0.10	1.007	0.804	1.219	0.852	1.90	0.18	0.97	0.48	0.18	0.48	0.66	0.50	0.9	0.011	0.0	0.000	0.011	822.56	822.19	820.988	820.668	820.395	820.076	820.871	820.552	821.056	820.737	1.572	1.522
4-5	4.486	0.45	11.8	0.7	0.7	-202	3.0	113.4	315.2	636.4	95.40	0.83	0.591	23.3	25	0.592	639.1	2.32	1.00	0.10	1.041	0.914	1.172	1.344	2.42	0.17	1.41	0.72	0.30	0.54	0.84	0.80	0.9	0.003	0.0	0.000	0.003	822.19	821.31	820.479	819.687	819.887	819.095	820.428	819.636	820.725	819.933	1.711	1.623
5-6	5.237	0.45	12.4	0.3	0.3	-215	3.0	111.5	310.0	730.6	51.68	0.85	0.620	24.4	28	0.669	893.8	2.55	0.82	0.10	0.990	0.770	1.208	0.767	2.52	0.20	1.68	0.83	0.32	0.51	0.84	0.51	1.1	0.004	0.0	0.000	0.004	821.31	820.88	819.761	819.322	819.092	818.653	819.607	819.168	819.931	819.492	1.549	1.558
6-7	6.004	0.45	12.8	0.3	0.3	-233	3.0	109.8	305.3	824.8	51.68	0.90	0.642	25.3	28	0.669	919.7	2.62	0.90	0.10	1.018	0.826	1.212	0.915	2.67	0.20	1.79	0.88	0.36	0.55	0.91	0.61	1.1	0.044	0.0	0.000	0.044	820.88	820.51	819.242	818.776	818.573	818.108	819.125	818.660	819.488	819.023	1.638	1.734
7-5	6.004	0.45	12.8	0.3	0.5	-266	3.0	109.8	305.3	824.9	95.21	1.17	0.611	24.1	28	0.669	1048.7	2.99	0.79	0.10	0.980	0.750	1.200	0.725	2.93	0.20	2.30	1.15	0.44	0.50	0.94	0.48	1.3					820.51	819.10	818.709	817.595	818.040	816.926	818.542	817.428	818.978	817.865	1.801	1.505
7-8	0.829	0.45	10.0	0.6	0.6	-108	3.0	125.5	348.9	130.2	55.07	0.93	0.320	12.6	16	0.378	203.9	1.82	0.64	0.10	0.918	0.651	1.151	0.568	1.67	0.11	0.99	0.51	0.14	0.25	0.39	0.21	1.1	0.000	0.0	0.000	0.000	820.51	820.12	819.310	818.800	818.932	818.422	819.178	818.668	819.320	818.810	1.200	1.320
8-9	1.537	0.45	10.6	0.6	0.6	-108	3.0	121.6	338.1	233.9	55.07	0.64	0.427	16.8	22	0.527	410.7	1.88	0.57	0.10	0.885	0.608	1.125	0.510	1.67	0.15	0.93	0.49	0.14	0.32	0.46	0.27	1.0	0.004	1.2	0.057	0.060	820.12	819.73	818.875	818.522	818.348	817.995	818.668	818.316	818.810	818.457	1.245	1.208
9-13	2.055	0.45	11.1	0.9	0.9	-133	3.0	116.0	322.6	298.3	99.00	0.71	0.458	18.0	22	0.527	432.6	1.98	0.69	0.10	0.941	0.686	1.172	0.614	1.87	0.15	1.08	0.55	0.18	0.36	0.54	0.32	1.0	0.021	0.0	0.000	0.021	819.73	818.90	818.385	817.682	817.858	817.155	818.219	817.516	818.397	817.694	1.345	1.218
13-5	2.055	0.45	11.1	0.9	0.1	-244	3.0	116.0	322.6	298.3	22.63	2.20	0.371	14.6	22	0.527	761.5	3.49	0.39	0.10	0.787	0.488	0.992	0.381	2.75	0.13	2.82	1.70	0.39	0.26	0.64	0.20	2.0					818.90	818.55	817.558	817.060	817.031	816.533	817.288	816.790	817.673	817.176	1.342	1.490
9-10	0.95	0.45	10.0	0.7	0.7	-97	3.0	124.2	345.3	147.6	69.00	0.71	0.352	13.9	16	0.378	178.5	1.59	0.83	0.10	0.993	0.778	1.211	0.783	1.58	0.11	0.80	0.39	0.13	0.29	0.42	0.30	0.9	0.022	0.0	0.000	0.022	819.73	819.24	818.530	818.040	818.152	817.662	818.446	817.956	818.573	818.083	1.200	1.200
10-11	1.911	0.45	10.7	0.4	0.4	-227	3.0	121.2	336.9	289.7	69.00	1.92	0.376	14.8	22	0.527	711.4	3.26	0.41	0.10	0.802	0.504	1.014	0.395	2.62	0.13	2.52	1.48	0.35	0.27	0.61	0.21	1.8	0.019	1.0	0.140	0.159	819.24	818.75	817.973	816.648	817.446	816.122	817.712	816.387	818.061	816.736	1.267	2.102
14-15	0.114	0.45	10.0	0.4	0.4	-104	3.0	126.6	352.1	18.1	39.00	3.90	0.116	4.6	10	0.236	118.8	2.72	0.15	0.10	0.600	0.298	0.686	0.213	1.63	0.04	1.55	1.35	0.14	0.07	0.21	0.05	2.3	0.037	2.4	0.027	0.064	817.85	817.43	816.650	815.130	816.414	814.894	816.484	814.964	816.620	815.100	1.200	2.300
17-18	0.076	0.45	10.0	0.4	0.4	-97	3.0	126.5	351.7	12.0	39.05	4.84	0.096	3.8	10	0.236	132.4	3.03	0.09	0.10	0.520	0.232	0.554	0.161	1.58	0.03	1.55	1.67	0.13	0.05	0.18	0.04	2.6	0.033	2.4	0.025	0.058	816.46	815.60	815.260	813.370	815.024	813.134	815.079	813.189	815.206	813.316	1.200	2.230
12-11	1.432	0.45	10.0	1.5	1.5	-34	3.0	118.8	330.4	212.9	98.06	0.20	0.510	20.1	25	0.592	316.8	1.15	0.67	0.10	0.931	0.672	1.163	0.595	1.07	0.17	0.34	0.18	0.06	0.40	0.46	0.35	0.6	0.019	1.0	0.023	0.043	818.05	818.75	816.850	816.650	816.258	816.058	816.656	816.456	816.714	816.514	1.200	2.100
11-15	3.953	0.45	11.5	0.7	0.7	-178	3.0	114.4	317.9	565.5	99.00	0.71	0.583	22.9	25	0.592	591.1	2.15	0.96	0.10	1.036	0.876	1.197	1.103	2.22	0.18	1.23	0.62	0.25	0.52	0.77	0.65	0.9	0.025	0.0	0.000	0.025	818.75	817.43	816.293	815.590	815.701	814.998	816.220	815.517	816.471	815.769	2.457	1.840
15-18	4.721	0.45	12.3	0.5	0.5	-294	3.0	111.4	309.7	657.9	101.00	1.68	0.525	20.7	25	0.592	909.2	3.30	0.72	0.10	0.955	0.705	1.182	0.644	3.15	0.17	2.88	1.46	0.51	0.42	0.92	0.38	1.6	0.010	0.0	0.000	0.010	817.43	815.60	815.411	813.715	814.819	813.122	815.237	813.540	815.743	814.046	2.019	1.885
18-21	5.330	0.45	12.8	0.4	0.4	-274	3.0	109.1	303.2	727.2	80.58	1.33	0.569	22.4	25	0.592	809.0	2.94	0.90	0.10	1.018	0.826	1.212	0.915	2.99	0.18	2.34	1.15	0.46	0.49	0.94	0.54	1.3	0.090	0.0	0.000	0.090	815.60	814.45	813.684	812.612	813.091	812.020	813.581	812.509	814.036	812.964	1.916	1.838
21-24	5.883	0.45	13.3	0.6	0.6	-214	3.0	106.2	295.2	781.6	87.84	0.80	0.643	25.3	28	0.669	867.1	2.47	0.90	0.10	1.018	0.826	1.212	0.915	2.51	0.20	1.59	0.78	0.32	0.55	0.87	0.61	1.0	0.007	1.1	0.129	0.136	814.45	814.47	812.669	811.966	812.000	811.297	812.552	811.850	812.874	812.172	1.781	2.504
24-23	5.883	0.45	13.8	0.3	0.3	-197	3.0	105.0	291.8	772.4	38.23	0.69	0.658	25.9	28	0.669	805.3	2.29	0.96	0.10	1.036	0.876																											

Tabla 5-9  
Diseño hidráulico de alcantarillado pluvial con tubería de Hormigón Simple

C	0.45	
v	0.8	m/s
n	0.013	
γ	9810	N/m <sup>3</sup>

longitud	100	m
pendiente	1	%
a	6.5	
Vs	0.65	m/s

k	0.1
k	0.2

Diseño hidráulico y empate por la línea de energía de colectores del alcantarillado pluvial con tubería de H <sup>o</sup> S																																																		
Pozo	Área (ha)			Tc (min)				Frec.	I	I	QDis.	Long	S	Diametro		Dc	Qo	Vo	Q/Qo	0.1x	V/Vo	d/D	R/Ro	H/D	V	R	τ	τ10	V2/2g	d	E	H	NF	Pérdida energía (m)				Cota Rasante		Cota clave		Cota batea		Cota lamina		Cota Energía		Prof. a clave		
	De-A	Atot.	C	Tct	ΔTcs	ΔTcr	error							(años)	(mm/hr)																			(L/sHa)	(L/s)	(m)	diseño	(m)	(")	n(")	r(m)	(L/s)	(m/s)	Q/Qo	(m)	(kg/m <sup>2</sup> )	(kg/m <sup>2</sup> )	(m)	(m)	(m)
1-2	1.024	0.45	10.0	0.8	0.8	-74	3.0	124.0	344.6	158.8	64.05	0.67	0.389	15.3	16	0.400	170.8	1.36	0.93	0.10	1.027	0.852	1.204	0.995	1.40	0.12	0.79	0.39	0.10	0.34	0.44	0.40	0.7	0.004	0.0	0.000	0.004	1-2	823.00	822.94	821.800	821.370	821.400	820.970	821.741	821.311	821.840	821.410	1.200	1.570
2-3	2.092	0.45	10.8	0.6	0.6	-109	3.0	119.6	332.6	313.1	64.05	0.70	0.498	19.6	20	0.500	316.2	1.61	0.99	0.10	1.040	0.900	1.190	1.265	1.68	0.15	1.02	0.51	0.14	0.45	0.59	0.63	0.7	0.004	0.0	0.000	0.004	2-3	822.94	822.56	821.313	820.864	820.813	820.364	821.263	820.814	821.406	820.957	1.627	1.696
3-4	3.092	0.45	11.4	0.5	0.5	-134	3.0	116.4	323.6	450.3	58.04	0.74	0.565	22.2	24	0.600	528.7	1.87	0.85	0.10	1.001	0.791	1.216	0.815	1.87	0.18	1.32	0.65	0.18	0.47	0.65	0.49	0.9	0.005	0.0	0.000	0.005	3-4	822.56	822.19	820.901	820.471	820.301	819.871	820.775	820.346	820.954	820.524	1.659	1.719
4-5	4.486	0.45	11.9	0.7	0.7	-167	3.0	112.1	311.8	629.4	95.40	0.85	0.624	24.6	27	0.700	854.8	2.22	0.74	0.10	0.961	0.719	1.188	0.665	2.13	0.21	1.73	0.87	0.23	0.50	0.74	0.47	1.0	0.002	0.0	0.000	0.002	4-5	822.19	821.31	820.483	819.673	819.783	818.973	820.287	819.476	820.519	819.708	1.707	1.637
5-6	5.237	0.45	12.7	0.4	0.4	-177	3.0	110.1	306.0	721.2	51.68	0.85	0.657	25.9	27	0.700	854.8	2.22	0.84	0.10	0.997	0.785	1.214	0.798	2.21	0.21	1.77	0.87	0.25	0.55	0.80	0.56	0.9	0.003	0.0	0.000	0.003	5-6	821.31	820.88	819.607	819.168	818.907	818.468	819.456	819.017	819.706	819.267	1.703	1.712
6-7	6.004	0.45	13.1	0.4	0.4	-193	3.0	108.2	300.8	812.7	51.68	0.90	0.680	26.8	27	0.700	879.6	2.29	0.92	0.10	1.024	0.843	1.207	0.966	2.34	0.21	1.86	0.92	0.28	0.59	0.87	0.68	0.9	0.037	0.0	0.000	0.037	6-7	820.88	820.51	819.095	818.630	818.395	817.930	818.985	818.520	819.264	818.799	1.785	1.880
7-5	6.004	0.45	13.1	0.4	0.7	-204	3.0	108.2	300.8	812.7	95.21	1.00	0.666	26.2	27	0.700	927.1	2.41	0.88	0.10	1.011	0.813	1.215	0.871	2.44	0.21	2.09	1.03	0.30	0.57	0.87	0.61	1.0					7-5	820.51	819.10	818.590	817.638	817.890	816.938	818.459	817.507	818.762	817.809	1.920	1.462
7-8	0.829	0.45	10.0	0.7	0.7	-68	3.0	124.5	346.2	129.2	55.07	0.71	0.357	14.0	16	0.400	175.4	1.40	0.74	0.10	0.961	0.719	1.188	0.665	1.34	0.12	0.83	0.41	0.09	0.29	0.38	0.27	0.8	0.003	0.0	0.000	0.003	7-8	820.51	820.12	819.310	818.920	818.910	818.520	819.198	818.808	819.289	818.899	1.200	1.200
8-9	1.537	0.45	10.7	0.6	0.6	-93	3.0	120.4	334.8	231.6	55.07	0.70	0.445	17.5	20	0.500	316.2	1.61	0.73	0.10	0.958	0.710	1.184	0.654	1.54	0.15	1.02	0.51	0.12	0.36	0.48	0.33	0.9	0.003	1.2	0.049	0.051	8-9	820.12	819.73	818.920	818.535	818.420	818.035	818.775	818.390	818.896	818.511	1.200	1.195
9-13	2.055	0.45	11.3	1.0	1.0	-112	3.0	114.5	318.2	294.3	99.00	0.75	0.481	18.9	20	0.500	327.3	1.67	0.90	0.10	1.018	0.826	1.212	0.915	1.70	0.15	1.11	0.55	0.15	0.41	0.56	0.46	0.8	0.018	0.0	0.000	0.018	9-13	819.73	818.90	818.400	817.658	817.900	817.158	818.313	817.571	818.460	817.717	1.330	1.242
13-5	2.055	0.45	11.3	1.0	0.1	-216	3.0	114.5	318.2	294.3	22.63	2.38	0.387	15.2	20	0.500	583.1	2.97	0.50	0.10	0.850	0.563	1.079	0.458	2.52	0.13	3.15	1.74	0.32	0.28	0.61	0.23	1.7					13-5	818.90	818.55	817.593	817.055	817.093	816.555	817.375	816.836	817.700	817.161	1.307	1.495
9-10	0.95	0.45	10.0	0.8	0.8	-74	3.0	123.5	343.4	146.8	69.00	0.71	0.374	14.7	16	0.400	175.7	1.40	0.84	0.10	0.997	0.785	1.214	0.798	1.39	0.12	0.85	0.42	0.10	0.31	0.41	0.32	0.8	0.020	0.0	0.000	0.020	9-10	819.73	819.24	818.530	818.040	818.130	817.640	818.444	817.954	818.543	818.053	1.200	1.200
10-11	1.911	0.45	10.8	0.5	0.5	-203	3.0	120.3	334.5	287.6	69.00	2.15	0.391	15.4	20	0.500	554.2	2.82	0.52	0.10	0.860	0.576	1.094	0.472	2.43	0.14	2.88	1.57	0.30	0.29	0.59	0.24	1.6	0.019	1.0	0.120	0.139	10-11	819.24	818.75	817.945	816.461	817.445	815.961	817.733	816.249	818.033	816.549	1.295	2.289
14-15	0.114	0.45	10.0	0.5	0.5	-71	3.0	126.1	350.5	18.0	39.00	3.38	0.127	5.0	10	0.250	109.5	2.23	0.16	0.10	0.613	0.308	0.704	0.221	1.37	0.04	1.46	1.24	0.10	0.08	0.17	0.06	1.9	0.029	2.4	0.019	0.048	14-15	817.85	817.43	816.650	815.330	816.400	815.080	816.477	815.157	816.572	815.252	1.200	2.100
17-18	0.076	0.45	10.0	0.5	0.5	-70	3.0	126.0	350.4	12.0	39.05	4.66	0.103	4.0	10	0.250	128.5	2.62	0.09	0.10	0.520	0.232	0.554	0.161	1.36	0.03	1.58	1.71	0.09	0.06	0.15	0.04	2.2	0.025	2.4	0.019	0.044	17-18	816.46	815.6	815.260	813.440	815.010	813.190	815.068	813.248	815.162	813.342	1.200	2.160
12-11	1.432	0.45	10.0	1.7	1.7	-19	3.0	117.6	327.1	210.8	98.06	0.20	0.541	21.3	24	0.600	277.6	0.98	0.76	0.10	0.969	0.732	1.193	0.688	0.95	0.18	0.36	0.18	0.05	0.44	0.49	0.41	0.5	0.016	1.0	0.018	0.034	12-11	818.05	818.75	816.850	816.650	816.250	816.050	816.689	816.489	816.735	816.535	1.200	2.100
11-15	3.953	0.45	11.7	0.8	0.8	-151	3.0	112.8	313.6	557.9	99.00	0.79	0.605	23.8	27	0.700	824.0	2.14	0.68	0.10	0.936	0.678	1.167	0.604	2.00	0.20	1.58	0.81	0.20	0.47	0.68	0.42	1.0	0.018	0.0	0.000	0.018	11-15	818.75	817.43	816.522	815.740	815.822	815.040	816.296	815.514	816.501	815.719	2.228	1.690
15-18	4.721	0.45	12.5	0.6	0.6	-242	3.0	109.5	304.5	646.9	101.00	1.70	0.554	21.8	27	0.700	1208.8	3.14	0.54	0.10	0.870	0.588	1.107	0.487	2.73	0.19	3.23	1.74	0.38	0.41	0.79	0.34	1.5	0.007	0.0	0.000	0.007	15-18	817.43	815.60	815.609	813.892	814.909	813.192	815.321	813.604	815.701	813.984	1.821	1.708
18-21	5.330	0.45	13.2	0.5	0.5	-226	3.0	107.0	297.4	713.3	80.58	1.38	0.597	23.5	27	0.700	1089.1	2.83	0.65	0.10	0.922	0.658	1.155	0.576	2.61	0.20	2.74	1.42	0.35	0.46	0.81	0.40	1.3	0.021	0.0	0.000	0.021	18-21	815.60	814.45	813.870	812.758	813.170	812.058	813.631	812.519	813.978	812.866	1.730	1.692
21-24	5.883	0.45	13.7	0.7	0.7	-171	3.0	103.8	288.7	764.3	87.84	0.76	0.686	27.0	27	0.700	808.3	2.10	0.95	0.10	1.033	0.868	1.200	1.063	2.17	0.21	1.57	0.78	0.24	0.61	0.85	0.74	0.8	0.015	1.1	0.096	0.111	21-24	814.45	814.42	812.697	812.029	811.997	811.329	812.604	811.937				

## CAPÍTULO 6

### 6. INVERSIÓN EN OBRAS

En el presente capítulo se abordará el presupuesto para la implementación del sistema de alcantarillado tanto pluvial como sanitario para el barrio 4 de Octubre de la ciudad de Sucúa.

El presupuesto total del proyecto se entiende el costo de todos los rubros contemplados, además el porcentaje de los costos indirectos de acuerdo a lo dispuesto por la Ley de Contratación Pública. Este costo total servirá como base referencial para el año en el cual fuese elaborado.

En la siguiente tabla se presentan los presupuestos:

Tabla 6-1  
*Presupuestos Totales*

<b>PRESUPUESTOS</b>			
Tubería de PVC		Tubería de Hormigón Simple	
Separado	\$ 383,598.98	Separado	\$ 368,112.35
Combinado	\$ 223,249.44	Combinado	\$ 209,217.38

Elaborado: Autor

Para el presupuesto se tienen tres partes: el análisis de precios unitarios, las cantidades de obra y las especificaciones técnicas.

El análisis de precios unitarios se refiere a la valoración de cada rubro de la obra, aquí se pondrá en juego la experiencia y los criterios adquiridos por el ingeniero, de esta manera se pagaran por unidad de obra. En este análisis se tiene cuatro componentes: mano de obra, materiales, equipos y transporte.

Las especificaciones técnicas son un resguardo donde se detalla minuciosamente las características y condiciones que debe obedecer cada rubro del proyecto como: normativas, procedimientos, formas de pago y unidad de medida. Las especificaciones técnicas del proyecto,

están fundamentadas en la documentación base del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Sucúa cuya información fue solicitada mediante acuerdo con el mismo.

### 6.1. Presupuesto del sistema de alcantarillado separado con tuberías de PVC

ALCANTARILLADO PLUVIAL Y SANITARIO (PVC)						
Oferente:		COBOS JAIME, VERA CRISTIAN				
Ubicación:		SUCUA BARRIO 4 DE OCTUBRE				
Fecha:		16/08/2017				
PRESUPUESTO						
Item	Código	Descripción	Unidad	Cantidad	P.Unitario	P.Total
001		Tubería de alcantarillado				268,925.49
1,001	503002	Replanteo y nivelación de Vías	ml	1,791.26	1.14	2,042.04
1,002	502009	Excavación mecánica en suelo sin clasificar, 0<H<2 m	m3	6,723.54	3.30	22,187.68
1,003	502017	Relleno compactado con vibroapisonador, material de sitio	m3	4,363.06	5.57	24,302.24
1,004	502038	Cargado de material con minicargadora	m3	2,360.48	1.74	4,107.24
1,005	502042	Entibado continuo	m2	4,360.80	13.60	59,306.88
1,006	502064	Transporte de materiales hasta 6 km, incluye pago en escombrera	m3	2,360.48	1.92	4,532.12
1,008	551074	Tubería PVC d = 250 mm, U/E, perfilada.	ml	1,905.26	16.74	31,894.05
1,010	551076	Tubería PVC d = 400 mm, U/E, perfilada.	ml	577.00	33.92	19,571.84
1,011	551077	Tubería PVC d = 560 mm, U/E, perfilada.	ml	287.00	51.57	14,800.59
1,012	551078	Tubería PVC d = 630 mm, U/E, perfilada.	ml	433.00	76.15	32,972.95
1,013	551079	Tubería PVC d = 710 mm, U/E, perfilada.	ml	437.00	97.11	42,437.07
1,015	522079	Instalación de tubería PVC 250 mm	ml	1,905.26	1.12	2,133.89
1,017	522081	Instalación de tubería PVC 400 mm	ml	577.00	1.67	963.59
1,018	522082	Instalación de tubería PVC 560 mm	ml	287.00	1.85	530.95
1,019	522083	Instalación de tubería PVC 630 mm	ml	433.00	2.58	1,117.14
1,020	522084	Instalación de tubería PVC 710 mm	ml	437.00	3.21	1,402.77
1,021	502069	Rasanteo de zanja a mano	m2	4,360.80	1.06	4,622.45
2		Pozos				18,439.40
2,001	502009	Excavación mecánica en suelo sin clasificar, 0<H<2 m	m3	120.00	3.30	396.00
2,002	545006	Pozo de revisión h = 1.5 a 2 m, incluye encofrado metálico, tapa, cerco y/o brocal	u	46.00	382.70	17,604.20
2,003	502038	Cargado de material con minicargadora	m3	120.00	1.74	208.80
2,004	502064	Transporte de materiales hasta 6 km, incluye pago en escombrera	m3	120.00	1.92	230.40
3		Domiciliarias				53,301.05
3,001	502009	Excavación mecánica en suelo sin clasificar, 0<H<2 m	m3	1,445.19	3.30	4,769.13
3,002	545001	Pozo till d = 300 mm, incluye cerco y tapa con platina perimetral	u	296.00	89.63	26,530.48
3,003	502017	Relleno compactado con vibroapisonador, material de sitio	m3	1,350.36	5.57	7,521.51

3,004	502038	Cargado de material con minicargadora	m3	94.83	1.74	165.00
3,005	502064	Transporte de materiales hasta 6 km, incluye pago en escombrera	m3	94.83	1.92	182.07
3,006	506067	Contrapiso de piedra de 20 cm con H°S° f'c=180 kg/cm² de 5 cm	m2	87.00	16.59	1,443.33
3,007	551020	Tubería PVC d = 160 mm, U/E, perfilada.	ml	1,421.00	8.00	11,368.00
3,008	522005	Instalación de tubería PVC 160 mm	ml	1,421.00	0.93	1,321.53
4		<b>Seguridad</b>				1,833.15
4,001	548002	Parante con base de hormigón, 20 usos	u	165.00	5.83	961.95
4,002	548004	Señalización con cinta	ml	1,320.00	0.21	277.20
4,003	548009	Malla plástica de seguridad K0001, suministro e instalación, 5 usos	ml	660.00	0.90	594.00
<b>SUBTOTAL</b>						342,499.09
<b>IVA</b>						
<b>TOTAL</b>						12% 41,099.89
						383,598.98
Son: <b>TRESCIENTOS OCHENTA Y TRES MIL QUINIENTOS NOVENTA Y OCHO CON 98/100 DOLARES</b>						

### 6.3. Presupuesto del sistema de alcantarillado combinado con tuberías de PVC.

ALCANTARILLADO COMBINADO (PVC)						
<b>Oferente:</b>		COBOS JAIME, VERA CRISTIAN				
<b>Ubicación:</b>		SUCUA BARRIO 4 DE OCTUBRE				
<b>Fecha:</b>		16/08/2017				
PRESUPUESTO						
Item	Código	Descripción	Unidad	Cantidad	P.Unitario	P.Total
001		Tubería de alcantarillado				161,745.72
1,001	503002	Replanteo y nivelación de Vías	ml	1,791.26	1.14	2,042.04
1,002	502009	Excavación mecánica en suelo sin clasificar, 0<H<2 m	m3	3,356.11	3.30	11,075.16
1,003	502017	Relleno compactado con vibroapisonador, material de sitio	m3	2,177.74	5.57	12,130.01
1,004	502038	Cargado de material con minicargadora	m3	1,178.38	1.74	2,050.38
1,005	502042	Entibado continuo	m2	2,180.24	13.60	29,651.26
1,006	502064	Transporte de materiales hasta 6 km, incluye pago en escombrera	m3	1,178.38	1.92	2,262.49
1,008	551074	Tubería PVC d = 250 mm, U/E, perfilada.	ml	224.71	16.74	3,761.65
1,010	551076	Tubería PVC d = 400 mm, U/E, perfilada.	ml	556.16	33.92	18,864.95
1,011	551077	Tubería PVC d = 560 mm, U/E, perfilada.	ml	287.12	51.57	14,806.78
1,012	551078	Tubería PVC d = 630 mm, U/E, perfilada.	ml	532.16	76.15	40,523.98
1,013	551079	Tubería PVC d = 710 mm, U/E, perfilada.	ml	191.20	97.11	18,567.43

1,015	522079	Instalación de tubería PVC 250 mm.	ml	224.71	1.12	251.68
1,017	522081	Instalación de tubería PVC 400 mm.	ml	556.16	1.67	928.79
1,018	522082	Instalación de tubería PVC 560 mm.	ml	287.12	1.85	531.17
1,019	522083	Instalación de tubería PVC 630 mm.	ml	532.16	2.58	1,372.97
1,020	522084	Instalación de tubería PVC 710 mm.	ml	191.20	3.21	613.75
1,021	502069	Rasanteo de zanja a mano	m2	2,180.40	1.06	2,311.22
2		Pozos				8,837.00
2,001	502009	Excavación mecánica en suelo sin clasificar, 0<H<2 m	m3	60.00	3.30	198.00
2,002	545006	Pozo de revisión h = 1.5 a 2 m, incluye encofrado metálico, tapa, cerco y/o brocal	u	22.00	382.70	8,419.40
2,003	502038	Cargado de material con minicargadora	m3	60.00	1.74	104.40
2,004	502064	Transporte de materiales hasta 6 km, incluye pago en escombrera	m3	60.00	1.92	115.20
3		Domiciliarias				26,913.99
3,001	502009	Excavación mecánica en suelo sin clasificar, 0<H<2 m	m3	722.60	3.30	2,384.58
3,002	545001	Pozo till d = 300 mm, incluye cerco y tapa con platina perimetral	u	148.00	89.63	13,265.24
3,003	502017	Relleno compactado con vibroapisonador, material de sitio	m3	675.18	5.57	3,760.75
3,004	502038	Cargado de material con minicargadora	m3	47.42	1.74	82.51
3,005	502064	Transporte de materiales hasta 6 km, incluye pago en escombrera	m3	47.42	1.92	91.05
3,006	506067	Contrapiso de piedra de 20 cm con H <sup>o</sup> S <sup>o</sup> f'c=180 kg/cm <sup>2</sup> de 5 cm	m2	43.50	16.59	721.67
3,007	551020	Tubería PVC d = 160 mm, U/E, perfilada.	ml	740.00	8.00	5,920.00
3,008	522005	Instalación de tubería PVC 160 mm.	ml	740.00	0.93	688.20
4		Seguridad				1,833.15
4,001	548002	Parante con base de hormigón, 20 usos	u	165.00	5.83	961.95
4,002	548004	Señalización con cinta	ml	1,320.00	0.21	277.20
4,003	548009	Malla plástica de seguridad K0001, suministro e instalación, 5 usos	ml	660.00	0.90	594.00
				660.00		
<b>SUBTOTAL</b>						199,329.86
<b>IVA</b>						12%
<b>TOTAL</b>						223,249.44
Son: <b>DOSCIENTOS VEINTE Y TRES MIL DOSCIENTOS CUARENTA Y NUEVE CON 44/100 DOLARES</b>						

## 6.2. Presupuesto del sistema de alcantarillado separado con tuberías de Hormigón Simple.

ALCANTARILLADO PLUVIAL Y SANITARIO (HORMIGON)						
<b>Oferente:</b>		COBOS JAIME, VERA CRISTIAN				
<b>Ubicación:</b>		SUCUA BARRIO 4 DE OCTUBRE				
<b>Fecha:</b>		16/08/2017				
PRESUPUESTO						
Item	Código	Descripción	Unidad	Cantidad	P.Unitario	P.Total
001		Tubería de alcantarillado				254,062.35
1,001	503002	Replanteo y nivelación de Vías	ml	1,817.00	1.14	2,071.38
1,002	502009	Excavación mecánica en suelo sin clasificar, 0<H<2 m	m3	6,712.22	3.30	22,150.33
1,003	502017	Relleno compactado con vibroapisonador, material de sitio	m3	4,355.47	5.57	24,259.97
1,004	502038	Cargado de material con minicargadora	m3	2,356.75	1.74	4,100.75
1,005	502042	Entibado continuo	m2	4,360.48	13.60	59,302.53
1,006	502064	Transporte de materiales hasta 6 km, incluye pago en escombrera	m3	2,356.75	1.92	4,524.96
1,007	551021	Tubería Hormigón d = 250 mm	ml	1,950.33	12.48	24,340.12
1,008	551074	Tubería Hormigón d = 300 mm	ml	104.19	13.72	1,429.49
1,010	551076	Tubería Hormigón d = 400 mm	ml	556.16	20.34	11,312.29
1,011	551077	Tubería Hormigón d = 500 mm	ml	309.75	26.85	8,316.79
1,012	551078	Tubería Hormigón d = 600 mm	ml	156.10	33.58	5,241.84
1,013	551079	Tubería Hormigón d = 700 mm	ml	711.90	73.74	52,495.51
1,014	522006	Instalación de tubería Hormigón 250 mm (No incluye el tubo)	ml	1,950.33	4.84	9,439.60
1,015	522079	Instalación de tubería Hormigón 300 mm (No incluye el tubo)	ml	104.19	5.88	612.64
1,017	522081	Instalación de tubería Hormigón 400 mm (No incluye el tubo)	ml	556.16	7.44	4,137.83
1,018	522082	Instalación de tubería Hormigón 500 mm (No incluye el tubo)	ml	309.75	11.33	3,509.47
1,019	522083	Instalación de tubería Hormigón 600 mm (No incluye el tubo)	ml	156.10	12.63	1,971.54
1,020	522084	Instalación de tubería Hormigón 700 mm (No incluye el tubo)	ml	711.90	14.36	10,222.88
1,021	502069	Rasanteo de zanja a mano	m2	4,360.80	1.06	4,622.45
2		Pozos				19,475.19
2,001	502009	Excavación mecánica en suelo sin clasificar, 0<H<2 m	m3	226.92	3.30	748.84
2,002	545006	Pozo de revisión h = 1.5 a 2 m, incluye encofrado metálico, tapa, cerco y/o brocal	u	46.00	382.70	17,604.20
2,003	502038	Cargado de material con minicargadora	m3	306.60	1.74	533.48
2,004	502064	Transporte de materiales hasta 6 km, incluye pago en escombrera	m3	306.60	1.92	588.67
3		Domiciliarias				53,301.05
3,001	502009	Excavación mecánica en suelo sin clasificar, 0<H<2 m	m3	1,445.19	3.30	4,769.13
3,002	545001	Pozo till d = 300 mm, incluye cerco y tapa con platina perimetral	u	296.00	89.63	26,530.48

3,003	502017	Relleno compactado con vibroapisonador, material de sitio	m3	1,350.36	5.57	7,521.51
3,004	502038	Cargado de material con minicargadora	m3	94.83	1.74	165.00
3,005	502064	Transporte de materiales hasta 6 km, incluye pago en escombrera	m3	94.83	1.92	182.07
3,006	506067	Contrapiso de piedra de 20 cm con H°S° f'c=180 kg/cm² de 5 cm	m2	87.00	16.59	1,443.33
3,007	551020	Tubería PVC d = 160 mm.	ml	1,421.00	8.00	11,368.00
3,008	522005	Instalación de tubería PVC 160 mm.	ml	1,421.00	0.93	1,321.53
4		Seguridad				1,833.15
4,001	548002	Parante con base de hormigón, 20 usos	u	165.00	5.83	961.95
4,002	548004	Señalización con cinta	ml	1,320.00	0.21	277.20
4,003	548009	Malla plástica de seguridad K0001, suministro e instalación, 5 usos	ml	660.00	0.90	594.00
<b>SUBTOTAL</b>						328,671.74
<b>IVA</b>						12%
<b>TOTAL</b>						368,112.35
Son: <b>TRESCIENTOS SESENTA Y OCHO MIL CIENTO DOCE CON 35/100 DOLARES.</b>						

#### 6.4. Presupuesto del sistema de alcantarillado combinado con tuberías de Hormigón Simple.

ALCANTARILLADO COMBINADO (HORMIGON)						
<b>Oferente:</b>		COBOS JAIME, VERA CRISTIAN				
<b>Ubicación:</b>		SUCUA BARRIO 4 DE OCTUBRE				
<b>Fecha:</b>		16/08/2017				
PRESUPUESTO						
Item	Código	Descripción	Unidad	Cantidad	P.Unitario	P.Total
001		Tubería de alcantarillado				149,217.09
1,001	503002	Replanteo y nivelación de Vías	ml	1,791.26	1.14	2,042.04
1,002	502009	Excavación mecánica en suelo sin clasificar, 0<H<2 m	m3	3,356.11	3.30	11,075.16
1,003	502017	Relleno compactado con vibroapisonador, material de sitio	m3	2,177.74	5.57	12,130.01
1,004	502038	Cargado de material con minicargadora	m3	1,178.38	1.74	2,050.38
1,005	502042	Entibado continuo	m2	2,180.24	13.60	29,651.26
1,006	502064	Transporte de materiales hasta 6 km, incluye pago en escombrera	m3	1,178.38	1.92	2,262.49
1,007	551021	Tubería Hormigón d = 250 mm	ml	133.38	12.48	1,664.58
1,008	551074	Tubería Hormigón d = 300 mm	ml	91.33	13.72	1,253.05

1,010	551076	Tubería Hormigón d = 400 mm	ml	556.16	20.34	11,312.29
1,011	551077	Tubería Hormigón d = 500 mm	ml	287.12	26.85	7,709.17
1,012	551078	Tubería Hormigón d = 600 mm	ml	156.10	33.58	5,241.84
1,013	551079	Tubería Hormigón d = 700 mm	ml	567.18	73.74	41,823.85
1,014	522006	Instalación de tubería Hormigón 250 mm (No incluye el tubo)	ml	133.38	4.84	645.56
1,015	522079	Instalación de tubería Hormigón 300 mm (No incluye el tubo)	ml	91.33	5.88	537.02
1,017	522081	Instalación de tubería Hormigón 400 mm (No incluye el tubo)	ml	556.16	7.44	4,137.83
1,018	522082	Instalación de tubería Hormigón 500 mm (No incluye el tubo)	ml	287.12	11.33	3,253.07
1,019	522083	Instalación de tubería Hormigón 600 mm (No incluye el tubo)	ml	156.10	12.63	1,971.54
1,020	522084	Instalación de tubería Hormigón 700 mm (No incluye el tubo)	ml	567.18	14.36	8,144.70
1,021	502069	Rasanteo de zanja a mano	m2	2,180.40	1.06	2,311.22
2		Pozos				8,837.00
2,001	502009	Excavación mecánica en suelo sin clasificar, 0<H<2 m	m3	60.00	3.30	198.00
2,002	545006	Pozo de revisión h = 1.5 a 2 m, incluye encofrado metálico, tapa, cerco y/o brocal	u	22.00	382.70	8,419.40
2,003	502038	Cargado de material con minicargadora	m3	60.00	1.74	104.40
2,004	502064	Transporte de materiales hasta 6 km, incluye pago en escombrera	m3	60.00	1.92	115.20
3		Domiciliarias				26,913.99
3,001	502009	Excavación mecánica en suelo sin clasificar, 0<H<2 m	m3	722.60	3.30	2,384.58
3,002	545001	Pozo till d = 300 mm, incluye cerco y tapa con platina perimetral	u	148.00	89.63	13,265.24
3,003	502017	Relleno compactado con vibroapisonador, material de sitio	m3	675.18	5.57	3,760.75
3,004	502038	Cargado de material con minicargadora	m3	47.42	1.74	82.51
3,005	502064	Transporte de materiales hasta 6 km, incluye pago en escombrera	m3	47.42	1.92	91.05
3,006	506067	Contrapiso de piedra de 20 cm con H°S° f'c=180 kg/cm² de 5 cm	m2	43.50	16.59	721.67
3,007	551020	Tubería PVC d = 160 mm.	ml	740.00	8.00	5,920.00
3,008	522005	Instalación de tubería PVC 160 mm.	ml	740.00	0.93	688.20
4		Seguridad				1,833.15
4,001	548002	Parante con base de hormigón, 20 usos	u	165.00	5.83	961.95
4,002	548004	Señalización con cinta	ml	1,320.00	0.21	277.20
4,003	548009	Malla plástica de seguridad K0001, suministro e instalación, 5 usos	ml	660.00	0.90	594.00
<b>SUBTOTAL</b>						186,801.23
<b>IVA</b>						12%
<b>TOTAL</b>						209,217.38
Son: <b>DOSCIENTOS NUEVE MIL DOSCIENTOS DIECISIETE CON 38/100 DOLARES.</b>						

### 6.5. Costo de operación y mantenimiento

PRESUPUESTO						
Ítem	Código	Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario	P. Total
<b>1</b>		<b>MANTENIMIENTO</b>				<b>821.08</b>
1.001	507114	mantenimiento de pozos de revisión y colectores	mes	1	<b>821.08</b>	<b>821.08</b>
<b>SUBTOTAL</b>						<b>821.08</b>
<b>IVA</b>					12.00%	<b>98.53</b>
<b>TOTAL</b>						<b>919.61</b>

Son: NOVECIENTOS DIECINUEVE CON 61/100 DÓLARES

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
<b>RUBRO:</b>	mantenimiento de pozos de revisión				<b>UNIDAD:</b>	mes
<b>DETALLE:</b>						
<b>EQUIPOS</b>						
	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Tarifa</b>	<b>Costo Hora</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Costo</b>
	Herramienta manual y menor de construcción	5.00 %MO	38.728			38.728
<b>SUBTOTAL M</b>						38.728
<b>MANO DE OBRA</b>						
	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Jornal/Mes</b>	<b>Costo Hora</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Costo</b>
	Peón	1	384.72	3.41	1	384.72
	Albañil	1	389.83	3.45	1	389.83
<b>SUBTOTAL N</b>						774.55
<b>MATERIALES</b>						
	<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio Unit.</b>	<b>Costo</b>	
	CABLE ACERO D=1/4"	m	200	0.039	7.8	
<b>SUBTOTAL O</b>						7.8
<b>TRANSPORTE</b>						
	<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Tarifa</b>	<b>Costo</b>	
<b>SUBTOTAL P</b>						0
					<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>	821.078
					<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES: 0.000 %</b>	0
					<b>OTROS INDIRECTOS: 0.000 %</b>	0
					<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	821.078
<b>ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.</b>					<b>VALOR OFERTADO</b>	821.08

Las recomendaciones básicas para la Operación y Mantenimiento del Sistema de Alcantarillado pluvial y sanitario, se encuentran en el Capítulo 9, donde se detallan todas las actividades a seguir para su buen funcionamiento.

## CAPÍTULO 7

### 7. EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

La evaluación del impacto ambiental (IEA) causado por la implementación de obras de ingeniería pequeñas o de gran magnitud, es un análisis anticipado de las posibles consecuencias que generan al medio ambiente (flora y fauna) las distintas etapas de un proyecto: construcción, operación y mantenimiento, clausura y abandono. La prevención para disminuir al máximo la alteración de los ecosistemas conlleva a optar por un conjunto de estrategias que intentan el desarrollo del hombre y la naturaleza en completo equilibrio.

El barrio 4 de Octubre de la Ciudad de Sucúa como área del proyecto cuenta con una población de 339 habitantes y con un área aproximada de 161830 m<sup>2</sup>, la cual no cuenta con el servicio de alcantarillado por ello se ha visto la necesidad de implantar un proyecto de alcantarillado pluvial y sanitario. Para el alcantarillado sanitario las aguas serán conducidas hacia pozos existentes mismos que se encargaran de transportar a la planta depuradora que se encuentra en proceso de construcción, y para el alcantarillado pluvial se aprovechara la existencia del riachuelo Quimi que atraviesa el barrio en el cual se depositaran las aguas proveniente de las lluvias.

En este capítulo se pretende identificar y evaluar los posibles impactos ambientales producto de la ejecución del alcantarillado pluvial y sanitario para el Barrio 4 de Octubre de la ciudad de Sucúa.

Para la identificación de los posibles impactos ambientales en el área del proyecto se ha desarrollado según la ficha ambiental del SUIA donde además se plantea las medidas de mitigación.

Para este proyecto el marco legal ambiental a seguir será la Constitución de la República del Ecuador 2008, la Ley de Gestión Ambiental, la Ley de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental, el Código Orgánico Integral Penal (Registro Oficial Suplemento No. 180 de 10 de Febrero del 2014), la Reforma del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente de la Calidad Ambiental, la Ley Orgánica de Salud.



*Sistema Único de Información Ambiental*



**FORMATO DE FICHA AMBIENTAL**

**CATEGORÍA II**





<b>Fecha</b>	Febrero 2014
<b>Código:</b>	CII-02
<b>Versión:</b>	2.0
<b>Elaborado Por</b>	Especialistas Ambientales, CAN MAE.
<b>Revisado Por</b>	Coordinadores Dirección Nacional de Prevención de la Contaminación Ambiental.
<b>Aprobado Por</b>	Subsecretaría de Calidad Ambiental – MAE Dirección Nacional de Prevención de la Contaminación



## FICHA AMBIENTAL Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

### 1. PROYECTO, OBRA O ACTIVIDAD

IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO DE ALCANTARILLADO SEPARADO DEL BARRIO 4 DE OCTUBRE DE LA CIUDAD DE SUCÚA.

### 2. ACTIVIDAD ECONÓMICA.

Construcción y operación de sistemas de alcantarillado pluvial, sanitario y combinado (no incluye plantas de tratamiento de aguas residuales)

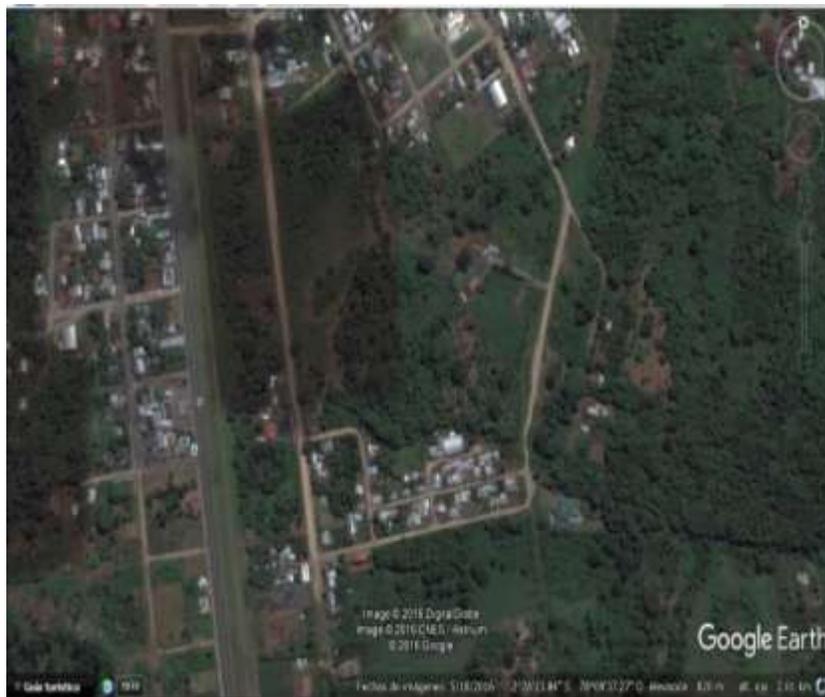
Código CCAN 23.4.2.2.1

Categoría II

### 3. DATOS GENERALES.

Sistema de coordenadas UTM WGS84, Zona:				
X:-2.471199	Y: -78.166410		Altitud: 818 m.s.n.m.	
Estado del proyecto, obra o actividad:	Construcción: X	Operación:	Cierre:	Abandono:
Dirección del proyecto, obra o actividad:				
Cantón: Sucúa	Ciudad: Sucúa		Provincia: Morona Santiago	
Parroquia: Urbana: X Rural:	Zona no delimitada: Barrio 4 de Octubre		Periférico:	
Datos del Promotor: COBOS CARRILLO JAIME HERNAN, VERA MEJIA CRISTIAN STYVEN				
Domicilio del promotor: Cuenca				
Correo electrónico del promotor: jaiher_18@hotmail.com cristianveram@hotmail.com			Teléfono: 0981124990 0999121620	
<b>Características de la zona:</b>				
Área del proyecto (ha o m2): 161 830 m2	Infraestructura (residencial, industrial, u otros): Alcantarillado pluvial y sanitario para el barrio 4 de Octubre de la ciudad de Sucúa.			

Mapa de ubicación: Hoja Topográfica (IGM), SIG (Arcgis), Google Earth.



### Equipos y accesorios principales.

1.-Tubería, codos	3.-Estación total	5.-Compactador mecánico
2.-Pozos de revisión	4.-Excavadora	6.-Volqueta

Observaciones:

### Requerimiento de personal.

### Espacio físico del proyecto.

Área Total (m <sup>2</sup> , ha): 161 830 m <sup>2</sup>	Área de Implantación (m <sup>2</sup> , ha):
Agua Potable: SI ( X ) NO ( )	Consumo de agua (m <sup>3</sup> ):
Energía Eléctrica: SI ( X ) NO ( )	Consumo de energía eléctrica (Kv):
Acceso Vehicular: SI ( X ) NO ( )	Facilidades de transporte para acceso: camiones, camionetas
Topografía del terreno: 0.66% – 1.89%	Tipo de Vía: carretera lastrada
Alcantarillado: SI ( ) NO ( X )	Telefonía: Móvil( X ) Fija ( X ) Otra ( )
Observaciones:	

<b>Situación del predio</b>		
Comunitarias:	Zonas restringidas:	
Otros (Detallar):		
Observaciones:		
<b>UBICACIÓN COORDENADAS DE LA ZONA DEL PROYECTO.</b>		
Sistema de coordenadas UTM WGS84 Zona (correspondiente al Huso Horario) para la creación de un polígono de implantación. (mínimo cuatro puntos)		
Este (X): -2.467750	Norte (Y): -78.168731	Altitud (msnm): 846
Este (X): -2.470524	Norte (Y): -78.167433	Altitud (msnm): 843
Este (X): -2.471156	Norte (Y): -78.164921	Altitud (msnm): 842
Este (X): -2.471817	Norte (Y): -78.168136	Altitud (msnm): 841

#### 4. MARCO LEGAL REFERENCIAL.

<b>MARCO LEGAL REFERENCIAL Y SECTORIAL</b>	
CONSTITUCIÓN DE LA REPUBLICA DEL ECUADOR 2008	Título I ELEMENTOS CONSTITUTIVOS DEL ESTADO Art. 3 Son deberes primordiales del Estado: Numeral 7 Proteger el patrimonio natural y cultural del país.
CONSTITUCIÓN DE LA REPUBLICA DEL ECUADOR 2008	Título II DERECHOS capítulo 2 Derechos del buen vivir Art. 14 Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, <i>sumak kawsay</i> . Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados.
CONSTITUCIÓN DE LA REPUBLICA DEL ECUADOR 2008	Título II DERECHOS capítulo 6 Derechos de libertad Art. 66 Se reconoce y garantizará a las personas: Numeral 27 El derecho a vivir en un ambiente sano, ecológicamente equilibrado, libre de contaminación y en armonía con la naturaleza.
CONSTITUCIÓN DE LA REPUBLICA DEL ECUADOR 2008	Título II DERECHOS capítulo 9 Responsabilidades Art. 83 Son deberes y responsabilidades de las ecuatorianas y los ecuatorianos, sin perjuicio de otros previstos en la

	<p>Constitución y la ley:</p> <p>Numeral 6 Respetar los derechos de la naturaleza, preservar un ambiente sano y utilizar los recursos naturales de modo racional, sustentable y sostenible.</p>
LEY DE GESTIÓN AMBIENTAL	<p>Título AMBITO Y PRINCIPIOS DE LA GESTION AMBIENTAL</p> <p>Art. 1 La presente Ley establece los principios y directrices de política ambiental; determina las obligaciones, responsabilidades, niveles de participación de los sectores público y privado en la gestión ambiental y señala los límites permisibles, controles y sanciones en esta materia.</p> <p>Art. 6 El aprovechamiento racional de los recursos naturales no renovables en función de los intereses nacionales dentro del patrimonio de áreas naturales protegidas del Estado y en ecosistemas frágiles, tendrán lugar por excepción previo un estudio de factibilidad económico y de evaluación de impactos ambientales.</p>
LEY DE GESTIÓN AMBIENTAL	<p>Título III INSTRUMENTOS DE GESTION AMBIENTAL</p> <p>Capítulo 2 DE LA EVALUACION DE IMPACTO AMBIENTAL Y DEL CONTROL AMBIENTAL</p> <p>Art. 19 Las obras públicas, privadas o mixtas, y los proyectos de inversión públicos o privados que puedan causar impactos ambientales, serán calificados previamente a su ejecución, por los organismos descentralizados de control, conforme el Sistema Único de Manejo Ambiental, cuyo principio rector será el precautelatorio.</p> <p>Art. 21 Los sistemas de manejo ambiental incluirán estudios de línea base; evaluación del impacto ambiental; evaluación de riesgos; planes de manejo; planes de manejo de riesgo; sistemas de monitoreo; planes de contingencia y mitigación; auditorías ambientales y planes de abandono. Una vez cumplidos estos requisitos y de conformidad con la calificación de los mismos, el Ministerio del ramo podrá otorgar o negar la licencia correspondiente.</p> <p>Art. 22 Los sistemas de manejo ambiental en los contratos que requieran estudios de impacto ambiental y en las actividades para las que se hubiere otorgado licencia ambiental, podrán ser evaluados en cualquier momento, a solicitud del Ministerio del ramo o de las personas afectadas.</p> <p>Art. 24 En obras de inversión públicas o privadas, las obligaciones que se desprendan del sistema de manejo ambiental, constituirán elementos del correspondiente contrato. La evaluación del impacto ambiental, conforme al reglamento especial será formulada y aprobada, previamente a la expedición de la autorización administrativa emitida por el</p>

	Ministerio del ramo.
LEY DE PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL	<p>Capítulo 1 DE LA PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DEL AIRE</p> <p>Art. 1 Queda prohibido expeler hacia la atmósfera o descargar en ella, sin sujetarse a las correspondientes normas técnicas y regulaciones, contaminantes que, a juicio de los Ministerios de Salud y del Ambiente, en sus respectivas áreas de competencia, puedan perjudicar la salud y vida humana, la flora, la fauna y los recursos o bienes del estado o de particulares o constituir una molestia.</p>
LEY DE PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL	<p>Capítulo 2 DE LA PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DE LAS AGUAS</p> <p>Art. 6 Queda prohibido descargar, sin sujetarse a las correspondientes normas técnicas y regulaciones, a las redes de alcantarillado, o en las quebradas, acequias, ríos, lagos naturales o artificiales, o en las aguas marítimas, así como infiltrar en terrenos, las aguas residuales que contengan contaminantes que sean nocivos a la salud humana, a la fauna, a la flora y a las propiedades.</p>
LEY DE PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL	<p>Capítulo 3 DE LA PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DE LOS SUELOS</p> <p>Art. 10 Queda prohibido descargar, sin sujetarse a las correspondientes normas técnicas y regulaciones, cualquier tipo de contaminantes que puedan alterar la calidad del suelo y afectar a la salud humana, la flora, la fauna, los recursos naturales y otros bienes.</p>
CÓDIGO ORGÁNICO INTEGRAL PENAL (REGISTRO OFICIAL SUPLEMENTO NO.180 DE 10 DE FEBRERO DEL 2014)	<p>Art. 69.- Penas restrictivas de los derechos de propiedad</p> <p>Art. 251.- Delitos contra el agua</p> <p>Art. 252.- Delitos contra suelo</p> <p>Art 253.- Contaminación del aire</p> <p>Art. 254.- Gestión prohibida o no autorizada de productos, residuos, desechos o sustancias</p> <p>Art. 255.- Falsedad u ocultamiento de información ambiental</p>
REFORMA DEL LIBRO VI DEL TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACIÓN SECUNDARIA DEL MINISTERIO DEL AMBIENTE DE LA CALIDAD AMBIENTAL	Art. 1
LEY ORGÁNICA DE SALUD	<p>Libro II Salud y seguridad ambiental</p> <p>Art. 95 La autoridad sanitaria nacional en coordinación con el Ministerio de Ambiente, establecerá las normas básicas para la preservación del ambiente en materias relacionadas con la salud humana, las mismas que serán de cumplimiento obligatorio para todas las personas naturales, entidades públicas, privadas y comunitarias.</p> <p>El Estado a través de los organismos competentes y el sector privado está obligado a proporcionar a la población,</p>

	información adecuada y veraz respecto del impacto ambiental y sus consecuencias para la salud individual y colectiva.
LEY ORGÁNICA DE SALUD	Título único Capítulo III Calidad del aire y de la contaminación acústica Art. 113 Toda actividad laboral, productiva, industrial, comercial, recreativa y de diversión; así como las viviendas y otras instalaciones y medios de transporte, deben cumplir con lo dispuesto en las respectivas normas y reglamentos sobre prevención y control, a fin de evitar la contaminación por ruido, que afecte a la salud humana.
LEY ORGÁNICA DE SALUD	Título único Capítulo V Salud y seguridad en el trabajo Art. 118 Los empleadores protegerán la salud de sus trabajadores, dotándoles de información suficiente, equipos de protección, vestimenta apropiada, ambientes seguros de trabajo, a fin de prevenir, disminuir o eliminar los riesgos, accidentes y aparición de enfermedades laborales.

## 5. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO, OBRA O ACTIVIDAD

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO
<p>El barrio 4 de Octubre de la ciudad de Sucúa como área del proyecto cuenta con una población de 339 habitantes y con un área aproximada de 161 830 m<sup>2</sup>, en donde no se tiene servicio de alcantarillado por ello se ha visto la necesidad de implantar un proyecto de alcantarillado pluvial y sanitario. Para el alcantarillado sanitario las aguas serán conducidas hacia pozos existentes mismos que se encargaran de transportar a la planta depuradora que se encuentra en proceso de construcción, y para el alcantarillado pluvial se aprovechara la existencia del riachuelo Quimi que atraviesa el barrio en el cual se depositaran las aguas proveniente de las lluvias.</p> <p>La infraestructura del alcantarillado será implantada por las calles Arcenio Calle, Abraham Zúñiga, Augusto Zúñiga, Capitán Dresel, calle 1, calle 2 y la calle Pastor Gómez distribuidas de Sur-Oeste para el alcantarillado sanitario y para el alcantarillado pluvial por el centro de las calles.</p> <p style="text-align: center;">Av. Arcenio Calle, calle 1.</p>



Fuente: Autor

El estudio y diseño del sistema de alcantarillado sanitario y pluvial se realiza buscando el mínimo costo y el máximo beneficio para los pobladores como para las instituciones relacionadas con este proyecto. Obteniendo como resultado la solución más eficiente a las necesidades de la zona.

Para este proyecto tomaremos como referencia libros relacionados con el alcantarillado lo que será una revisión bibliográfica de los temas, revisando las normas vigentes pertinentes: Código Ecuatoriano de la Construcción de Parte IX Obras Sanitarias CO 10.07 – 601.

Para el sistema de alcantarillado separado se utilizarán las normas vigentes con lo cual se seleccionaran parámetros de rugosidad para las distintas tuberías del proyecto. Se realiza un análisis social y ambiental en la zona a fin de formular un proyecto que sea eficiente por tanto sostenible.

Servicios básicos: el barrio cuenta con energía eléctrica, agua potable, telefonía e internet de acuerdo a la encuesta socioeconómica realizada.

Instalación: el alcantarillado sanitario y pluvial cuentan con sus respectivos pozos de inspección de Hormigón Simple y sus colectores de PVC los cuales van asentados sobre una cama de arena de 10 cm de espesor, para la protección del tubo los sellos de las juntas van con su respectivo aglutinante para prevenir la infiltración de las aguas transportadas hacia el suelo y viceversa.

Instalación de tubería.

Fuente: [www.alltravels.com/ecuadoresmeraldasrocafuertephotoscurrent-photo](http://www.alltravels.com/ecuadoresmeraldasrocafuertephotoscurrent-photo)

Mantenimiento: para evitar el taponamiento de los pozos y colectores se dará un mantenimiento periódico cada 6 meses.

#### Mantenimiento del alcantarillado



Fuente: [www.epam.gob.ec](http://www.epam.gob.ec)

Seguridad: para la construcción y mantenimiento del alcantarillado separado todo el personal contará con todas las medidas de seguridad como es el uso de guantes, casco, botas antideslizantes, máscaras y ropa adecuada.

#### Equipos de protección personal



Fuente: <http://www.imgrum.org>

#### 1. Obtención de datos de campo

Topografía del lugar, el estudio realizado con estación total, teniendo en cuenta que se tendrá que hacer un levantamiento altimétrico.

Encuestas

#### 2. Diseño de alcantarillado sanitario, para esto se necesitara los siguientes aspectos importantes:

Caudal de aguas residuales domésticas, ya que en la zona no existe proyectos relacionados con industrias, comercios e instituciones no se añadirá dichos aportes.

Caudal de infiltración

Otras especificaciones de diseño, como velocidad, esfuerzo cortante, diámetros mínimos, etc.

Análisis de población

3. Diseño de alcantarillado pluvial, incluye una serie de aspectos:

Descripción del sistema

Evaluación del caudal de diseño

Normas de diseño para alcantarillado pluviales

Sumideros de aguas lluvias

Canales de aguas lluvias

4. Presupuesto de alcantarillado

Análisis de precio unitario

Análisis de costos entre el alcantarillado sanitario y el alcantarillado pluvial

5. Recomendaciones para su construcción como para la operación y mantenimiento del sistema de alcantarillado sanitario y pluvial.

## 6. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO:

<b>INTERACCIÓN EN EL PROCESO</b>		
<b>MATERIALES, INSUMOS, EQUIPOS</b>	<b>FASE DEL PROCESO</b>	<b>IMPACTOS POTENCIALES</b>
REPLANTEO Y NIVELACIÓN	DISEÑO	-ALTERACIÓN DE LA GEOMORFOLOGÍA DEL SUELO POR LA UBICACIÓN DE ESTACAS Y MOJONES
EXCAVACIÓN MECÁNICA EN SUELO	CONSTRUCCIÓN	-ALTERACIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE POR LA GENERACIÓN DE GASES DE COMBUSTIÓN, POR GENERACIÓN DE POLVO Y OLORES.  -MODIFICACIÓN DE LA GEOMORFOLOGÍA DE LOS SUELOS.  -GENERACIÓN DE RUIDO POR LA OPERACIÓN DE LA MAQUINARIA
RELLENO Y COMPACTACIÓN CON MAQUINARIA	CONSTRUCCIÓN	-ALTERACIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE POR LA GENERACIÓN DE GASES DE COMBUSTIÓN, POR GENERACIÓN DE POLVO Y OLORES.  -GENERACIÓN DE RUIDO POR LA OPERACIÓN DE LA MAQUINARIA
CARGA Y TRANSPORTE DE MATERIALES CON MAQUINARIA	CONSTRUCCIÓN	-ALTERACIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE POR LA GENERACIÓN DE GASES DE COMBUSTIÓN, POR

		<p>GENERACIÓN DE POLVO Y OLORES.</p> <p>-GENERACIÓN DE RUIDO POR LA OPERACIÓN DE LA MAQUINARIA</p>
INSTALACIÓN DE TUBERÍAS	CONSTRUCCIÓN	<p>-GENERACIÓN DE RUIDO POR LA OPERACIÓN DE LA MAQUINARIA</p> <p>-CONTAMINACIÓN DE LOS SUELOS POR LA GENERACIÓN DE DESECHOS</p>
RECOLECCIÓN DE AGUAS LLUVIAS	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	<p>-CONTAMINACIÓN DEL AGUA POR EL ARRASTRE DE SEDIMENTOS PERJUDICIALES AL MEDIO AMBIENTE.</p> <p>-CONTAMINACIÓN DEL SUELO POR ARRASTRE DE SEDIMENTOS</p> <p>-ALTERACIÓN DE LAS AGUAS DE LOS CAUCES NATURALES</p>
RECOLECCIÓN DE AGUAS RESIDUALES	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	<p>-CONTAMINACIÓN DEL AGUA POR ROTURA DE TUBERÍAS.</p> <p>-CONTAMINACIÓN DEL SUELO POR ROTURA DE TUBERÍAS.</p> <p>-PRODUCCIÓN DE OLORES</p>
MANTENIMIENTO DEL ALCANTARILLADO	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	<p>-CONTAMINACIÓN DE SUELOS POR LA GENERACIÓN DE DESECHOS</p> <p>-ALTERACIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE POR LA GENERACIÓN DE GASES</p> <p>-AFECTACIÓN EN LA COMODIDAD DE LOS RESIDENTES DEL SECTOR</p>

## 7. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE IMPLANTACIÓN.

Proyecto de alcantarillado pluvial y sanitario para el Barrio 4 de Octubre del Cantón Sucúa con una área aproximada de 161 830 m<sup>2</sup>, considerando factores económicos, sociales, ambientales y técnicos, para la implementación y sostenibilidad del servicio.

Componente Socio ambiental

### 7.1. Físico

Los criterios deben incluir una descripción general de lo siguiente:

- Superficie del área de implantación

El Barrio 4 de Octubre del Cantón Sucúa con una área aproximada de 161 830 m<sup>2</sup>

- Altitud

El área del proyecto se encuentra a una altitud promedio de 818 m.s.n.m.

– Clima

Según el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Sucúa (PD y OT, 2012), menciona que debido a las características de relieve del territorio, se presenta una variabilidad en cuanto a la temperatura media anual que va desde los 4° C en la zona alta del parque nacional Sangay, hasta los 26 °C en la zona baja del Valle Oriental. Existe una gran variabilidad en la precipitación media anual que va desde los 1000-3000 mm.

Los vientos normalmente soplan en la dirección Norte – Este, anualmente la velocidad promedio es de 2.73m/s y van en aumento a medida que se dirigen hacia el Sur en todo el año, alcanzando velocidades máximas de 3.4m/s en el mes de Diciembre. En los meses de febrero a septiembre la velocidad mínima promedio es 2.5m/s y en el mes de junio se registra la velocidad más baja cuyo valor es 2.1m/s. (Cuadro 2.8); la presencia de estos vientos calientes y húmedos contribuye para las precipitaciones. (PD y OT, 2012, p.49)

La evapotranspiración fenómeno debido al cual los seres vivos (en especial la vegetación) pierden agua en forma de vapor, al igual que el suelo. En la región la Eto es aproximadamente 981mm, con un máximo diario, entre 3.04-3.22mm/día, en los meses de octubre y noviembre; Un mínimo en julio de 2.20mm. Cabe indicar que es un fenómeno físico y depende de varios factores tales como la radiación solar, efecto invernadero y la velocidad del viento. (PD y OT, 2012)

La humedad está omnipresente en toda la región amazónica, debido a esto el clima asociado a esta región se llama “*cálido húmedo*”. Es un factor indispensable en el mantenimiento y el desarrollo del espacio amazónico puesto que forma parte del ciclo de precipitaciones. (PD y OT, 2012)

– Geología, geomorfología, suelos

El Cantón está constituido por doce formaciones geológicas entre las que se distinguen: Unidad Chapiza, Alao-Paute, Hollín, Tena, Napo, Mera, Santiago, Tarquí, grupo Margajitas, Serie Volcánica y Rocas metamórficas indiferenciadas.

El análisis geológico es indispensable para comprender, desarrollar y planificar el territorio, además permite reconocer e identificar la presencia de recursos minerales, aguas subterráneas y también evitar los riesgos naturales.

Cada formación geológica contiene cuerpos de rocas específicas, lo que constituye una riqueza para el Cantón, los mismos pueden ser explotados. (PD y OT, 2012)

– Zonas de Riesgo (sismicidad, zonas inundables, fallas geológicas, etc.)

La identificación de las diferentes amenazas, peligros o vulnerabilidades, presentes en territorio y lugares consolidados, permite que se tome medidas preventivas y de mitigación.

Se puede identificar dos tipos de amenazas, naturales y antrópicas. (PD y OT, 2012)

## Riegos y Amenazas del Cantón

Comunidad / Sector	X	Y	Parroquia	Riesgo/amenaza	Ocurrencia
El Tesoro	813987,480	9714931,214	Huambi	Accidentes de tránsito en la Vía (E45)	Alto
María Auxiliadora	822175,808	9725420,012	Sucúa	Socavamiento por el río	Alto
Estr. Huambinimi	816378,194	9721913,916	Sucúa	Accidentes de tránsito en la Vía (E45)	Alto
Puente río Upano paso Saip	819682,794	9728936,750	Sucúa	Deslizamiento de tierra	Alto
Acceso Sur de Huambi	815924,960	9720199,110	Huambi	Accidentes de tránsito en la Vía (E45)	Alto
Acceso Norte de Huambi	814866,680	9718351,440	Huambi	Accidentes de tránsito en la Vía (E45)	Alto
Distribuidor de tráfico terminal	814697,437	9728743,130	Sucúa	Accidentes de tránsito en la Vía (E45)	Alto
Redondel sur de Sucúa	814906,300	9725662,460	Sucúa	Accidentes de tránsito en la Vía (E45)	Alto
Barrio 5 Esquinas	815080,918	9727395,130	Sucúa	Accidentes de tránsito en la Vía (E45)	Alto
Barrio Sur	814713,001	9727183,090	Sucúa	Accidentes de tránsito en la Vía (E45)	Alto
Mercado 1 de Mayo	814957,680	9727744,750	Sucúa	Accidentes de tránsito en la Vía (E45)	Alto
Arapicos	815901,544	9734042,574	Sta. Marianita	Accidentes de tránsito en la Vía (E45)	Alto
Nuevo Israel	817534,696	9729660,502	Sucúa	Completamente vulnerable	Medio
El Triunfo	806194,413	9723276,079	Sucúa	Deslizamiento de tierra, Inundación	Medio
Wawaime	823504,509	9724765,535	Sucúa	Inundación	Medio
Barrio San Rubén	816223,154	9717842,131	Huambi	Inundación	Medio
Diamante	800293,946	9723579,069	Asunción	Deslizamiento de tierra	Bajo
San Luis del Mirador	812705,843	9723812,793	Asunción	Deslizamiento de tierra	Bajo
Kumpas	817345,306	9715961,919	Huambi	Deslizamiento de tierra	Bajo
Bellavista	816198,656	9730816,825	Sta. Marianita	Zona propensa a inundaciones	Bajo
Tambache	807382,097	9732669,993	Sucúa	Deslizamiento de tierra	Bajo
Cuyataza	811345,286	9728843,153	Sucúa	Deslizamiento de tierra	Bajo

Fuente: TNC, PROMAS, ECORAE

Elaborado: Equipo Técnico GAD-Sucúa, PD y OT

– Pendiente, y tipo de suelo

El sector donde se encuentra ubicado el Barrio presenta una topografía plana con unas pendientes bajas tipo planicie, que oscilan entre 0.66% a 1.89 %. Al Este del barrio se encuentra la quebrada de nombre Quimi, en donde algunos ciudadanos le ocupan para evacuar sus aguas

residuales, tiene una pendiente tipo escarpada.

– Hidrología, aire, ruido

En general, se puede decir que en el Cantón la precipitación media anual es de 1750 mm que es una de las características principales de la Amazonía, a más de la humedad con lluvias abundantes durante todo el año. Para el análisis de la precipitación se tomó los datos de la estación Puyo M008, serie 2001-2011, basándonos que en la estación Macas no se encuentra datos suficientes para hacer el análisis de la precipitación, escogiendo la estación Puyo la cual es la más parecida, estos dato se pueden observar en la tabla 1.1.

## 7.2. Biótico

Los criterios deben incluir una descripción general de:

– Ecosistemas

Un ecosistema está formado por una variedad de organismos que interactúan entre sí y con medio circundante.

En el espacio geográfico del territorio cantonal se encuentra tres ecosistemas que albergan especies endémicas de flora y fauna los mismos que se ha delimitado de acuerdo a varios parámetros y/o características biológicas, físicas y ecológicas propias de nuestro medio como son:

Bosque, Páramo y Antrópico, tiene que ver con las diferentes actividades humanas.

– Cobertura vegetal

Dentro del cantón Sucúa se identifican los siguientes usos y coberturas de suelo los mismos que se han incrementado o disminuido debido a factores antrópicos. (PD y OT, 2012)

Análisis y descripción del uso y cobertura del suelo.

Unidad de Uso o cobertura de Suelo	Año 2000 (ha)	%	Año 2008 (ha)	%	Diferencia (ha)	%
Bosque	85889.6900	65.52	79450.0868	60.61	-6439.6032	-4.91
Cuerpo de agua	1553.7162	1.19	1619.2424	1.24	65.5262	0.05
Otras tierras	37.1871	0.03	30.8750	0.02	-6.3121	0.00
Tierra agropecuaria	29663.4947	22.63	36133.9630	27.56	6470.4683	4.94
Vegetación arbustiva y herbácea	13650.1862	10.41	13529.6297	10.32	-120.5565	-0.09
Zona antrópica	293.8500	0.22	324.3272	0.25	30.4772	0.02

Fuente: TNC, PROMAS, ECORAE

Elaborado: Equipo Tecnico GAD-Sucua, PD y OT

– Flora y Fauna básica asociada

La flora del sector especies vegetales, arbóreas, arbustivas se encuentran afectadas principalmente por la deforestación causada por el hombre.

La fauna, especies animales del Cantón se encuentran amenazadas por la caza indiscriminada, para la zona del proyecto no se tendrá mayor alteración a la fauna.

### 7.3. Social

Los criterios deben incluir una descripción general de:

– Demografía

Geográficamente, la población está concentrada en las áreas urbanas de las Parroquias Sucúa, Santa Marianita y Huambi así como en sus comunidades. La población se encuentra mayormente concentrada en la cabecera cantonal. Seguida de las poblaciones de Huambi, Asunción y Santa Marianita. (PD y OT, 2012)

La población total del Cantón Sucúa, de acuerdo a los resultados del último Censo de Población y Vivienda realizado en el país en el año 2010, alcanzó la cifra de 18.318 habitantes; si se compara con la población de 14.493 del censo efectuado en el año 1990, su tamaño poblacional cambió en 1,26 veces más. Con respecto al total de la provincia del Morona Santiago, la población del cantón representó el 12% en promedio en los dos últimos periodos censales. (PD y OT, 2012)

– Descripción de los principales servicios (salud, alimentación, educación)

En el Barrio 4 de Octubre cuenta con servicio de agua potable, luz eléctrica, recolección de basura, saneamiento ambiental, salud, educación y vías de comunicación.

Según el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Sucúa (PD y OT, 2012), el sistema de agua potable actual tiene 3 captaciones, siendo las fuentes de abastecimiento 2 quebradas y un río:

El cantón Sucúa perteneciente a la provincia de Morona Santiago, para la provisión del servicio de energía eléctrica pertenece al área de concesión de la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur C.A. (CENTROSUR).

En el cantón de Sucúa se ha implementado el plan de separación de los desechos, es así que los residuos son separados en orgánicos e inorgánicos, los cuales son llevados al Relleno Sanitario del Cantón ubicado en el sector Huambinimi en donde son procesados de manera separada.

Para el saneamiento ambiental el Cantón posee un relleno sanitario que actualmente satisface totalmente las necesidades poblacionales, ya que solo recibe residuos inorgánicos, los residuos orgánicos son llevados a la Planta Productora de Humus ubicada en la parroquia Huambi, en la actualidad se encuentra en proceso de reubicación debido a que está ubicado en una zona no apropiada, debido al crecimiento acelerado que ha sufrido el Cantón Sucúa en los últimos años

Los establecimientos de salud son espacios de bienestar para el ciudadano y su familia, Sucúa en su área urbana cuenta con el equipamiento apropiado para atender a sus pobladores, no ocurriendo lo mismo en su área rural, donde existe una deficiente cobertura de servicio de establecimientos de salud. (PD y OT, 2012)

De acuerdo al Sistema Integrado de Indicadores Sociales del Ecuador (SIISE) del 2010, el total nacional de la tasa de analfabetismo es del 6.8%; en el cantón Sucúa existen alrededor 600 personas que no saben leer ni escribir representando así una tasa cantonal de analfabetismo del es de 5.5%, lo cual significa que estamos por debajo de la media nacional. (PD y OT, 2012)

El Cantón Sucúa cuenta con una red vial adecuada que permite dinamizar su crecimiento y desarrollo. La vía Estatal (E45), que va de Norte a Sur pasando por las cabeceras parroquias de Huambi, Sucúa y Santa Marianita de Jesús, hace que los tiempos de destino se acorten en el traslado de productos agrícolas, en la ganadería y el turismo.

– Actividades socio-económicas

De acuerdo con VII Censo de Población y VI Vivienda-INEC 2010, la mayor parte de la población se dedica a actividades como la agricultura, ganadería, silvicultura y pesca (cerca del 40.28% de los habitantes), esto se debe a la condiciones tanto de suelo como de clima, aproximadamente el 10.78% se dedica al comercio al por mayor y menor, cerca del 7,69% se dedican a la construcción; alrededor del 5.98% de la población se dedica a la enseñanza; un 4.93% está dedicado a la administración pública, el 4.40% se dedica al transporte y almacenamiento, el 4.34% a la industria manufacturera. (PD y OT, 2012)

– Organización social (asociaciones, gremios)

Organizaciones sociales existentes en el cantón Sucúa

Nº	Asociaciones/Sindicatos/Clubs
1	Fundación María Troncatti
2	Asociación de Profesores y Empleados del Colegio Río Upano
3	Asociación Damas Criadoras de Animales Menores Tejedoras de Paja Toquilla Brisas de Miriumi
4	Asociación de Conservación Vial Brisas del Upano
5	Asociación APEITSS
6	Asociación Agro Frutícola de la Amazonia
7	Asociación de Agricultores el Porvenir
8	Asociación Interprofesional de Artesanos del Cantón Sucúa
9	Asociación de Profesores y Padres del Instituto de Educación Especial Rosita Palacios
10	Asociación Agropecuaria Nuevo Amanecer
11	Asociación de Mujeres Anenk
12	Asociación de Empleados Municipales del Cantón Sucúa

Fuente: Servicio de rentas Internas

Elaborado: Equipo Técnico GAD-Sucua, PD y OT.

## 8. PRINCIPALES IMPACTOS AMBIENTALES

<b>PRINCIPALES IMPACTOS AMBIENTALES.</b>			
<b>ASPECTO AMBIENTAL</b>	<b>IMPACTO AMBIENTAL</b>	<b>POSITIVO / NEGATIVO</b>	<b>ETAPA DEL PROYECTO</b>
REPLANTEO Y NIVELACIÓN	Contaminación del suelo por residuos	negativo	Construcción
EXCAVACIÓN MECÁNICA EN SUELO	Alteración de la calidad del aire en la zona	negativo	Construcción
EXCAVACIÓN MECÁNICA EN SUELO	Modificación de la geomorfología de los suelos.	negativo	Construcción
EXCAVACIÓN MECÁNICA EN SUELO	Generación de ruido	negativo	Construcción
EXCAVACIÓN MECÁNICA EN SUELO	Generación de empleo	positivo	Construcción
RELLENO Y COMPACTACIÓN CON MAQUINARIA	Generación de gases de combustión	negativo	Construcción
RELLENO Y COMPACTACIÓN CON MAQUINARIA	Emisión de polvo	negativo	Construcción
RELLENO Y COMPACTACIÓN CON MAQUINARIA	Generación de ruidos	negativo	Construcción
RELLENO Y COMPACTACIÓN CON MAQUINARIA	Generación de empleo	positivo	Construcción
CARGA Y TRANSPORTE DE MATERIALES CON MAQUINARIA	Generación de gases de combustión	negativo	Construcción
CARGA Y TRANSPORTE DE MATERIALES CON MAQUINARIA	Emisión de polvo	negativo	Construcción
CARGA Y TRANSPORTE DE MATERIALES CON MAQUINARIA	Generación de ruidos	negativo	Construcción
INSTALACIÓN DE TUBERÍAS	Generación de ruido	negativo	Construcción

INSTALACIÓN DE TUBERÍAS	Contaminación del suelo	negativo	Construcción
INSTALACIÓN DE TUBERÍAS	Generación de empleo	positivo	Construcción
RECOLECCIÓN DE AGUAS LLUVIAS	Contaminación del agua por arrastre de sedimentos	negativo	Operación y mantenimiento
RECOLECCIÓN DE AGUAS LLUVIAS	Contaminación del suelo por arrastre de sedimentos	negativo	Operación y mantenimiento
RECOLECCIÓN DE AGUAS LLUVIAS	Alteración de los cauces naturales	negativo	Operación y mantenimiento
RECOLECCIÓN DE AGUAS LLUVIAS	Mejoramiento en la salud de las personas	positivo	Operación y mantenimiento
RECOLECCIÓN DE AGUAS RESIDUALES	Contaminación del agua por rotura de tubería	negativo	Operación y mantenimiento
RECOLECCIÓN DE AGUAS RESIDUALES	Contaminación del suelo por rotura de tubería	negativo	Operación y mantenimiento
RECOLECCIÓN DE AGUAS RESIDUALES	Producción de olores	negativo	Operación y mantenimiento
RECOLECCIÓN DE AGUAS RESIDUALES	Mejoramiento en la salud de las personas	positivo	Operación y mantenimiento
MANTENIMIENTO DEL ALCANTARILLADO	Contaminación del suelo por la generación de desechos	negativo	Operación y mantenimiento
MANTENIMIENTO DEL ALCANTARILLADO	Contaminación de la calidad del aire (generación de gases)	negativo	Operación y mantenimiento
MANTENIMIENTO DEL ALCANTARILLADO	Afectación a la comodidad de las personas	negativo	Operación y mantenimiento
MANTENIMIENTO DEL ALCANTARILLADO	Generación de empleo	positivo	Operación y mantenimiento

## 9. PLAN DE MANEJO AMBIENTAL (PMA)

- Plan de Prevención y Mitigación de Impactos, PPM

<b>PLAN DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS, PPM</b>					
<b>LUGAR DE APLICACIÓN:</b>					<b>PPM-01</b>
<b>RESPONSABLE:</b>					
<b>ASPECTO AMBIENTAL</b>	<b>IMPACTO IDENTIFICADO</b>	<b>MEDIDAS PROPUESTAS</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>MEDIO DE VERIFICACIÓN</b>	<b>PLAZO (meses)</b>
EXCAVACIÓN MECÁNICA EN SUELO	Alteración de la calidad del aire en la zona	<p>- El residente encargado de obra debe controlar las excavaciones de alcantarillado y obras complementarias al inicio y al final del tramo. El obrador debe estar en buen funcionamiento.</p> <p>-No se debe excavar en suelos innecesariamente, se incrementa la inestabilidad, erosión y escurrimiento superficial del suelo.</p> <p>-En casos que se permita se podrá hacer las excavaciones de forma manual sin poner en riesgo al trabajador.</p> <p>-No se utilizara productos nocivos, si por alguna razón se deberá utilizar debidamente autorizado por el encargado.</p> <p>-Para la utilización de estos</p>	Porcentaje de áreas ocupadas con excedentes de	Fotografías y constatación física de acopio de residuos y escombros	
	Modificación de la geomorfología de los suelos.		Excavaciones en la fase de construcción	Registros fotográficos de áreas ordenadas y libres de desechos.	
	Generación de ruido		Puntos críticos de acumulación de residuos	Registro Fotográfico, verificación física de los depósitos	
	Afectación a la calidad del suelos		Puntos críticos de acumulación de escombros	Informe de daño presentado	
	Escurrecimiento superficial		No detección de excavaciones y remociones de suelo y vegetación innecesaria		

		<p>productos nocivos se deberá contar con personal capacitado, antes de su colocación.</p> <p>-Para evitar accidentes y molestias causadas, se deberá tener una buena señalética dentro de la obra.</p> <p>-Los sobrantes que no sean utilizados deberán ser depositados y transportados a sitios autorizados por el GAD Sucúa, e identificados por fiscalización.</p> <p>-Los materiales deben estar adecuados fuera del tránsito vehicular y peatonal.</p> <p>-Los materiales tienen que ser almacenados por separado, para la manipulación y uso más fácil, el área debe ser firme y resistente para la colocación.</p> <p>-En ningún caso se permite el lavado o reparación de maquinaria o vehículos en la obra, ni vías pública.</p>	<p>Ausencia de no conformidades de la fiscalización</p> <p>Ausencia de reclamos por parte de las autoridades y pobladores locales</p>		
<p>RELLENO Y COMPACTACIÓN CON MAQUINARIA</p>	<p>Generación de gases de combustión</p> <p>Emisión de polvo</p> <p>Generación de ruidos</p>	<p>- El contratista deberá controlar el relleno y compactación desde su etapa de inicio hasta su finalización, siguiendo las normas pertinentes.</p> <p>- En la época seca utilizar agua para evitar el polvo.</p> <p>- El residente encargado deberá controlar, verificar el buen estado y funcionamiento de la maquinaria.</p>	<p>- Puntos críticos de acumulación de residuos .</p> <p>- Porcentaje de personas de la zona expuestas a niveles de ruido ambiental perjudiciales.</p> <p>- Vehículos equipados</p>	<p>- Registro fotográfico</p> <p>- Verificación personalizada por parte del residente de obra.</p> <p>- Libro de obra.</p>	

		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se deberá exigir contar con silenciadores para los escapes de la maquinaria.</li> <li>- Los residuos de material que no fueron utilizados deberán ser depositados en lugares estratégicos donde no causen molestias para su posterior transporte fuera de la obra.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>con sistemas para control de ruido.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Revisión de condiciones de equipo y maquinaria.</li> </ul>	
<p>CARGA Y TRANSPORT E DE MATERIALES CON MAQUINARIA</p>	<p>Generación de gases de combustión</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-El residente encargado de obra debe controlar el buen funcionamiento del parque automotor, tanto propio como alquilados o subcontratados, se verificara el cumplimiento de las normas de tránsito vehicular, en especial las velocidades de los vehículos.</li> <li>-Los vehículos de carga deberán tener alarmas acústicas y ópticas, para el retroceso, en las cabinas no se llevara a personas no autorizadas, previo autorice el residente de obra.</li> <li>-El contratista debe tener un cronograma de tareas, para no dificultar el tránsito local.</li> <li>-Todos los materiales transportados deberán estar debidamente cubiertos para evitar la dispersión</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ausencia de no conformidades por parte de fiscalización.</li> <li>- Ausencia de reportes de accidentes de operarios y población</li> <li>- N° de accidentes al año</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fotografías de áreas destinadas para el almacenamiento de combustibles+</li> <li>- Registros de desalojo</li> </ul>	
	<p>Emisión de polvo</p>				
	<p>Generación de ruidos</p>				
	<p>Derrame de combustibles y aceites</p>				

		<p>por el viento.</p> <p>-El contratista deberá reportar y limpiar los derrames de aceites y combustibles, si es el caso tendrá que indemnizar a terceros, y al ambiente por los daños que se ocurriese.</p> <p>-Las sustancias inflamables deben estar apropiadamente resguardadas, almacenadas y protegidas, bajo condiciones de seguridad, de acuerdo a su nivel de peligrosidad.</p> <p>-Instalar los respectivos extintores de incendio.</p> <p>-Se prohibirá fumar o encender algún tipo de fogatas dentro de las áreas de acopio de las sustancias inflamables.</p>			
INSTALACIÓN DE TUBERÍAS	Generación de ruido	<p>- Se deberá tener en cuenta las especificaciones técnicas para el transporte de tuberías mayormente las de materiales pesados.</p> <p>- La maquinaria utilizada para la colocación de las tuberías deberá ser la adecuada, capas de facilitar y agilizar el proceso.</p> <p>- Los residuos de material de tubería que no fueron utilizados deberán ser depositados en lugares estratégicos donde no causen molestias para su posterior transporte fuera de la obra.</p>	<p>- Áreas afectadas por la acumulación de tuberías.</p> <p>- Puntos críticos de acumulación de residuos de tubería.</p> <p>-</p>	<p>- Registro fotográfico.</p> <p>- Visitas de campo.</p> <p>- Libro de obra.</p> <p>- Registro de ingreso de tubería.</p> <p>- Revisión de especificaciones técnicas.</p>	
	Contaminación del suelo				

		- Se deberá exigir contar con maquinaria equipada con silenciadores para los escapes.			
RECOLECCIÓN DE AGUAS LLUVIAS	Contaminación del agua por arrastre de sedimentos	-Desde la construcción de la estructura de drenaje esta deberá seguir con las especificaciones técnicas y normas en la materia.	- Ausencia de no conformidades por parte de fiscalización	--Registro de denuncias o quejas	
	Contaminación del suelo por arrastre de sedimentos	-Controlar el vertido de aceites y grasas, ya que esto escurre directamente a la quebrada contaminado el agua.	- Ausencia de denuncias y reportes por parte de la población y autoridades	- Informe de análisis de agua	
	Alteración de los cauces naturales	-Prohibir el cambio de aceites de autos, y arreglo de los mismos en la calle. -Realizar planes y medidas de emergencia ante posibles derrames.			
RECOLECCIÓN DE AGUAS RESIDUALES	Contaminación del agua por rotura de tubería	- Se deberá dar el mantenimiento adecuado a las tuberías por parte del contratista para las posibles fisuras.	- No aplica	- Imágenes fotográficas.	
	Contaminación del suelo por rotura de tubería	- El material de las tuberías deberá cumplir con las especificaciones técnicas. - El sistema de alcantarillado deberá cumplir con las especificaciones técnicas cumpliendo con la hermeticidad causante de fuga de olores.		- Visita de campo	
	Producción de olores	- La fiscalización será la encargada de verificar el cumplimiento estricto de los vertimientos de aguas			

		residuales.		
MANTENIMIENTO DEL ALCANTARILLADO	<p>Contaminación del suelo por la generación de desechos</p> <p>Contaminación de la calidad del aire (generación de gases)</p> <p>Afectación a la comodidad de las personas</p>	<p>- La zona donde se efectúe el mantenimiento del alcantarillado debe quedar limpia de tal forma que no exista desechos.</p> <p>- Los sedimentos producto del mantenimiento serán transportados al lugar de acopio de manera adecuada.</p> <p>- Se deberá realizar un mantenimiento rutinario del alcantarillado.</p> <p>- El contratista deberá ubicar la señalización necesaria y los accesos seguros para que en el mantenimiento se tengan las mínimas molestias tanto al tránsito vehicular como a los peatones.</p> <p>- Se deberá incluir una señalización provisional misma que permita informar a los transeúntes sobre los cierres de vías, desvíos, áreas de trabajo, etc.</p>	<p>- Áreas en mantenimiento.</p> <p>- Residentes cercanos a las zonas donde se realice el mantenimiento.</p> <p>- Tránsito vehicular.</p>	<p>- Registros de mantenimiento.</p> <p>- Verificación de un mantenimiento periódico con fotos, registros y demás.</p> <p>- Verificación de la instalación de la respectiva señalización.</p>

## 10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Constitución de la república del Ecuador 2008.
- Ley de gestión ambiental, registro oficial suplemento 418 de 10-sep-2004.
- Plan de desarrollo y ordenamiento territorial del cantón Sucúa (PD y OT)
- Código ecuatoriano de la construcción de parte IX obras sanitarias.
- Acuerdo 061 reforma del libro VI del texto unificado de legislación secundaria
- Código orgánico integral penal, 1ra. Edición: 2014
- Ley de prevención y control de la contaminación ambiental, registro oficial suplemento # 418, 10-9-2004.
- Ley orgánica de salud, registro oficial suplemento 423 de 22-dic-2006
- INEC, Instituto Nacional de Estadísticas y Censos.
- Guía de procedimientos para la elaboración de la ficha ambiental (FA) y plan de manejo ambiental (PMA) de proyectos de alcantarillado y tratamiento de aguas residuales.

## 11. FIRMAS DE RESPONSABILIDAD

## CAPÍTULO 8

### **8. ANÁLISIS COMPARATIVO MULTICRITERIAL.**

Para el análisis multicriterial se utilizó el Proceso Analítico Jerárquico (PAJ) (Analytic Hierarchy Process AHP) el cual fue desarrollado a finales de la década de los 70 por el doctor en matemáticas Thomas L. Saaty, en donde propone una comparación de pares con variables cualitativas y cuantitativas (criterios) para elegir la mejor alternativa para un proyecto (objetivo).

Debido a la interacción entre la multitud de factores que afectan una decisión compleja, es esencial identificar los factores más importantes y determinar en qué grado se afectan mutuamente antes de que se pueda tomar una decisión clara. (Toma de Decisiones para Lideres Thomas L. Saaty)

Para el Proceso Analítico Jerárquico se tienen 3 principios:

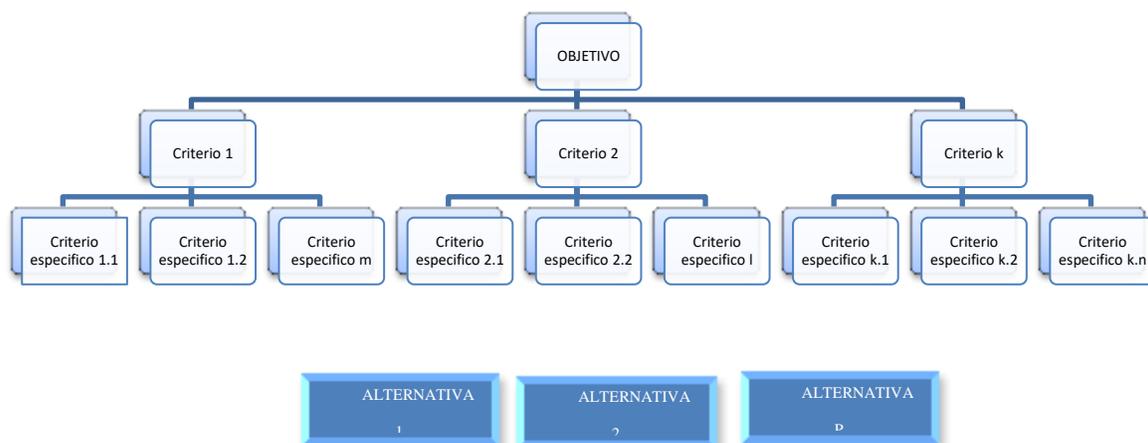
- Construcción de jerarquías
- Establecimiento de prioridades
- Consistencia lógica

#### **8.1. Construcción de jerarquías**

Se parte de una meta general para la construcción del proyecto, la selección de dos alternativas en cuanto el tipo de tubería (hormigón – PVC), y la selección de un tipo de sistema (combinado – separado), para el sistema de alcantarillado para el Barrio 4 de Octubre de la ciudad de Sucúa; mientras que para su implementación se han seleccionado cuatro criterios como los más influyentes para la toma de decisiones: económico, ambiental, social y técnico.

Para poder realizar la priorización de criterios se describió cada uno de ellos y los impactos que pueden causar a nuestro proyecto.

Figura 8.1  
Construcción de jerarquías.



Fuente: El Método Analítico Jerárquico de Saaty (AHP); Elaborado por: Autor

Las alternativas y criterios antes mencionados han sido seleccionados teniendo en cuenta el proyecto en cuestión, el medio físico, biótico, antrópico y sostenibilidad en las diferentes etapas como la construcción, operación y mantenimiento, y la fase de abandono.

### 8.1.1. Económico

Para un exitoso beneficio económico depende de un uso racional de los recursos, mejorando con la planificación, selección, diseño del proyecto e implementación, en este caso la selección del tipo de material y el tipo de sistema de alcantarillado.

El propósito que se busca, es dar información a las autoridades competentes respecto al uso de sus recursos públicos, viendo que este proyecto sin lugar a dudas es rentable socialmente con el menor efecto directo e indirecto al bienestar de la población.

En el análisis de costos se evaluó las dos alternativas de intervención, con tubería de PVC y de Hormigón Simple para alcantarillado. (Al igual que el análisis de costo utilidad con los años de vida como denominador).

Según los estudios los ingresos aumentarían conforme la nueva incorporación de usuarios al sistema de alcantarillado, se analiza las necesidades económicas y financieras para poner en marcha el proyecto, con el propósito de valorar la rentabilidad para su ejecución y sostenibilidad.

### ***8.1.2. Impacto ambiental***

Estimar los impactos ambientales es tener la oportunidad de identificar efectos indeseables, ya que luego será costoso modificarlos. Cambiar el diseño en los proyectos muchas veces disminuyen los costos, y estos suelen estar entre 1.0% y 5.4% del costo total del proyecto (MANEJO Y CONSERVACIÓN DE RECURSOS FORESTALES, 2007- Editorial Universitaria pp. 579-609).

El impacto sobre el suelo puede contaminar a terrenos fértiles, los movimientos de tierras en la construcción pueden causar daños irreversibles y afectar tanto a los acuíferos o aguas superficiales ocasionados por arrastre de sólidos, degradación de la biota terrestre, cambio en la dinámica fluvial, eutrofización, cambios de pH.

Aquí también se verá afectada la calidad de la atmósfera ya que la fase de construcción acarrea el uso de maquinaria provocando polvo, vibraciones, gases tóxicos, ruidos.

La evaluación ambiental para este proyecto de inversión muestra que puede ser compatible con la protección al medio ambiente y las actividades humanas, con la intención de no dañar la calidad de vida del barrio sino mejorarlo y así no constituir un obstáculo en el desarrollo del barrio.

En este tipo de proyecto la evaluación ambiental no constituye un instrumento de decisión, esto le corresponde a la autoridad a cargo y al responsable del proyecto.

Las decisiones del proyecto se realizan sobre bases económicas (costos), necesidades, rentabilidad y otras. La evaluación ambiental complementa las decisiones y ayuda a la toma de

decisiones ya que define acciones a corto, mediano y largo plazo, satisface necesidades, aprovecha necesidades, mejora la información y procura un acuerdo.

### ***8.1.3. Impacto Social***

Se trata de proteger a las personas dentro del Barrio 4 de Octubre, evaluando los impactos socio-económicos de algunos esquemas de desarrollo antes de que inicie el proyecto de alcantarillado.

El estudio de impacto social es el proceso de analizar, monitorear y administrar consecuencias sociales intencionadas o no intencionadas, positivas y negativas de intervenciones planificadas como señala la Asociación Internacional de Evaluación de Impacto (IAIA); es decir, reducir conflictos para viabilizar el proyecto.

Algunos aspectos sobre el impacto social de nuestro proyecto de alcantarillado puede ser: la seguridad del Barrio, la integridad de los usuarios, servicios básicos, ingresos, las condiciones laborables, salud, seguridad y la equidad de género.

Con un impacto social generado por el proyecto pueden ocurrir cambios en el barrio, a los usuarios del sistema de agua y saneamiento como el resultado de un cambio inducido que influyen en ingresos, el ambiente, la salud, el empleo, en el estilo de vida.

Se puede identificar como un factor de riesgo social en el proyecto de alcantarillado, el riesgo político que pueden darse por los cambios en el gobierno local, el riesgo institucional por la poca gobernanza, poca capacidad administrativa y técnica que afectaría al desarrollo del proyecto.

Hay que tener en cuenta que dentro de los riesgos sociales en el proyecto, también están el de participación, equidad de género, riesgos de salud ocupacional y seguridad, riesgos laborables.

Haciendo el análisis de impacto social podemos tener ventajas como: evitar y mitigar impactos adversos, reducir costos, maximizar impactos positivos, reducir riesgos y errores, aprobación del proyecto, iniciar y concluir el proyecto.

#### ***8.1.4. Aspectos Técnicos***

El aspecto técnico del proyecto se analizó generalmente con los resultados de las encuestas del Barrio 4 de Octubre, con una información referente a la necesidad del Barrio y sus características, se espera satisfacer toda necesidad referente al saneamiento.

De acuerdo al tamaño del proyecto se va a prestar un servicio con la tecnología, localización y financiamientos adecuados para el alcantarillado, sabiendo que se va a prestar este servicio durante los próximos 20 años, teniendo en cuenta que la capacidad del sistema propuesto satisface a las necesidades actuales y futuras sin ningún riesgo en su utilización.

Se tendrá en cuenta también los costos, si está por encima de la capacidad financiera, el proyecto no ofrece ninguna viabilidad y debe ser rechazado o por lo menos replanteado.

La localización y ubicación del proyecto del alcantarillado están definidas, para la obtención de materiales y agregados se lo realiza bajo pedido o a su vez en canteras, la facilidad de construcción se da por la tecnología utilizada en el proceso, sobre el mismo hay un interés del 99% del barrio en adquirir el servicio de alcantarillado, para complementar el servicio de agua potable y energía eléctrica.

Dentro del proyecto de ingeniería tenemos las bases técnicas como: la tecnología seleccionada, la calidad de servicio y que proceso se utilizara en la construcción. En el estudio de ingeniería se tendrá en cuenta los cronogramas de trabajo para el proyecto, emplazamiento físico del proyecto, la mano de obra, insumos, la selección de la maquinaria.

### ***8.1.5. Análisis de importancia de los criterios.***

Se realiza un análisis cualitativo de la importancia que refleja cada criterio al proyecto de alcantarillado, teniendo en cuenta la descripción a detalle de cada uno clasificándose en un orden de: ALTA, MEDIA, MEDIA BAJA y BAJA.

Económico: la factibilidad consiste en la disponibilidad de los recursos para llevar acabo la ejecución del proyecto, sin el financiamiento respectivo luego de la determinación de la viabilidad técnica del proyecto es imposible proceder, es por eso que el factor económico lo hemos catalogado como importancia ALTA en la lista de criterios.

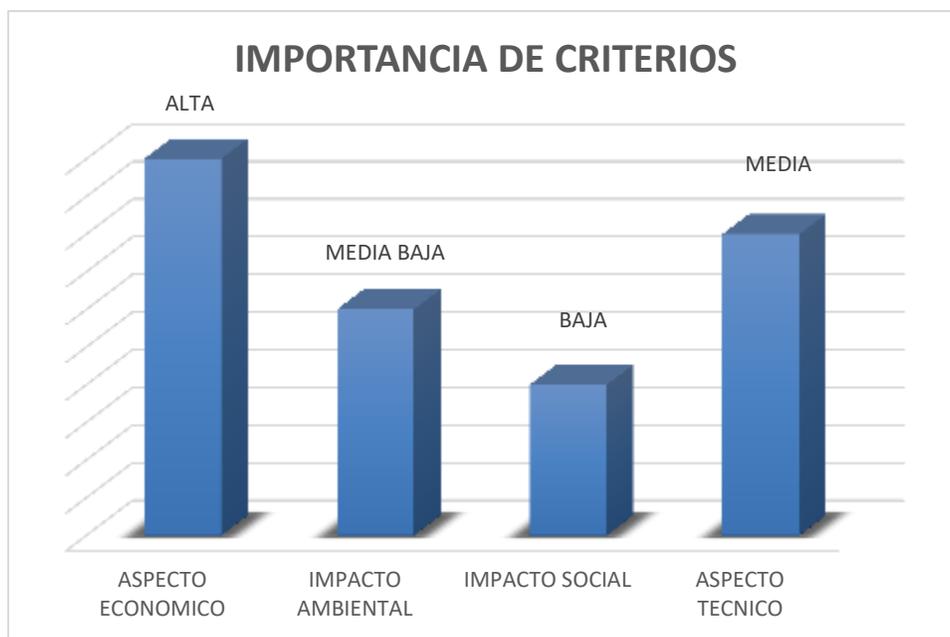
Aspecto técnico: el aspecto técnico tiene que ver con la fase de los diseños definitivos análisis de factibilidad, presupuestos, diseños estructurales, estudio del terreno, estudio del impacto ambiental, planes de construcción y mantenimiento, permisos, entre otros. Por estos aspectos, este criterio es primordial para el proyecto y lo hemos catalogado como importancia MEDIA, luego del factor económico.

Impacto ambiental: en cuanto al impacto ambiental para el proyecto en una zona urbana consolidada, la magnitud de afectación a la flora y fauna se reduce a un mínimo sin dejar de lado el hecho de que toda contaminación representa una atención especial, por esto lo hemos ubicado en la tercera posición catalogada como de importancia MEDIA BAJA.

Impacto social: esto se refiere el administrar las consecuencias sociales de intervenciones planificadas, en el proyecto se tiene un impacto positivo debido a la generación de fuentes de empleo y la mejora de la calidad de vida. Criterio catalogado con importancia BAJA para la implementación del proyecto debido a la alta aceptabilidad de la población del 100% de los potenciales usuarios.

Entonces con el análisis anterior se puede decir que para el proyecto de alcantarillado se tiene el siguiente orden de importancia: Factor económico (ALTO), Aspecto técnico (MEDIA), Impacto ambiental (MEDIA BAJA), conflictividad social (BAJA).

Figura 8.2  
*Importancia de los criterios.*



Elaborado por: Autor

## 8.2. Establecimiento de prioridades

Para el establecimiento de las prioridades cada persona percibe diferentes relaciones entre los componentes que describen una situación (diferentes puntos de vista) para la construcción, los impactos y beneficios del proyecto, es por ello que en este, proceso según Saaty se tolera la asignación de valores numéricos a juicios otorgados por personas para así conocer cómo afecta cada elemento de la jerarquía a su elemento superior. La escala de Saaty tiene una numeración desde 1 hasta 9.

Tabla 8-1  
Escala de Saaty

Intensidad	Definición	Explicación
1	Igual importancia	Los 2 criterios contribuyen de igual forma a la meta general
3	Moderada importancia	La experiencia y el juicio favorecen levemente un criterio sobre el otro
5	Importancia fuerte	La experiencia y el juicio favorecen fuertemente un criterio sobre el otro
7	Muy fuerte o demostrada	Se demostró en la práctica que un criterio predomina sobre otro
9	Extrema	La evidencia es absoluta y totalmente clara
2,4,6,8	valores intermedios	
reciproco	$a_{ij}=1/a_{ji}$	hipótesis del método

Fuente: Saaty, 1994; Elaborado por: Autor

### 8.3. Consistencia Lógica.

Los seres humanos tienen la capacidad de establecer relaciones entre los objetos o las ideas, de manera que sean consistentes.

La consistencia implica lo siguiente:

- Transitividad de las preferencias:

Si C1 es mejor que C2 y C2 es mejor que C3 entonces se espera que C1 sea mejor que C3

- Proporcionalidad de las preferencias:

Si C1 es 3 veces mejor que C2 y C2 es 2 veces mejor que C3 entonces se espera que C1 sea 6 veces mejor que C3

La consistencia de la matriz de orden ( $n$ ) es evaluada. Las comparaciones realizadas por este método son subjetivas, y el Proceso Analítico Jerárquico (PAJ), tolera algo de contradicción a través de la cantidad de redundancia en el enfoque. Si el índice de consistencia no llega a un nivel adecuado en las comparaciones, las respuestas se deben reexaminar. El índice de consistencia (IC), se calcula como:

$$IC = \frac{(\lambda_{max} - n)}{(n - 1)} \quad (8.1)$$

Donde:

IC = índice de consistencia

n = número de criterios

$\lambda_{max}$  = es el máximo valor propio de la matriz de evaluación por pares.

Este (IC) se puede comparar con la de la matriz aleatoria, (IR). La relación IC/IR, se denomina la razón de consistencia (RC) de T. L. Saaty (1994) sugiere el valor de RC debe ser menor a 0.10. En la Tabla se presentan los valores del IR (Saaty & Vargas, 1994).

Tabla 8-2  
*Índice promedio de consistencia aleatorio (IR)*

<b>n</b>	<b>Índice de consistencia aleatorio</b>
2	0
3	0.52
4	0.89
5	1.11
6	1.25
7	1.35
8	1.4
9	1.45
10	1.49

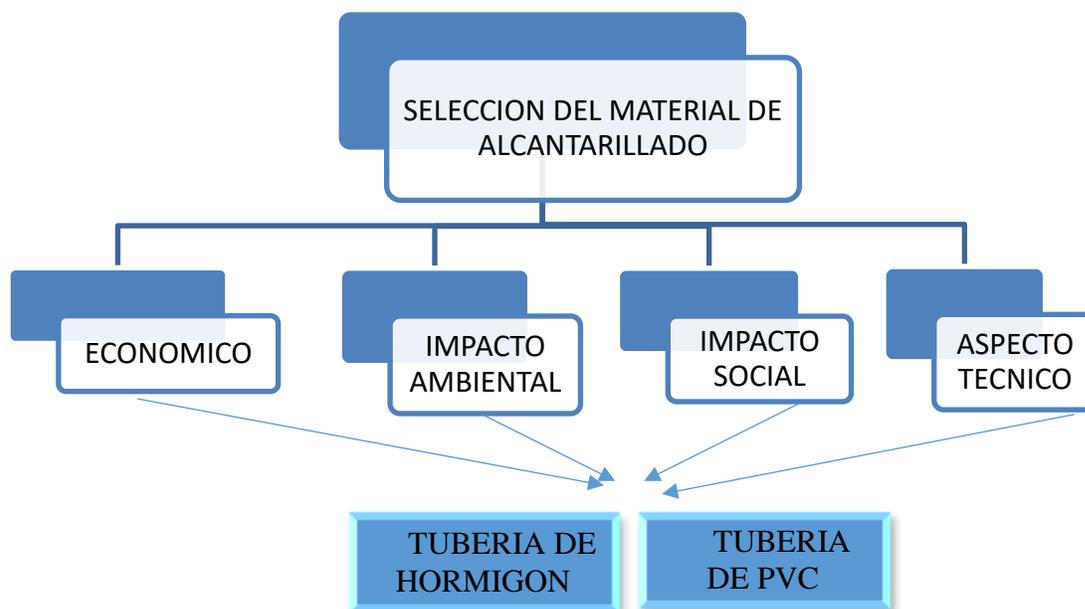
Fuente: Saaty, 1994.

Si no es inferior a 0.10, se revisan los juicios hasta reducir el IC. Una consistencia del 10 por ciento o menos implica que el ajuste es pequeño en comparación con los valores reales de las entradas del vector propio (Saaty, 1994).

Este procedimiento se debe realizar con cada matriz de pares (criterios y alternativas).

## 8.4. APLICACIÓN DEL MODELO PARA LA SELECCIÓN DEL TIPO DE MATERIAL (PVC - HORMIGÓN)

### 8.4.1. Construcción de jerarquías.



Una vez establecido las jerarquías, se efectúan comparaciones por pares entre dichos componentes (criterios-criterios específicos y alternativas) y de esta manera reflejar la prioridad de uno sobre otro.

### 8.4.2. Establecimiento de prioridades.

- **Matriz de comparación de pares para los criterios.**

En este punto se debe valorar un criterio sobre el otro teniendo en cuenta el peso que representa para el proyecto, con el análisis de las jerarquías propuestas anteriormente y basados en la escala propuesta por Saaty tenemos las siguientes intensidades:

Tabla: Matriz de comparación a pares de los criterios

	<b>ECONOMICO</b>	<b>IMPACTO AMBIENTAL</b>	<b>IMPACTO SOCIAL</b>	<b>ASPECTO TECNICO</b>
<b>ECONOMICO</b>	1.00	3.00	5.00	2.00
<b>IMPACTO AMBIENTAL</b>	0.33	1.00	2.00	0.50
<b>IMPACTO SOCIAL</b>	0.20	0.50	1.00	0.33
<b>ASPECTO TECNICO</b>	0.50	2.00	3.00	1.00
<b>TOTAL</b>	2.03	6.50	11.00	3.83

Elaborado por: Autor

Para poder determinar el orden de las prioridades en la matriz de pares, Thomas Saaty propone que la mejor aproximación es el autovector.

Para determinar el autovector se procede con la matriz de pares:

- Elevar la matriz al cuadrado (multiplicarla por si misma)
- Obtenida la matriz resultado, sumamos cada fila y obtenemos el total de las filas.
- Normalizamos dividiendo cada valor para el total de la suma de las filas y obtenemos el autovector.
- Este proceso debe repetirse hasta que el resultado del autovector sea semejante respecto de la iteración anterior.

Primera iteración:

	<b>Económico</b>	<b>Impacto ambiental</b>	<b>Impacto social</b>	<b>Aspecto técnico</b>	<b>Suma</b>	<b>Autovector</b>
<b>Económico</b>	4.000	12.500	22.000	7.167	45.667	0.483
<b>Impacto ambiental</b>	1.317	4.000	7.167	2.333	14.817	0.157

<b>Impacto social</b>	0.733	2.267	4.000	1.317	8.317	0.088
<b>Aspecto técnico</b>	2.267	7.000	12.500	4.000	25.767	0.272
<b>Total</b>					94.567	

Segunda iteración:

	<b>Económico</b>	<b>Impacto ambiental</b>	<b>Impacto social</b>	<b>Aspecto técnico</b>	<b>Suma</b>	<b>Autovector</b>
<b>Económico</b>	64.836	200.033	355.167	115.467	735.503	0.483
<b>Impacto ambiental</b>	21.078	65.036	115.467	37.539	239.119	0.157
<b>Impacto social</b>	11.836	36.517	64.836	21.078	134.266	0.088
<b>Aspecto técnico</b>	36.517	112.667	200.033	65.036	414.253	0.272
<b>Total</b>					1523.141	

El autovector nos da el orden de prioridad de nuestros criterios por lo tanto tenemos que:

<b>AUTOVECTOR</b>	
<b>ECONOMICO</b>	0.4829
<b>IMPACTO AMBIENTAL</b>	0.1570
<b>IMPACTO SOCIAL</b>	0.0882
<b>ASPECTO TECNICO</b>	0.2720

El aspecto económico en el proyecto es el criterio de mayor prioridad con un valor de 0.4829, el segundo criterio más importante es el aspecto técnico con un valor de 0.2720, el criterio impacto ambiental sería el tercero con un valor de 0.1570 y el criterio de conflicto social sería el menos importante con 0.0882.

– **Matriz de comparación de pares de las alternativas para cada criterio:**

Se procede de la misma manera que en los criterios.

## ECONOMICO:

ECONOMICO			
	Costo construcción	Gastos de mantenimiento	Gastos de reparación
Hormigón	x		
PVC		x	x

Para determinar la prioridad de una alternativa sobre otra se elaboró el cuadro anterior donde se contempla distintos aspectos de gran influencia correspondientes al factor económico, en donde se ha marcado con una “x” la alternativa que es más representativa con respecto de la otra. En este caso tenemos que el costo de construcción es favorable al Hormigón Simple analizando los presupuestos del proyecto, en cuanto a los gastos de mantenimiento y reparación se indago y se sabe que la opción más favorable es tubería de PVC tomando en cuenta que la mano de obra representa uno de los factores de mayor inversión en obra. Con el análisis anterior y basándonos en la tabla de escala de Saaty se dará una intensidad de 5 “La experiencia y el juicio favorecen fuertemente una actividad sobre otra para la alternativa de PVC con respecto a la tubería de hormigón.

## Matriz de comparación de pares de alternativas respecto al costo

<b>ECONOMICO</b>	HORMIGON	PVC
HORMIGON	1.00	0.20
PVC	5.00	1.00

## Primera iteración:

<b>ECONOMICO</b>	HORMIGON	PVC	SUMA	AUTOVECTOR
HORMIGON	2.00	0.40	2.40	0.166666667
PVC	10.00	2.00	12.00	0.833333333
<b>TOTAL</b>			14.40	

Segunda iteración:

<b>ECONOMICO</b>	HORMIGON	PVC	SUMA	AUTOVECTOR
HORMIGON	8.00	1.60	9.60	0.166666667
PVC	40.00	8.00	48.00	0.833333333
<b>TOTAL</b>			<b>57.60</b>	

Autovector:

<b>ECONOMICO</b>	<b>AUTOVECTOR</b>
HORMIGON	0.1667
PVC	0.8333
<b>TOTAL</b>	

Por lo tanto la alternativa tubería de PVC tiene más prioridad que la tubería de hormigón con respecto al criterio económico.

**IMPACTO AMBIENTAL:**

<b>IMPACTO AMBIENTAL</b>				
	Contaminación del suelo por infiltración	Generación de residuos	Compactación del suelo	Uso de maquinaria para el transporte de materiales
Hormigón		x		
PVC	x		x	x

Para determinar la prioridad de una alternativa sobre otra se elaboró el cuadro anterior donde se contempla distintos aspectos de gran influencia correspondientes al ambiental, en donde se ha marcado con una "x" la alternativa que es más representativa con respecto de la otra. En este caso tenemos que la contaminación del suelo por infiltración es favorable al PVC debido a que en la tubería de hormigón se presentan mayores grietas en las uniones causando derrames, en

cuanto a la generación de residuos la tubería de hormigón es la más favorable casi no se tienen residuos en su etapa de construcción, en cuanto a la compactación del suelo se tiene que la tubería de PVC es la más favorable por la razón que por su propio peso es más ligera que el hormigón y éste causa asentamientos mayores en el suelo y en cuanto al uso de maquinaria para el transporte de materiales causante de contaminación a la atmósfera se utilizara en mayor cantidad para la tubería de hormigón específicamente en la fase de colocación por lo tanto se ve favorecida la tubería de PVC. Con el análisis anterior y basándonos en la tabla de escala de Saaty se dará una intensidad de 3 “la experiencia y el juicio favorecen levemente un criterio sobre otro” para la alternativa de PVC con respecto a la tubería de hormigón.

Matriz de comparación de pares de alternativas respecto al impacto ambiental

<b>IMPACTO AMBIENTAL</b>	HORMIGON	PVC
HORMIGON	1.00	0.33
PVC	3.00	1.00

Primera iteración:

<b>IMPACTO AMBIENTAL</b>	HORMIGON	PVC	SUMA	AUTOVECTOR
HORMIGON	2.00	0.67	2.67	0.25
PVC	6.00	2.00	8.00	0.75
TOTAL			10.67	

Segunda iteración:

<b>IMPACTO AMBIENTAL</b>	HORMIGON	PVC	SUMA	AUTOVECTOR
HORMIGON	8.00	2.67	10.67	0.25
PVC	24.00	8.00	32.00	0.75
TOTAL			42.67	

Autovector:

<b>IMPACTO AMBIENTAL</b>	<b>AUTOVECTOR</b>
HORMIGON	0.2500
PVC	0.7500

Por lo tanto la alternativa tubería de hormigón tiene más prioridad que la tubería de PVC con respecto al criterio impacto ambiental.

**IMPACTO SOCIAL:**

	<b>IMPACTO SOCIAL</b>		
	Generación de fuentes de empleo	Aumento de la economía local	Alteración de accesibilidad
Hormigón	x	x	x
PVC		x	x

Para determinar la prioridad de una alternativa sobre otra se elaboró el cuadro anterior donde se contempla distintos aspectos de gran influencia correspondientes a la aceptación o impacto social, en donde se ha marcado con una “x” la alternativa que es más representativa con respecto de la otra. En este caso tenemos que la generación de fuentes de empleo es favorable al hormigón debido a que por su estructura requiere mayor personal, en cuanto al aumento de la economía local y la alteración de accesibilidad para los moradores específicamente en la etapa de construcción se puede decir que tanto para la tubería de hormigón como el PVC se ven afectados en igual intensidad. Con el análisis anterior y basándonos en la tabla de escala de Saaty se dará una intensidad de 2 “la experiencia y el juicio favorecen levemente un criterio sobre otro” para la alternativa de hormigón con respecto a la tubería de PVC.

Matriz de comparación de pares de alternativas respecto al impacto social

<b>IMPACTO SOCIAL</b>	HORMIGON	PVC
HORMIGON	1.00	2.00
PVC	0.50	1.00

Primera iteración:

<b>IMPACTO SOCIAL</b>	HORMIGON	PVC	SUMA	AUTOVECTOR
HORMIGON	2.00	4.00	6.00	0.667
PVC	1.00	2.00	3.00	0.333
TOTAL			9.00	

Segunda iteración:

<b>IMPACTO SOCIAL</b>	HORMIGON	PVC	SUMA	AUTOVECTOR
HORMIGON	8.00	16.00	24.00	0.667
PVC	4.00	8.00	12.00	0.333
TOTAL			36.00	

Autovector:

<b>IMPACTO SOCIAL</b>	AUTOVECTOR
HORMIGON	0.667
PVC	0.333

Por lo tanto la alternativa tubería de hormigón tiene más prioridad que la tubería de PVC con respecto al criterio de impacto social.

ASPECTO TECNICO:

	ASPECTO TECNICO			
	Facilidad de operación	Calidad de servicio	Acceso a las materias primas	Mantenimiento
Hormigón		x	x	x
PVC	x	x		x

Para determinar la prioridad de una alternativa sobre otra se elaboró el cuadro anterior donde se contempla distintos aspectos de gran influencia correspondientes al aspecto técnico, en donde se ha marcado con una “x” la alternativa que es más representativa con respecto de la otra. En este caso tenemos que la facilidad de operación favorece a la tubería de PVC, en cuanto a la calidad de servicio las dos tuberías cumplen eficientemente la principal función que es transportar las aguas hasta el receptor; para el acceso de la materia prima, específicamente tuberías, en la zona se cuenta con empresas proveedoras de tuberías de hormigón y para la tubería de PVC se obtiene mediante pedido, es por ello que se le favorece a la alternativa de tuberías de hormigón; y para el criterio de mantenimiento se sabe que independientemente del tipo de tubería se le debe dar un adecuado mantenimiento recomendable cuatro veces por año, por este factor hemos considerado igual favoritismo a las dos alternativas. Con el análisis anterior y basándonos en la tabla de escala de Saaty se dará una intensidad de 3 “la experiencia y el juicio favorecen levemente un criterio sobre otro” para la alternativa de PVC con respecto a la tubería de hormigón.

Matriz de comparación de pares de alternativas respecto al aspecto técnico.

<b>ASPECTO TECNICO</b>	HORMIGON	PVC
HORMIGON	1.00	0.33
PVC	3.00	1.00

Primera iteración:

<b>ASPECTO TECNICO</b>	HORMIGON	PVC	SUMA	AUTOVECTOR
HORMIGON	2.00	0.67	2.67	0.25
PVC	6.00	2.00	8.00	0.75
TOTAL			10.67	

Segunda iteración:

<b>ASPECTO TECNICO</b>	HORMIGON	PVC	SUMA	AUTOVECTOR
HORMIGON	8.00	2.67	10.67	0.25
PVC	24.00	8.00	32.00	0.75
TOTAL			42.67	

Autovector:

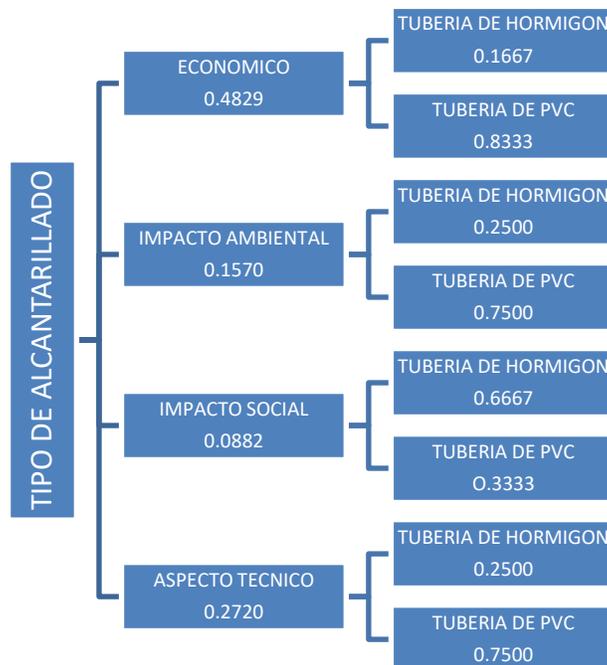
<b>ASPECTO TECNICO</b>	AUTOVECTOR
HORMIGON	0.2500
PVC	0.7500

Por lo tanto la alternativa tubería de PVC tiene más prioridad que la tubería de hormigón con respecto al criterio aspecto social.

– **Calculo de la prioridad de alternativas:**

Con los valores obtenidos pasamos al árbol de jerarquía para completar la estructura de las alternativas.

Para la toma de la decisión final tenemos los autovectores de prioridad de las alternativas y el autovector de prioridad de los criterios, se realiza una multiplicación entre estas dos matrices y la alternativa con mayor puntaje es la mejor opción para el proyecto.



*COSTO AMBIENTAL SOCIAL TECNICO*

$$\begin{matrix}
 \text{HORMIGON} \\
 \text{PVC}
 \end{matrix}
 \begin{bmatrix}
 0.1667 & 0.2500 & 0.6667 & 0.2500 \\
 0.8333 & 0.7500 & 0.3333 & 0.7500
 \end{bmatrix}
 \times
 \begin{bmatrix}
 0.4829 \\
 0.1570 \\
 0.0882 \\
 0.2720
 \end{bmatrix}
 \begin{matrix}
 \text{COSTO} \\
 \text{AMBIENTAL} \\
 \text{SOCIAL} \\
 \text{TECNICO}
 \end{matrix}$$

Al realizar el producto de la matriz autovector de alternativas respecto a los criterios con la matriz autovector de criterios, tenemos la matriz de prioridad del proyecto.

<b>PRIORIDAD</b>	
<b>HORMIGON</b>	0.2465
<b>PVC</b>	0.7535

La priorización se establece según el puntaje ponderado obtenido en el autovector para cada alternativa. Si se tiene mayor puntaje ponderado, la alternativa será mejor con respecto de las otras.

Con estos resultados podemos decir que, para la construcción de alcantarillado para el Barrio 4 de Octubre de la Ciudad de Sucúa, luego de haber analizado los factores como son el económico, el impacto ambiental, el impacto social y el aspecto técnico, la mejor alternativa es que se realice con tubería de PVC que tiene un valor de aceptación de 75.35 % frente a un valor de 24.65 % correspondiente a la tubería de hormigón.

#### 8.4.3. Consistencia lógica.

Se realiza la consistencia lógica para los criterios.

$$IC = \frac{(\lambda_{max} - n)}{(n - 1)}$$

$$\lambda_{max} = [2.03 \quad 6.50 \quad 11.00 \quad 3.83] \times \begin{bmatrix} 0.4829 \\ 0.1570 \\ 0.0882 \\ 0.2720 \end{bmatrix}$$

$$\lambda_{max} = 4.0145$$

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} = 0.0048$$

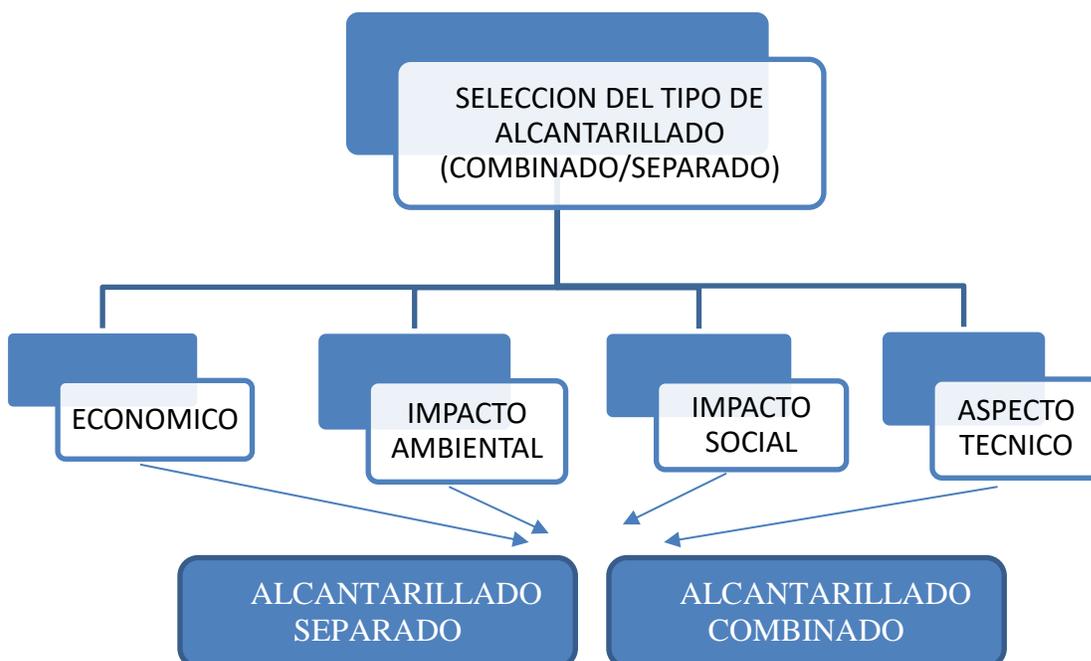
$$RC = \frac{CI}{IR} = \frac{0.048}{0.52} = 0.0054$$

Entonces se tiene que la razón de consistencia para la matriz de pares de los criterios es 0.0054, cumpliendo con lo especificado  $RC < 0.1$ , y no se tendrá que modificar los valores de los criterios; para la matriz de pares de las alternativas se realiza el mismo procedimiento, pero en nuestro caso al tener dos alternativas (tubería de hormigón y PVC) tenemos que el índice de consistencia aleatorio es cero con lo cual la razón de consistencia es ideal (cero) cumpliendo con la teoría de T.L.Saaty.

## 8.5. APLICACIÓN DEL MODELO PARA LA SELECCIÓN DEL TIPO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO (COMBINADO-SEPARADO).

### 8.5.1. Construcción de jerarquías.

Con el análisis anterior ya establecido se puede decir que para el proyecto se tiene el siguiente orden de importancia de criterios: Factor económico (Alta), Aspecto técnico (Media), Impacto ambiental (Media Bajo), Impacto social (Baja).



### 8.5.2. Establecimiento de prioridades.

El establecimiento de prioridades se regirá de acuerdo a la escala propuesta por Saaty con una numeración que va desde 1 hasta 9. Utilizaremos la misma tabla con los pesos correspondientes al análisis propuesto anteriormente (selección del tipo de tubería), por la razón que son los criterios utilizados para el proyecto de alcantarillado.

– **Matriz de comparación de pares para los criterios.**

	<b>ECONOMICO</b>	<b>IMPACTO AMBIENTAL</b>	<b>IMPACTO SOCIAL</b>	<b>ASPECTO TECNICO</b>	<b>SUMA</b>	<b>PESOS</b>
<b>ECONOMICO</b>	1.00	5.00	5.00	2.00	13.00	0.48178
<b>IMPACTO AMBIENTAL</b>	0.20	1.00	4.00	0.50	5.70	0.21124
<b>IMPACTO SOCIAL</b>	0.20	0.25	1.00	0.33	1.78	0.06609
<b>ASPECTO TECNICO</b>	0.50	2.00	3.00	1.00	6.50	0.24089
<b>TOTAL</b>	1.90	8.25	13.00	3.83	26.98	

El procedimiento para la obtención de la matriz ponderada o el autovector se lo realiza de igual manera que la priorización de tuberías:

- Elevar la matriz al cuadrado (multiplicarla por si misma)
- Obtenida la matriz resultado, sumamos cada fila y obtenemos el total de las filas.
- Normalizamos dividiendo cada valor para el total de la suma de las filas y obtenemos el autovector.
- Este proceso debe repetirse hasta que el resultado del autovector sea semejante respecto de la iteración anterior.

Primera iteración:

	<b>ECONOMICO</b>	<b>IMPACTO AMBIENTAL</b>	<b>IMPACTO SOCIAL</b>	<b>ASPECTO TECNICO</b>	<b>SUMA</b>	<b>AUTOVECTOR</b>
<b>ECONOMICO</b>	4.000	15.250	36.000	8.167	63.417	0.529
<b>IMPACTO AMBIENTAL</b>	1.450	4.000	10.500	2.733	18.683	0.156
<b>IMPACTO SOCIAL</b>	0.617	2.167	4.000	1.192	7.975	0.067
<b>ASPECTO TECNICO</b>	2.000	7.250	16.500	4.000	29.750	0.248
<b>TOTAL</b>					119.825	

Segunda iteración:

	<b>ECONOMICO</b>	<b>IMPACTO AMBIENTAL</b>	<b>IMPACTO SOCIAL</b>	<b>ASPECTO TECNICO</b>	<b>SUMA</b>	<b>AUTOVECTOR</b>
<b>ECONOMICO</b>	76.646	259.208	582.875	149.917	1068.646	0.519
<b>IMPACTO AMBIENTAL</b>	23.542	80.679	181.300	46.221	331.742	0.161
<b>IMPACTO SOCIAL</b>	10.458	35.377	80.613	20.492	146.940	0.071
<b>ASPECTO TECNICO</b>	36.688	124.250	280.125	71.813	512.875	0.249
<b>TOTAL</b>					2060.202	

Tercera iteración:

	<b>ECONOMICO</b>	<b>IMPACTO AMBIENTAL</b>	<b>IMPACTO SOCIAL</b>	<b>ASPECTO TECNICO</b>	<b>SUMA</b>	<b>AUTOVECTOR</b>
<b>ECONOMICO</b>	23572.749	80027.514	180651.828	46181.284	330433.375	0.519
<b>IMPACTO AMBIENTAL</b>	7295.515	24768.128	55911.639	14292.719	102268.002	0.161
<b>IMPACTO SOCIAL</b>	3229.284	10963.005	24748.370	6326.479	45267.138	0.071
<b>ASPECTO TECNICO</b>	11301.258	38366.801	86608.805	22140.270	158417.133	0.249
<b>TOTAL</b>					636385.647	

El autovector nos da el orden de prioridad de los criterios.

<b>AUTOVECTOR</b>	
<b>ECONOMICO</b>	0.5192
<b>IMPACTO AMBIENTAL</b>	0.1607
<b>IMPACTO SOCIAL</b>	0.0711
<b>ASPECTO TECNICO</b>	0.2489

El aspecto económico en el proyecto es el criterio con mayor prioridad con un valor de 0.5192, el segundo criterio más importante es el aspecto técnico con un valor de 0.2489, el criterio impacto ambiental sería el tercero con un valor de 0.1607 y el criterio impacto social sería el menos importante con 0.0711.

Para la consistencia lógica tenemos los mismos resultados por ser la misma tabla con los mismos valores, por lo tanto se cumple la condición de consistencia.

– **Matriz de comparación de pares de las alternativas para cada criterio:**

Se realiza el mismo procedimiento utilizado en la priorización de criterios

**ASPECTO ECONOMICO:**

En este aspecto se analizó principalmente el costo para cada tipo de sistema de alcantarillado, además el gasto que generan debido a la operación y mantenimiento. Se sabe que el alcantarillado combinado lleva las aguas grises y las aguas negras hacia el receptor mediante una sola tubería y el alcantarillado separado conduce las aguas grises y aguas negras en diferentes tuberías; por esta razón se tiene que el alcantarillado separado genera mayores gastos de mano de obra, materiales, etc., además mayores gastos de mantenimiento. Con el análisis anterior y basándonos en la tabla de escala de Saaty se dará una intensidad de 3 “La experiencia y el juicio favorecen levemente una actividad sobre otra” para la alternativa alcantarillado combinado con respecto a la alternativa de alcantarillado separado.

<b>ECONOMICO</b>	<b>COMBINADO</b>	<b>SEPARADO</b>
<b>COMBINADO</b>	1.00	3.00
<b>SEPARADO</b>	0.33	1.00

Primera iteración:

<b>ECONOMICO</b>	COMBINADO	SEPARADO	SUMA	AUTOVECTOR
COMBINADO	2.00	6.00	8.00	0.75
SEPARADO	0.67	2.00	2.67	0.25
<b>TOTAL</b>			10.67	

Segunda iteración:

<b>ECONOMICO</b>	COMBINADO	SEPARADO	SUMA	AUTOVECTOR
COMBINADO	8.00	24.00	32.00	0.75
SEPARADO	2.67	8.00	10.67	0.25
<b>TOTAL</b>			42.67	

Autovector:

<b>ECONOMICO</b>	AUTOVECTOR
COMBINADO	0.7500
SEPARADO	0.2500

Por lo tanto la alternativa alcantarillado combinado tiene más prioridad que la alternativa alcantarillado separado con respecto al criterio económico.

**IMPACTO AMBIENTAL:**

Se analizarán dos ámbitos principales, el impacto ambiental que se produce en la etapa de construcción y el producido en la etapa operación y mantenimiento.

En la etapa de construcción se tiene que el alcantarillado separado debido a su magnitud y al tratarse de dos tuberías causará mayor impacto al ambiente del lugar pero al ser una zona ya consolidada se minimizan los impactos, por otro lado en la etapa de operación y mantenimiento

para el alcantarillado combinado se está contaminando en su totalidad las aguas provenientes de la lluvia. Con el análisis anterior y basándonos en la tabla de escala de Saaty se dará una intensidad de 7 “Una actividad es favorecida muy fuertemente sobre otro; su dominio demostrado en la práctica” para la alternativa alcantarillado separado con respecto a la alternativa de alcantarillado combinado.

<b>IMPACTO AMBIENTAL</b>	COMBINADO	SEPARADO
COMBINADO	1.00	0.14
SEPARADO	7.00	1.00

Primera iteración:

<b>IMPACTO AMBIENTAL</b>	COMBINADO	SEPARADO	SUMA	AUTOVECTOR
COMBINADO	2.00	0.29	2.29	0.125
SEPARADO	14.00	2.00	16.00	0.875
TOTAL			18.29	

Segunda iteración:

<b>IMPACTO AMBIENTAL</b>	COMBINADO	SEPARADO	SUMA	AUTOVECTOR
COMBINADO	128.00	18.29	146.29	0.1250
SEPARADO	896.00	128.00	1024.00	0.8750
TOTAL			1170.29	

Autovector:

<b>IMPACTO AMBIENTAL</b>	AUTOVECTOR
--------------------------	------------

COMBINADO	0.1250
SEPARADO	0.8750

Por lo tanto la alternativa alcantarillado separado tiene más prioridad que la alternativa alcantarillado combinado con respecto al impacto ambiental.

#### IMPACTO SOCIAL:

En este caso tenemos que la generación de fuentes de empleo es favorable a la construcción de alcantarillado separado debido a que se requiere mayor personal debido a la magnitud de la obra, también se analizó el impacto social que causa a los pobladores si se juntan las aguas grises y las aguas negras siendo favorable para el alcantarillado separado. Con el análisis anterior y basándonos en la tabla de escala de Saaty se dará una intensidad de 5 “La experiencia y el juicio favorecen fuertemente una actividad sobre otra” para la alternativa alcantarillado separado con respecto a la alternativa de alcantarillado combinado.

<b>IMPACTO SOCIAL</b>	COMBINADO	SEPARADO
COMBINADO	1.00	0.20
SEPARADO	5.00	1.00

Primera iteración:

<b>IMPACTO SOCIAL</b>	COMBINADO	SEPARADO	SUMA	AUTOVECTOR
COMBINADO	2.00	0.40	2.40	0.166666667
SEPARADO	10.00	2.00	12.00	0.833333333
TOTAL			14.40	

Segunda iteración:

<b>IMPACTO SOCIAL</b>	COMBINADO	SEPARADO	SUMA	AUTOVECTOR
COMBINADO	8.00	1.60	9.60	0.166666667
SEPARADO	40.00	8.00	48.00	0.833333333
<b>TOTAL</b>			<b>57.60</b>	

Autovector:

<b>IMPACTO SOCIAL</b>	AUTOVECTOR
COMBINADO	0.1667
SEPARADO	0.8333

Por lo tanto la alternativa alcantarillado separado tiene más prioridad que la alternativa alcantarillado combinado con respecto al impacto social.

ASPECTO TECNICO:

En este aspecto se tomó en cuenta los estudios y diseños que conlleva la realización de los dos tipos de alcantarillado. Al realizar un tipo de alcantarillado separado siguiendo la norma vigente se está dando una solución lo más técnica posible para el tratamiento posterior de las aguas grises y negras. Con el análisis anterior y basándonos en la tabla de escala de Saaty se dará una intensidad de 5 “La experiencia y el juicio favorecen fuertemente una actividad sobre otra” para la alternativa alcantarillado separado con respecto a la alternativa de alcantarillado combinado.

<b>ASPECTO TECNICO</b>	COMBINADO	SEPARADO
COMBINADO	1.00	0.20
SEPARADO	5.00	1.00

Primera iteración:

<b>ASPECTO TECNICO</b>	COMBINADO	SEPARADO	SUMA	AUTOVECTOR
COMBINADO	2.00	0.40	2.40	0.166666667
SEPARADO	10.00	2.00	12.00	0.833333333
TOTAL			14.40	

Segunda iteración:

<b>ASPECTO TECNICO</b>	COMBINADO	SEPARADO	SUMA	AUTOVECTOR
COMBINADO	8.00	1.60	9.60	0.166666667
SEPARADO	40.00	8.00	48.00	0.833333333
TOTAL			57.60	

Autovector:

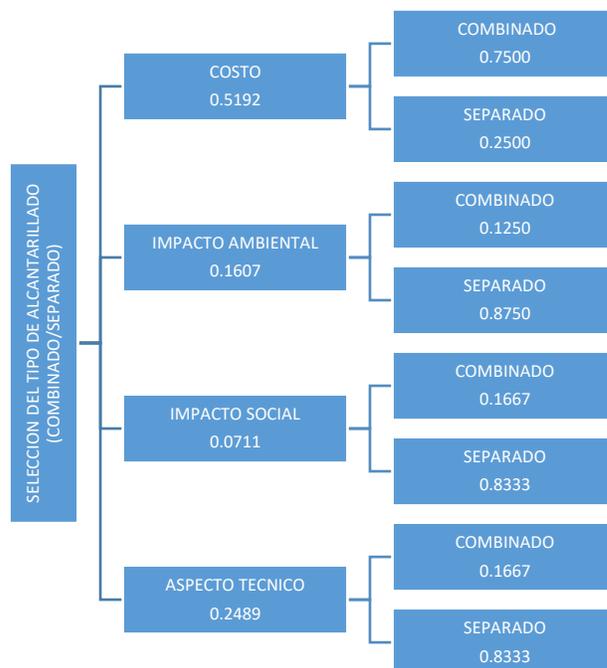
<b>ASPECTO TECNICO</b>	AUTOVECTOR
COMBINADO	0.1667
SEPARADO	0.8333

Por lo tanto la alternativa alcantarillado separado tiene más prioridad que la alternativa alcantarillado combinado con respecto al aspecto técnico.

– **Calculo de la prioridad de alternativas:**

Con los valores obtenidos pasamos al árbol de jerarquía para completar la estructura de las alternativas.

Para la toma de la decisión final tenemos los autovectores de prioridad de las alternativas y el autovector de prioridad de los criterios, se realiza una multiplicación entre estas dos matrices y la alternativa con mayor puntaje es la mejor opción para el proyecto.



	<b>Económico</b>	<b>Impacto ambiental</b>	<b>Impacto social</b>	<b>Aspecto técnico</b>		0.5192	<b>Económico</b>
<b>Combinado</b>	0.7500	0.1250	0.1667	0.1667	<b>X</b>	0.1607	<b>Impacto ambiental</b>
<b>Separado</b>	0.2500	0.8750	0.1667	0.1667		0.0711	<b>Impacto social</b>
						0.2489	<b>Aspecto técnico</b>

Al realizar el producto de la matriz autovector de alternativas respecto a los criterios con la matriz autovector de criterios tenemos la matriz de prioridad del proyecto.

<b>PRIORIDAD</b>	
<b>COMBINADO</b>	0.4629
<b>SEPARADO</b>	0.5371

La priorización se establece según el puntaje ponderado obtenido en el autovector para cada alternativa. Si se tiene mayor puntaje ponderado, la alternativa será mejor con respecto de las otras.

Con estos resultados podemos decir que para la construcción del alcantarillado para el Barrio 4 de Octubre de la Ciudad de Sucúa luego de haber analizado los factores como son el económico, el impacto ambiental, el impacto social y el aspecto técnico, la mejor alternativa es que se realice un alcantarillado separado el cual que tiene un valor de ponderación de 53.71 % frente a un valor de 46.29 % correspondiente a la construcción de alcantarillado combinado.

### 8.5.3. Consistencia lógica.

Se realiza la consistencia lógica para los criterios.

$$IC = \frac{(\lambda_{max} - n)}{(n - 1)}$$

$$\lambda_{max} = [1.90 \quad 8.25 \quad 13.00 \quad 3.83] \times \begin{bmatrix} 0.5192 \\ 0.1607 \\ 0.0711 \\ 0.2489 \end{bmatrix}$$

$$\lambda_{max} = 4.1913$$

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} = 0.0638$$

$$RC = \frac{CI}{IR} = \frac{0.0359}{0.52} = 0.0716$$

Entonces se tiene que la razón de consistencia para la matriz de pares de los criterios es 0.0716 cumpliendo con lo especificado  $RC < 0.1$  y no se tendrá que modificar los valores de los criterios, para la matriz de pares de las alternativas se realiza el mismo procedimiento pero en nuestro caso al tener dos alternativas (sistema combinado-sistema separado) tenemos que el índice de consistencia aleatorio es cero con lo cual la razón de consistencia es ideal (cero) cumpliendo con la teoría de T.L. Saaty.

### 8.6. Análisis de resultados.

Del análisis multicriterial se obtienen los siguientes resultados: la mejor alternativa para la construcción del sistema es con tubería de PVC en comparación con la tubería de Hormigón Simple, con un grado de prioridad de 77.36% y 22.64% respectivamente. Además, se verificó que el tipo de sistema debe ser separado dado que su prioridad es del 51.73% frente a un 48.27% para alcantarillado combinado.

Tipo de Tubería	
PVC	75.35%
Hormigón Simple	24.65%

Tipo de Sistema	
Combinado	46.29%
Separado	53.71%



## **9.2. Inicio de la actividad**

Antes de tener en funcionamiento los sistemas de Alcantarillado pluvial y sanitario para el Barrio 4 de Octubre, ubicado en Sucúa al Este del Aeropuerto con una extensión de 3554.4 metros, las tuberías que varía desde los 200mm hasta los 700mm de diámetro, este deberá ser limpiado, deshaciéndose de los desechos sobrantes. Se utilizara espejos y linternas para el control de alineación de las tuberías.

La inspección a los pozos de revisión, cámaras, etc., deberán asegurar el paso libre de la sección. Los taponamientos usuales se dan dentro de las casas, en las instalaciones sanitarias, y conexiones domiciliarias, en tanto el mantenimiento preventivo empieza en las viviendas.

El GAD del Cantón Sucúa como responsable del mantenimiento y operación deberá programar los mantenimientos.

## **9.3. Mantenimiento de los sistemas de alcantarillado**

### ***9.3.1. Inspección de pozos de revisión y colectores***

Para realizar la inspección se deberá tener los materiales y equipos necesarios tales como, guantes, par de botas, máscara, casco.

En base a la inspección, la información obtenida se programará labores de mantenimiento, y decidir los tramos convenientes para inspección, seria costosos y perdida de esfuerzo hacerla a todo el sistema de alcantarillado. Tener cuadrillas de por lo menos tres trabajadores.

#### ***9.3.1.1. Entrada a pozos de revisión***

Tener plenamente identificados el tramo de alcantarillado en los planos, para hacer la inspección del pozo de revisión aguas arriba y abajo del tramo.

Los pozos de revisión deben estar ventilados para un ingreso seguro, se abrirá las tapas unas dos horas antes aguas arriba y abajo del tramo a inspeccionar, para la protección del personal, y para ganar tiempo se puede abrir varias tapas de los pozos de revisión.

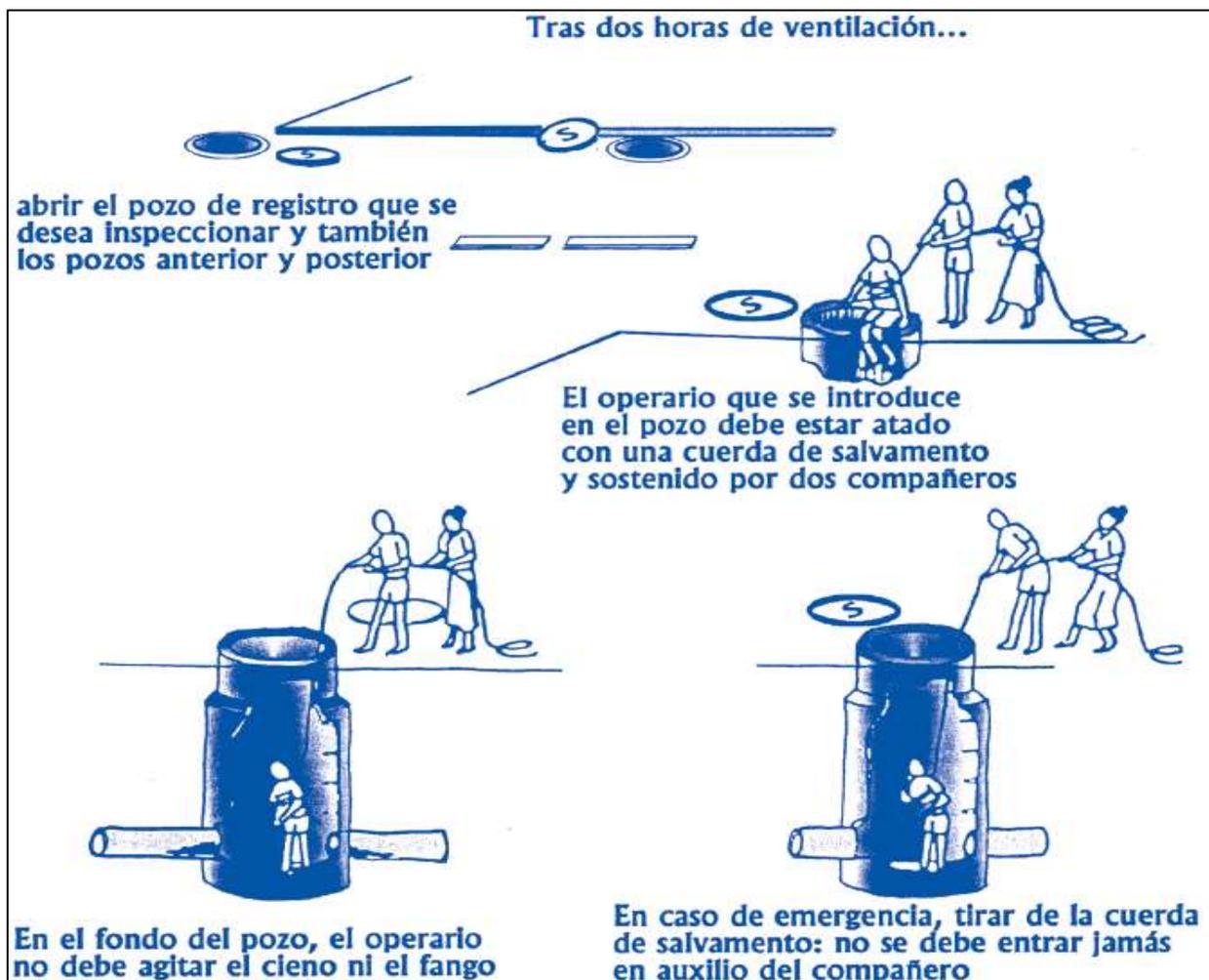
Se deberá hacer una inspección del pozo de revisión después de las dos horas de ventilación, para constatar que no haya peligro por el gas toxico producido en la misma, si no hubiera suficiente oxigeno el operario podría morir por asfixia.

La revisión se la debe hacer desde aguas abajo hasta aguas arriba, ósea comenzando desde lo bajo de la red e ir subiendo progresivamente.

Si por alguna razón el pozo de revisión está inundado, se utilizara una bomba de succión para extraer el agua y verterla en el pozo de revisión aguas debajo de la misma. Si no existiera la bomba de succión se podrá utilizar baldes pero esto ocasionaría la demora de la limpieza.

El operario que ingresa al pozo de revisión deberá llevar una cuerda de salvamento, por el hecho de en los pozos de inspección antiguas los peldaños pueden estar desgastados, resbaladizos o corroídos. De la manera que el otro operario se mantenga fuera para poder sacarlo, en cualquier eventualidad, de ningún modo ingresaran ambos trabajadores al mismo tiempo.

Figura 9.2  
 Mantenimiento y equipo de pozos de revisión



Fuente: Manual de Operación y Mantenimiento de Sistemas de Alcantarillado en Áreas Rurales, Bolivia, 2007

Herramientas: Pala pequeña, cuerda de 10m (mínimo), linterna, balde, pata de cabra (retirar tapa)

Personal: Operador + Un peón (se recomienda dos peones)

Frecuencia: Cada seis meses

### 9.3.1.2. Comprobaciones de alineación de colectores

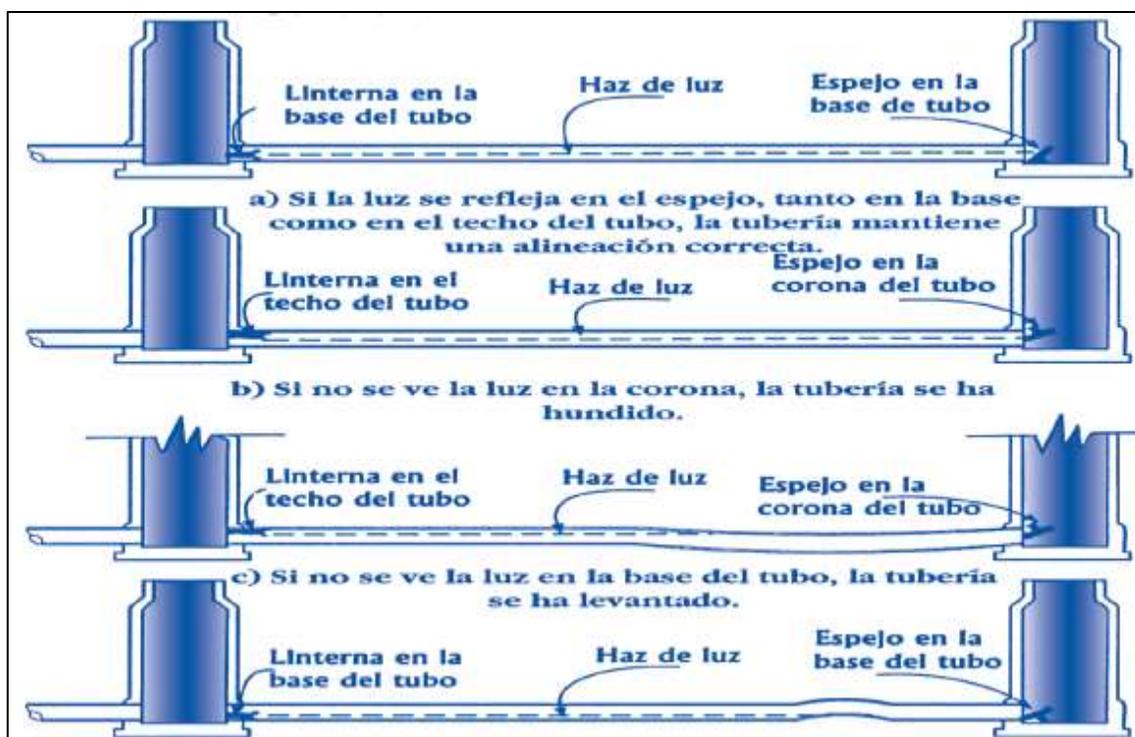
La inspección se la hace de forma visual utilizando linternas, espejos y el equipo de seguridad. Se recomienda que para este trabajo se la haga entre las doce de la noche y a las

cuatro de la mañana ya que esto representa que el colector se encuentre sin agua o con un mínimo caudal.

Esta comprobación se utilizara solo a dos operarios, en dos pozos de revisión que estén continuamente, deben tener una linterna y un espejo

A una distancia de 10 cm se mantiene el espejo y linterna, luego se va levantando ambos objetos progresivamente por debajo de la corona de la tubería, de existir alguna desigualdad se oscurece la luz de la linterna, mediante este procedimiento se puede observar obstrucciones e imperfecciones de las tuberías.

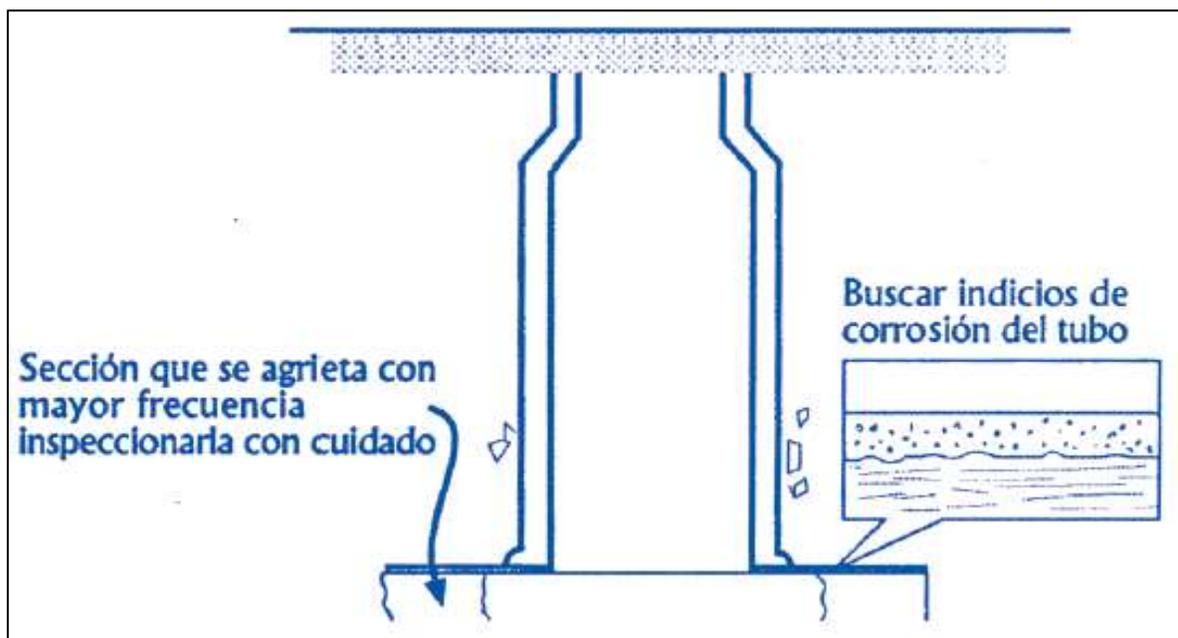
Figura 9.3  
*Alineación de colectores*



Fuente: Manual de Operación y Mantenimiento de Sistemas de Alcantarillado en Áreas Rurales, Bolivia, 2007

La mayor parte, para encontrar una mala alineación o grietas es poco después del pozo de revisión, ya sea por asentamientos del terreno después de la colocación de la tubería.

Figura 9.4  
*Problemas en pozo de revisión*



Fuente: Manual de Operación y Mantenimiento de Sistemas de Alcantarillado en Áreas Rurales, Bolivia, 2007

Herramientas: Linternas, espejos y equipo de seguridad

Personal: Operador + Un peón

Frecuencia: Cada seis meses

### ***9.3.2. Limpieza de colectores***

Se verificara los tramos críticos de la red de tuberías y pendientes de la misma, para tener en cuenta la frecuencia con la que se va a limpiar el colector, lo menos críticos tendrán mantenimientos con periodos de tiempo largos. Se recomienda que la limpieza se la haga preferible al comienzo de las lluvias (de Marzo a Mayo de cada año).

Es necesario que la limpieza en el inicio de los tramos de los colectores se haga con bastante agua.

Figura 9.5  
Limpieza de tramos iniciales de colectores

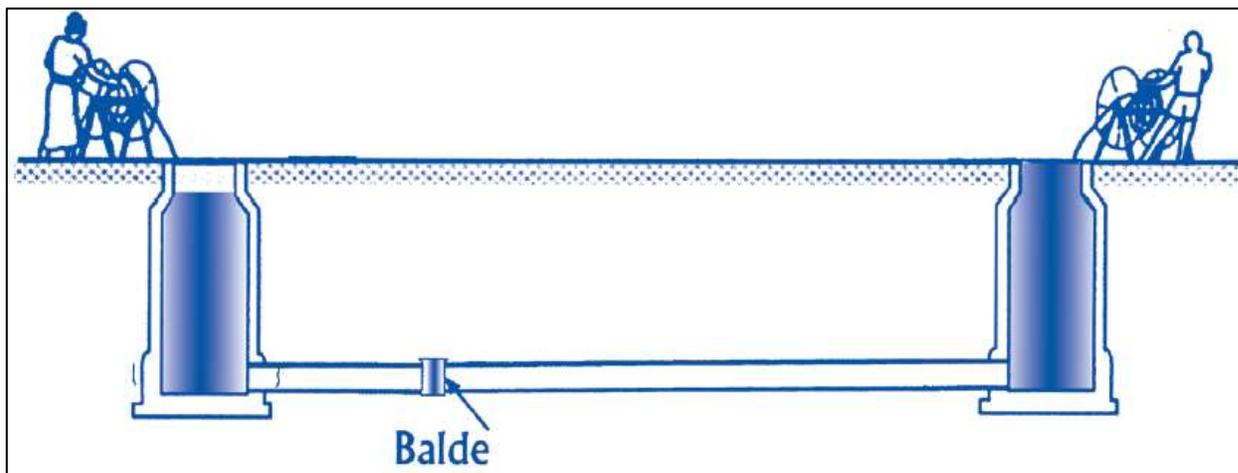


Fuente: OPS/CEPIS/05.152, UNATSABAR, 2005, p.13, Elaborado: Autor

Para extraer el lodo, sedimentos u otros objetos adversos se coloca un balde sujeto en la medio de un cable de acero, este cable debe ser el doble de la longitud entre dos pozos de revisión. Primero se introduce el extremo del cable desde el pozo aguas arriba, con el pico del balde en el sentido de la corriente del agua, para que este vaya acarreado los sedimentos, lodos u objetos adversos, en el pozo aguas abajo estará enrollándose en un molinete. El diámetro del balde debe ser cinco centímetros menor que el diámetro de la tubería para evitar que se atore dentro del mismo, esto permite que los sedimentos, lodos y objetos adversos pasen por encima de este una vez lleno el balde.

Se tendrá en cuenta que se deberá abrir las tapas de los pozos de revisión aguas arriba y aguas abajo, durante un periodo no menor de una hora con treinta minutos, para que permita la ventilación de gases tóxicos existentes.

Figura 9.6  
*Extracción de lodos, sedimentos y objetos adversos*



Fuente: Manual de Operación y Mantenimiento de Sistemas de Alcantarillado en Áreas Rurales, Bolivia, 2007

Herramientas: Balde, cable de acero, molinete

Personal: Operador + Un peón

Frecuencia: Cada seis meses (tramos críticos), cada año (tramo menos críticos)

Cuando se haya bloqueado el balde, no se debe jalar con demasiada fuerza esto podría aglutinar los sedimentos haciendo difícil y complicada la extracción, se tiene que hacer retroceder el balde, tirando desde el otro extremo se sustituye por otro balde más pequeño o por una barrena.

Si el balde se encuentra en el pozo de inspección aguas abajo se extrae el balde con los sedimentos, lodo, etc., soltándolo del cable, a su vez se recoge el cable desde el pozo de inspección aguas arriba, para volver amarrar al balde y repetir este método hasta que la tubería quede totalmente limpia.

Si por alguna razón la tubería se encuentra obstruida, y no se pueda utilizar el balde, se utilizara la barrena para eliminar el taponamiento. Si la barrena accede en donde está la obstrucción de la tubería, el agua que pasa aguas abajo facilita la segregación de los sólidos.

Los pozos de revisión dañados deben repararse inmediato, usando cemento con una buena dosificación. Se recomienda tener tapas de repuesto de los pozos de revisión y estas no permitan filtraciones.

Cuando sea imprescindible, se tapara la entrada de agua en el pozo de revisión aguas arriba, para que después el agua represada entre a la tubería con violencia para arrastras los sólidos aguas abajo.

Figura 9.7  
*Herramienta para limpiar taponamientos*



Fuente: Manual de Operación y Mantenimiento de Sistemas de Alcantarillado en Áreas Rurales, Bolivia, 2007

Figura 9.8  
*Eliminación del taponamiento en la tubería*



Fuente: Manual de Operación y Mantenimiento de Sistemas de Alcantarillado en Áreas Rurales, Bolivia, 2007

Herramientas: Barrena, manivela

Personal: Operador

Tabla 9-1  
*Instrumentos de seguridad para el personal*

UNIDAD	ACTIVIDADES	FRECUENCIA	PERSONAL	SEGURIDAD
Alcantarillado sanitario y pluvial	Operación y mantenimiento de los pozos de inspección y tramos de tubería para los sistemas de alcantarillado sanitario y pluvial	1 vez/seis meses (critico) 1 vez/año (menos critico)	Operador + Un peón (se recomienda dos peones)	Botas de caucho, chalecos reflectivos, guantes, cascos, mascarilla

Fuente: Autor

#### 9.4. Costos de operación y mantenimiento

Tabla 9-2  
*Presupuesto referencial al mantenimiento de pozos y red de alcantarillado sanitario y pluvial*

PRESUPUESTO						
Ítem	Código	Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario	P. Total
<b>1</b>		<b>MANTENIMIENTO</b>				<b>821.08</b>
1.001	507114	mantenimiento de pozos de revisión y colectores	mes	1	<b>821.08</b>	<b>821.08</b>
		<b>SUBTOTAL</b>				<b>821.08</b>
		<b>IVA</b>			12.00%	<b>98.53</b>
		<b>TOTAL</b>				<b>919.61</b>

Son: NOVECIENTOS DIECINUEVE CON 61/100 DÓLARES

Fuente: Autor

Tabla 9-3  
*Análisis de precio unitario*

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
<b>RUBRO:</b>	mantenimiento de pozos de revisión				<b>UNIDAD:</b>	mes
<b>DETALLE:</b>						
<b>EQUIPOS</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Tarifa</b>	<b>Costo Hora</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Costo</b>
	Herramienta manual y menor de construcción	5.00 %MO	38.728			38.728
	<b>SUBTOTAL M</b>					38.728
<b>MANO DE OBRA</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Jornal/Mes</b>	<b>Costo</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Costo</b>

		<b>Hora</b>			
Peón	1	384.72	3.41	1	384.72
Albañil	1	389.83	3.45	1	389.83
<b>SUBTOTAL N</b>					774.55
<b>MATERIALES</b>					
	<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio Unit.</b>	<b>Costo</b>
	CABLE ACERO D=1/4"	m	200	0.039	7.8
<b>SUBTOTAL O</b>					7.8
<b>TRANSPORTE</b>					
	<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Tarifa</b>	<b>Costo</b>
<b>SUBTOTAL P</b>					0
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					821.078
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES: 0.000 %</b>					0
<b>OTROS INDIRECTOS: 0.000 %</b>					0
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					821.078
<b>ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.</b>					<b>VALOR OFERTADO</b>
					821.08

Fuente: Autor

Tabla 9-4

*Tarifa mensual per-cápita y por vivienda catastral, del mantenimiento de alcantarillado sanitario y pluvial*

<b>UNIDAD</b>	<b>ACTIVIDADES</b>	<b>PERSONAL</b>	<b>COSTO POR MES</b>	<b>COSTO POR PREDIO CATASTRAL</b>
Alcantarillado pluvial y sanitario	limpieza y remoción de sedimentos de colectores y pozos	Operador + Un peón	919.61	1.35

Fuente: Autor

## CAPÍTULO 10

### 10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

#### 10.1 Conclusiones:

- Se realizó el proyecto de saneamiento y drenaje a partir del diseño geométrico de las vías para garantizar el cumplimiento de las especificaciones técnicas y costos de las obras.
- Los sistemas de alcantarillado pluvial y sanitario contribuyen a la disminución de la contaminación ambiental de gran impacto social traducido a la calidad de vida de las personas que habitan en la zona del proyecto.
- A partir de la condición técnica operativa el sistema de alcantarillado separado se evitará que las aguas residuales y las aguas provenientes de la lluvia se mezclen abaratando los costos en la depuración y disminuyendo la contaminación.
- Se verificó que el PVC como material para la construcción del alcantarillado es la mejor alternativa al poseer ventajas como el coeficiente de rugosidad, facilidad de instalación, facilidad de transporte a obra, vida útil y mantenimiento.
- El proyecto se ha desarrollado dentro de los lineamientos económicos razonables para el sector, donde se determinó un costo per cápita de \$2591.89 dólares para los 148 predios existentes, además el costo de operación y mantenimiento de \$1.35 dólares mensuales para una limpieza de dos veces al año sin considerar la depuración de aguas residuales.
- Se estableció cuatro criterios para la implementación del proyecto económico, ambiental, social y técnico; siguiendo la metodología de análisis multicriterio establecido por Tomas L. Saaty: construcción de jerarquías, establecimiento de prioridades y consistencia lógica; se determinó que la mejor alternativa para la construcción del sistema de alcantarillado es con tubería de PVC en comparación con la tubería de hormigón simple, con un grado de

prioridad de 75.35% y 24.65% respectivamente. Además, se verificó que el sistema de alcantarillado separado es la mejor alternativa y se obtuvo una prioridad del 53.71% frente a un 46.29% con relación a un sistema combinado.

- El análisis multicriterial puede ser aplicable a cualquier tipo de proyecto ya que analiza los distintos aspectos de un problema complejo a partir de criterios recurrentes para la toma de decisión para el desarrollo de un proyecto.

## **10.2 Recomendaciones**

- Seguir los procesos estipulados en las especificaciones técnicas, para garantizar el adecuado proceso en las etapas de construcción, operación y mantenimiento.
- Realizar campañas de concientización por parte del GAD Municipal resaltando la importancia del uso adecuado del sistema de recolección para su buen funcionamiento, evitando así posibles taponamientos sobre todo en los sistemas pluviales.
- Se recomienda que exista el mantenimiento adecuado como se especifica en las recomendaciones de operación y mantenimiento, para así asegurar un buen funcionamiento del sistema.
- Se debe considerar a la totalidad de predios beneficiarios del proyecto para la recuperación de la inversión y facilitar el acceso al servicio.
- Para el análisis multicriterio de proyectos similares se recomienda realizar una discusión, debate, intercambio de ideas y con la experiencia por parte de profesionales para la selección de la mejor alternativa que beneficiará tanto a la comunidad como también a la institucionalidad.

## **BIBLIOGRAFÍA.**

- <http://cantonsucua.blogspot.com/2016/01/v-behaviorurldefaultvmlo.html>
- [ftp://ftp.fao.org/fi/cdrom/fao\\_training/fao\\_training/general/x6707s/x6707s07.htm](ftp://ftp.fao.org/fi/cdrom/fao_training/fao_training/general/x6707s/x6707s07.htm)
- Principios de Hidráulica, Agua Potable y Alcantarillado, Kalidzin 1966.
- <http://sinmiedosec.com/anuarios-meteorologicos-del-inamhi/>
- <http://www.serviciometeorologico.gob.ec/wp-content/uploads/anuarios/meteorologicos/Am%202009.pdf>
- Normas de diseño para sistemas de agua potable y eliminación de residuos líquidos. IEOS, 1986 (documento básico).
- Ingeniería sanitaria. Redes de alcantarillado y bombeo de aguas residuales. Metcalf-Eddy, 1985.
- <http://www.serviciometeorologico.gob.ec/red-de-estaciones-meteorologicas/>
- <http://www.sucua.gob.ec/>
- OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE SISTEMAS DE ALCANTARILLADO SANITARIO EN EL MEDIO RURAL OPS/CEPIS/05.152 UNATSABAR
- MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE SISTEMAS DE ALCANTARILLADO SANITARIO EN ÁREAS RURALES, BOLIVIA, MINISTERIO DE AGUA, VICEMINISTERIO DE SERVICIOS BÁSICOS
- REGLAMENTO DE SEGURIDAD Y SALUD DE LOS TRABAJADORES Y MEJORAMIENTO DEL MEDIO AMBIENTE DE TRABAJO
- Constitución de la república del Ecuador 2008.
- Ley de gestión ambiental, registro oficial suplemento 418 de 10-sep-2004.
- Plan de desarrollo y ordenamiento territorial del cantón Sucúa (PD y OT)

- Código ecuatoriano de la construcción de parte IX obras sanitarias.
- Acuerdo 061 reforma del libro VI del texto unificado de legislación secundaria
- Código orgánico integral penal, 1ra. Edición: 2014
- Ley de prevención y control de la contaminación ambiental, registro oficial suplemento # 418, 10-9-2004.
- Ley orgánica de salud, registro oficial suplemento 423 de 22-dic-2006
- INEC, Instituto Nacional de Estadísticas y Censos.
- Guía de procedimientos para la elaboración de la ficha ambiental (FA) y plan de manejo ambiental (PMA) de proyectos de alcantarillado y tratamiento de aguas residuales.
- CODIGO ORGANICO DE ORGANIZACION TERRITORIAL, AUTONOMIA Y DESCENTRALIZACION.
- AUTONOMIA DESCENTRALIZACION Ley 0, Registro Oficial Suplemento 303 de 19-oct-2010, Estado: Vigente
- LA INICIATIVA YASUNÍ-ITT DESDE UNA PERSPECTIVA MULTICRITERIAL
- Instrumentos económicos para la gestión ambiental: decisiones monocriteriales versus decisiones multicriteriales Por Fander Falconí y Rafael Burbano
- Normas de diseño de carreteras – 2003
- Norma ecuatoriana vial NEVI-12 – MTOP. VOLUMEN N 2 – LIBRO A.
- NORMAS PARA ESTUDIO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y DISPOSICIÓN DE AGUAS RESIDUALES PARA POBLACIONES MAYORES A 1000 HABITANTES.

- Elementos de diseño para acueductos y alcantarillados. Ricardo Alfredo López Cualla.  
2ª. Edición.
- Plan de desarrollo y ordenamiento territorial del Cantón Sucúa.
- GUÍAS PARA EL DISEÑO DE TECNOLOGÍAS DE ALCANTARILLADO.  
Organización panamericana de la salud.
- METODOLOGÍA de la investigación Quinta edición. Dr. Roberto Hernández  
Sampieri
- LEY ORGÁNICA DE RECURSOS HÍDRICOS, USOS Y APROVECHAMIENTO  
DEL AGUA.
- Decision making with the analytic hierarchy process. Thomas L. Saaty.
- Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología.
- Normas APA sexta edición.

# **ANEXOS**

## ÍNDICE DE PLANOS

Planta, emplazamiento vial.....	1/12
Diseño geométrico vertical: Rasante; Av. Arcenio Calle, Abraham Zúñiga y Augusto Zúñiga.....	2/12
Diseño geométrico vertical: Rasante; Calles Capitán Dresel, Pastor Gómez, Calle 1 y Calle 2.....	3/12
Áreas de aporte y curvas de nivel.....	4/12
Diseño en planta, alcantarillado sanitario.....	5/12
Perfil de Alcantarillado Sanitario con tubería PVC, de la Av. Arcenio Calle, Calle Abraham Zuñiga y Calle Augusto Zuñiga.....	6/12
Perfil de Alcantarillado Sanitario con tubería PVC, de las Calles Capitán Dresel, Calle 2, Calle 1 y Pastor Gómez.....	7/12
Diseño en planta, alcantarillado pluvial.....	8/12
Perfil del Alcantarillado pluvial con tubería PVC, de la AV. Arcenio Calle, Calle Abraham Zuñiga y Calle Augusto Zuñiga.....	9/12
Perfil de Alcantarillado pluvial con tubería de PVC, de las calles Capitán Dresel, Calle 2, Calle 1 y Pastor Gómez.....	10/12
Planta de tratamiento de aguas residuales.....	11/12
Detalle de pozos, domiciliarias y sumideros.....	12/12





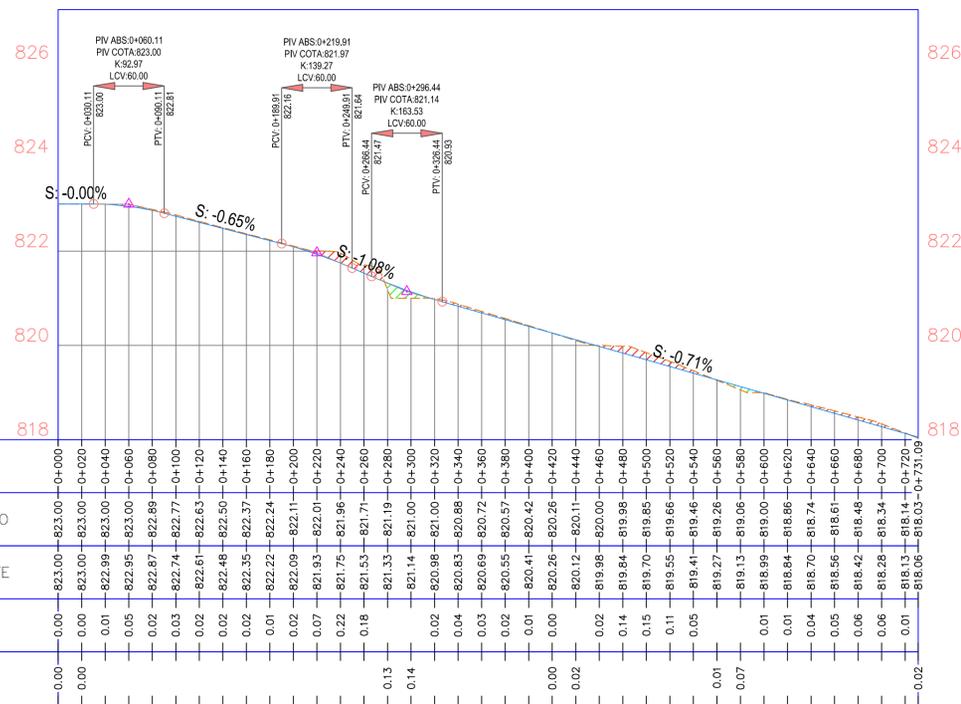
# Planta



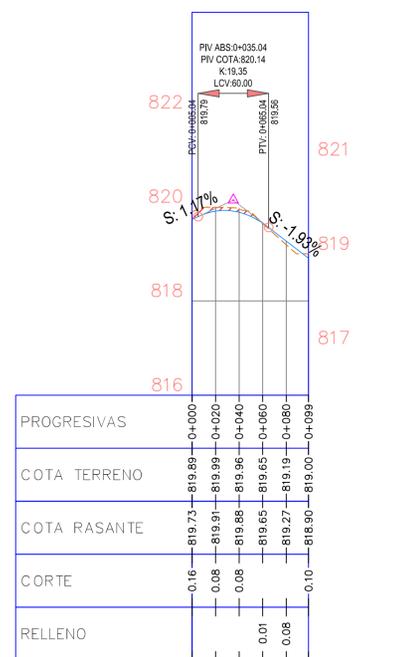
ESC. 1/1250

# Perfil

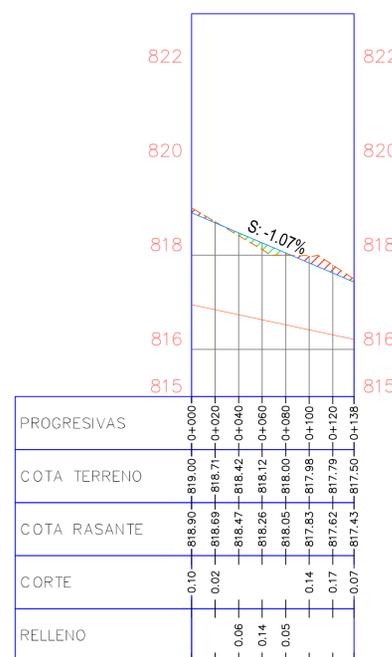
PERFIL LONGITUDINAL: AV. ARCENIO CALLE



PERFIL LONGITUDINAL: CALLE ABRAHAM ZUÑIGA



PERFIL LONGITUDINAL: CALLE AUGUSTO ZUÑIGA



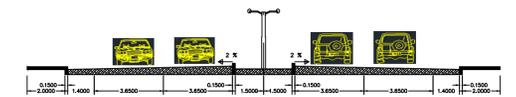
ESC. 1/3000

# UBICACIÓN

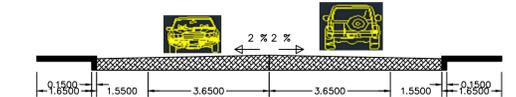


# SECCIÓN TRANSVERSAL DE VÍA

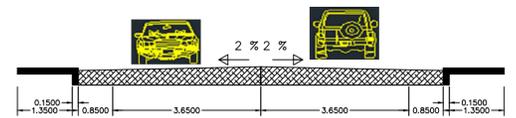
AV. ARCENIO CALLE



CALLE ABRAHAM ZUÑIGA



CALLE AUGUSTO ZUÑIGA



# SIMBOLOGÍA

- EJES DE VÍAS
- RIACHUELO
- PREDIOS
- BORDILLOS
- VEREDAS
- PARTERRES
- CURVAS DE NIVEL CADA 1m
- CURVAS DE NIVEL CADA 5m
- TERRENO NATURAL
- RASANTE DE VÍA
- ÁREA DE RELLENO
- ÁREA DE CORTE



Revisión:

DISEÑO: Cobos Carrillo Jaime Hernán Vera Mejía Cristian Styven  
DIBUJO: Cobos Carrillo Jaime Hernán Vera Mejía Cristian Styven

Ing. Msc. Vicente Aurelio González Borja  
Director de Tesis

Análisis Multicriterial para la implementación del proyecto de Alcantarillado Separado del Barrio 4 de Octubre de la Ciudad de Sucúa

Diseño Geométrico Vertical: Rasante; Av. Arcenio Calle, Abraham Zuñiga y Augusto Zuñiga

Lamina: 2 / 12

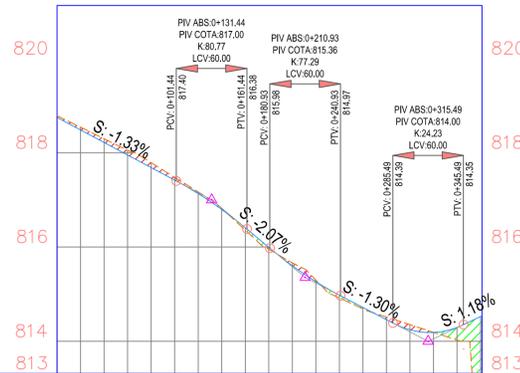
# Planta



ESC. 1/750

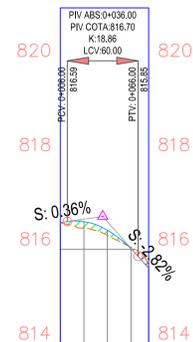
# Perfil

PERFIL LONGITUDINAL:  
CALLE CAPITÁN DRESSEL



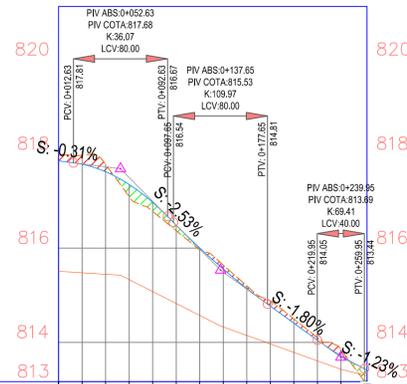
PROGRESIVAS	COTA TERRENO	COTA RASANTE	CORTE	RELLENO
0+000	818.76	818.76	0.03	
0+020	818.54	818.48	0.06	
0+040	818.30	818.22	0.08	
0+060	818.05	817.95	0.10	
0+080	817.79	817.69	0.10	
0+100	817.48	817.42	0.06	
0+120	817.17	817.13	0.04	
0+140	816.82	816.80	0.02	
0+160	816.36	816.41	0.05	
0+180	815.96	816.00	0.04	
0+200	815.67	815.61	0.06	
0+220	815.30	815.27	0.03	
0+240	814.92	814.98	0.06	
0+260	814.69	814.72	0.03	
0+280	814.52	814.46	0.06	
0+300	814.35	814.24	0.11	
0+320	814.19	814.19	0.00	
0+340	814.03	814.30	0.27	
0+361.18	811.13	814.54	3.41	

PERFIL LONGITUDINAL:  
PASTOR GÓMEZ



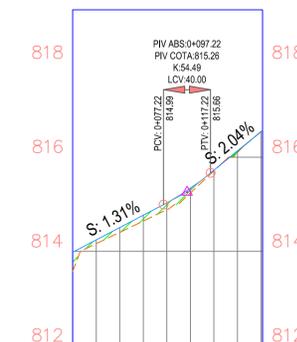
PROGRESIVAS	COTA TERRENO	COTA RASANTE	CORTE	RELLENO
0+000	816.57	816.57	0.00	
0+020	816.45	816.59	0.14	
0+040	816.30	816.41	0.11	
0+060	816.04	816.00	0.03	
0+075	815.67	815.60	0.07	

PERFIL LONGITUDINAL:  
CALLE 1



PROGRESIVAS	COTA TERRENO	COTA RASANTE	CORTE	RELLENO
0+000	817.98	817.85	0.13	
0+020	817.97	817.78	0.19	
0+040	817.78	817.62	0.16	
0+060	817.09	817.35	0.26	
0+080	816.78	816.97	0.19	
0+100	816.37	816.49	0.12	
0+120	815.97	816.00	0.03	
0+140	815.64	815.35	0.09	
0+160	815.20	815.14	0.06	
0+180	814.88	814.77	0.11	
0+200	814.50	814.41	0.09	
0+220	814.10	814.05	0.06	
0+240	813.85	813.71	0.14	
0+262.21	813.12	813.41	0.29	

PERFIL LONGITUDINAL:  
CALLE 2



PROGRESIVAS	COTA TERRENO	COTA RASANTE	CORTE	RELLENO
0+000	813.58	813.98	0.40	
0+020	814.16	814.24	0.08	
0+040	814.40	814.51	0.10	
0+060	814.64	814.77	0.12	
0+080	814.88	815.03	0.15	
0+100	815.24	815.34	0.10	
0+120	815.71	815.72	0.01	
0+140	816.10	816.13	0.03	
0+161.30	816.57	816.57	0.00	

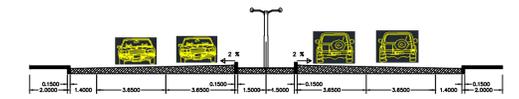
ESC. 1/3000

# UBICACIÓN

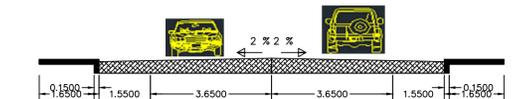


# SECCIÓN TRANSVERSAL DE VÍA

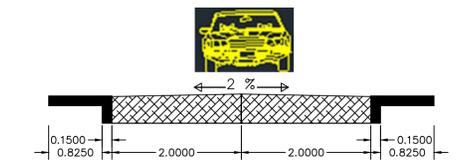
CALLE CAPITÁN DRESSEL



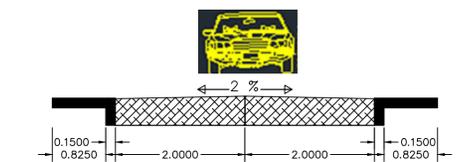
CALLE PASTOR GÓMEZ



CALLE 1



CALLE 2



# SIMBOLOGÍA

- EJES DE VÍAS
- TERRENO NATURAL
- RIACHUELO
- RASANTE DE VÍA
- PREDIOS
- AREA DE RELLENO
- BORDILLOS
- AREA DE CORTE
- PARTERRES
- CURVAS DE NIVEL CADA 1m
- CURVAS DE NIVEL CADA 5m



Revisión:

DISEÑO: Cobos Carrillo Jaime Hernán  
Vera Mejía Cristian Styven

DIBUJO: Cobos Carrillo Jaime Hernán  
Vera Mejía Cristian Styven

Ing. Msc. Vicente Aurelio González Borja  
Director de Tesis

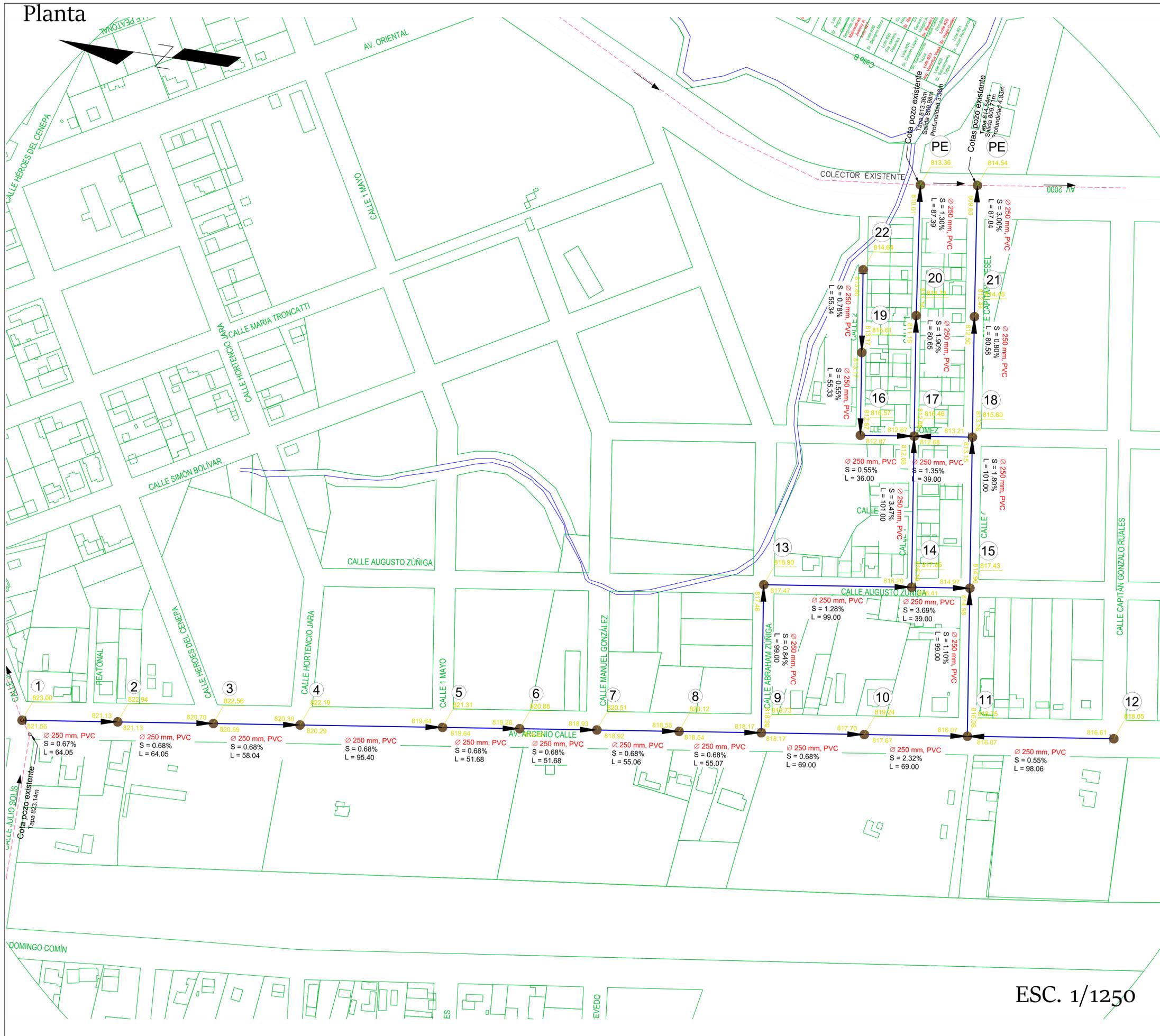
Análisis Multicriterial para la implementación del  
proyecto de Alcantarillado Separado del Barrio 4 de  
Octubre de la Ciudad de Sucúa

Diseño Geométrico Vertical: Rasante; Calle Capitán  
Dressel, Calle Pastor Gómez, Calle 1, Calle 2

Lamina: 3 / 12



# Planta



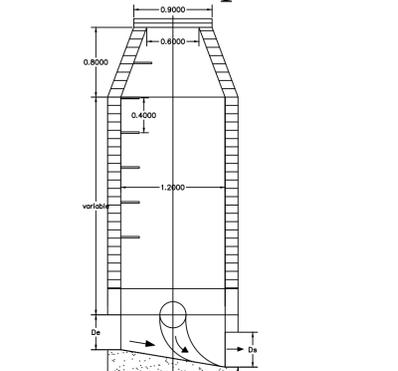
ESC. 1/1250

## UBICACIÓN

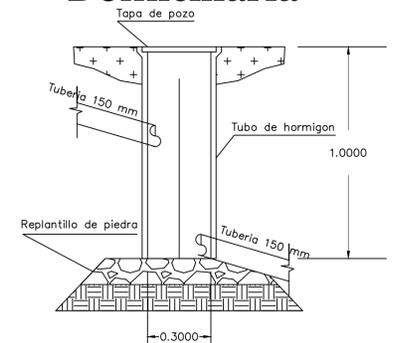


## POZO TIPO

### Pozo de Inspección



### Domiciliaria



## SIMBOLOGÍA

- POZO EXISTENTE
- POZO DE REVISIÓN
- POZO DE CABEZA DE TRAMO
- RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO
- DIRECCIÓN DE FLUJO
- ▬ RIACHUELO
- ▭ PREDIOS
- - - COLECTOR EXISTENTE

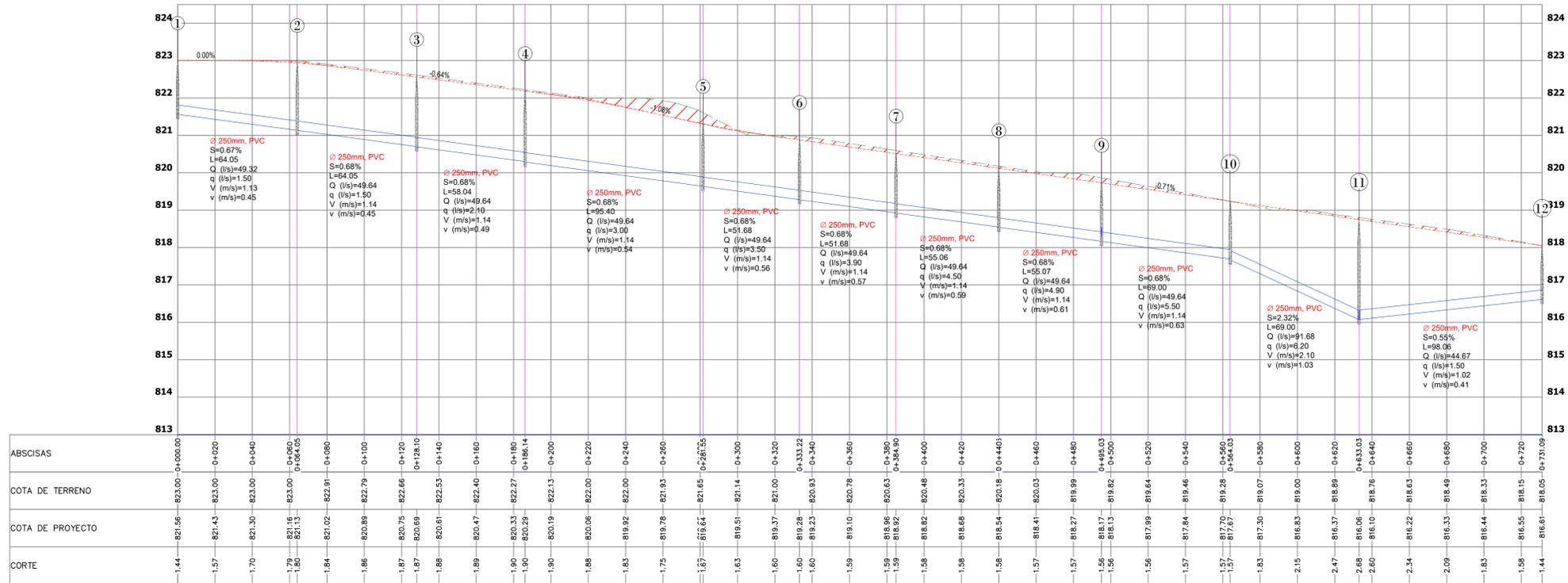


Revisión:  
Ing. Msc. Vicente Aurelio González Borja  
Director de Tesis

DISEÑO: Cobos Carrillo Jaime Hernán  
Vera Mejía Cristian Styven  
DIBUJO: Cobos Carrillo Jaime Hernán  
Vera Mejía Cristian Styven  
Análisis Multicriterial para la implementación del proyecto de Alcantarillado Separado del Barrio 4 de Octubre de la Ciudad de Sucúa

# Perfil

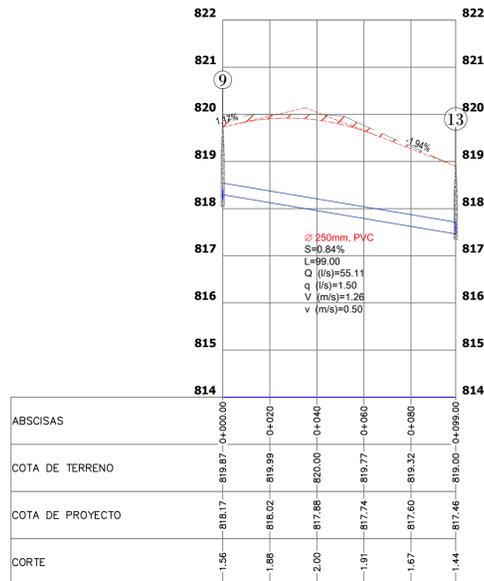
PERFIL LONGITUDINAL:  
AV. ARGENIO CALLE



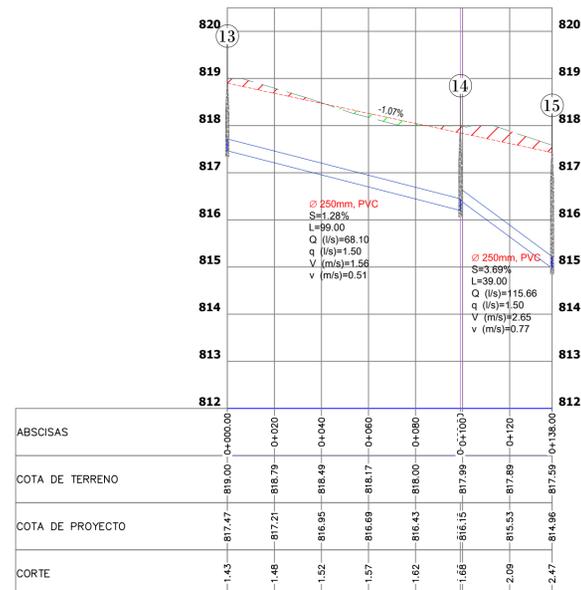
ESC. 1/1500

# Perfil

PERFIL LONGITUDINAL:  
CALLE ABRAHAM ZUÑIGA



PERFIL LONGITUDINAL:  
CALLE AUGUSTO ZUÑIGA



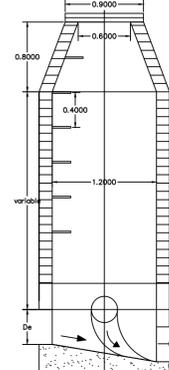
ESC. 1/1500

# UBICACIÓN

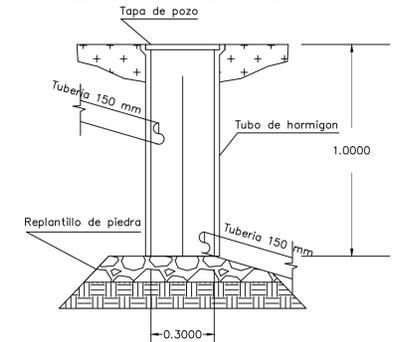


# POZO TIPO

## Pozo de Inspección



## Domiciliaria



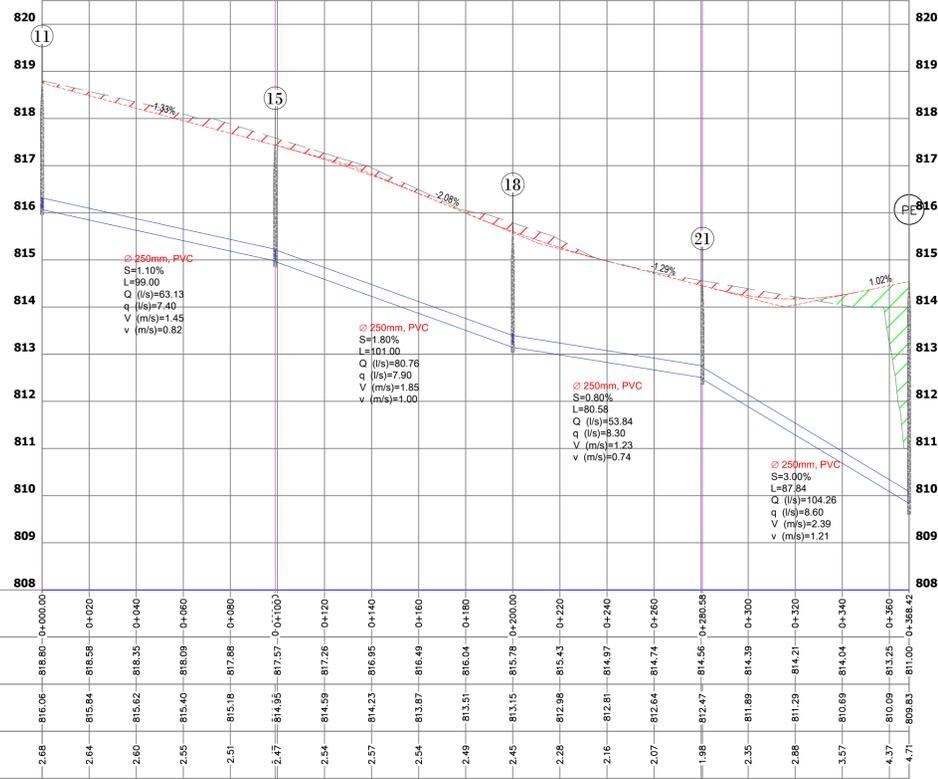
# SIMBOLOGÍA

- ⊕ NUMERO DE POZO
- ⊖ POZO EXISTENTE
- RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO
- - - TERRENO NATURAL
- ⊕ POZOS DE REVISIÓN
- - - RASANTE DE VÍA
- ▲ ÁREA DE RELLENO
- ▲ ÁREA DE CORTE

	Revisión: DISEÑO: Cobos Carrillo Jaime Hernán Vera Mejía Cristian Styven DIBUJO: Cobos Carrillo Jaime Hernán Vera Mejía Cristian Styven
	Análisis Multicriterial para la implementación del proyecto de Alcantarillado Separado del Barrio 4 de Octubre de la Ciudad de Sucúa
Ing. Msc. Vicente Aurelio Gonzalez Borja Director de Tesis	Perfil del Alcantarillado sanitario con tubería PVC, de la Av. Arcenio Calle, Calle Abraham Zuñiga y Calle Augusto Zuñiga
Lamina: 6 / 12	

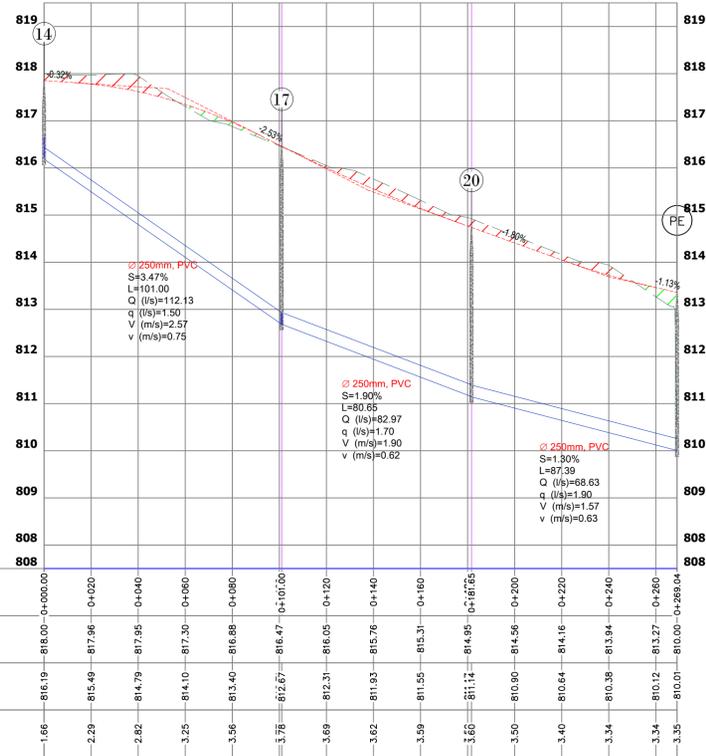
# Perfil

PERFIL LONGITUDINAL:  
CALLE CAPITÁN DRESSSEL

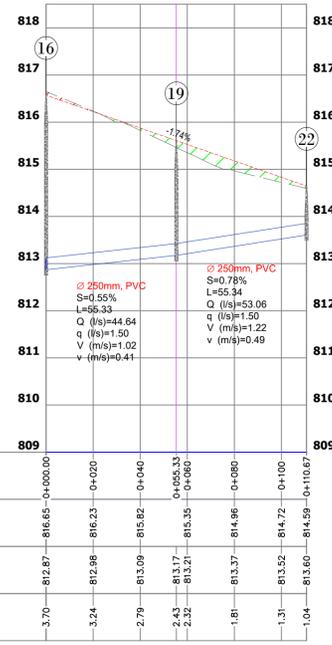


# Perfil

PERFIL LONGITUDINAL:  
CALLE 1

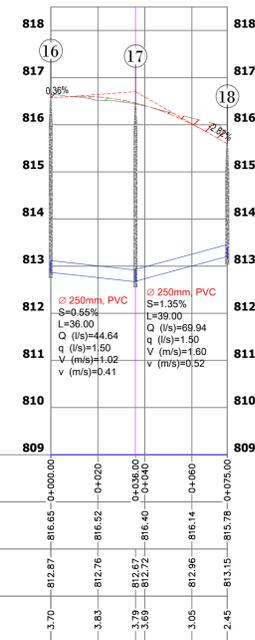


PERFIL LONGITUDINAL:  
CALLE 2



ESC. 1/1500

PERFIL LONGITUDINAL:  
CALLE PASTOR GÓMEZ



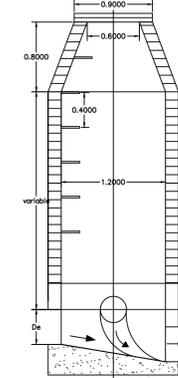
ESC. 1/1500

# UBICACIÓN

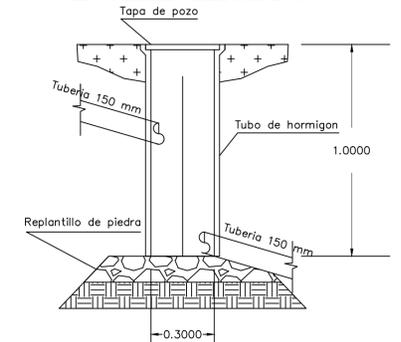


# POZO TIPO

## Pozo de Inspección



## Domiciliaria

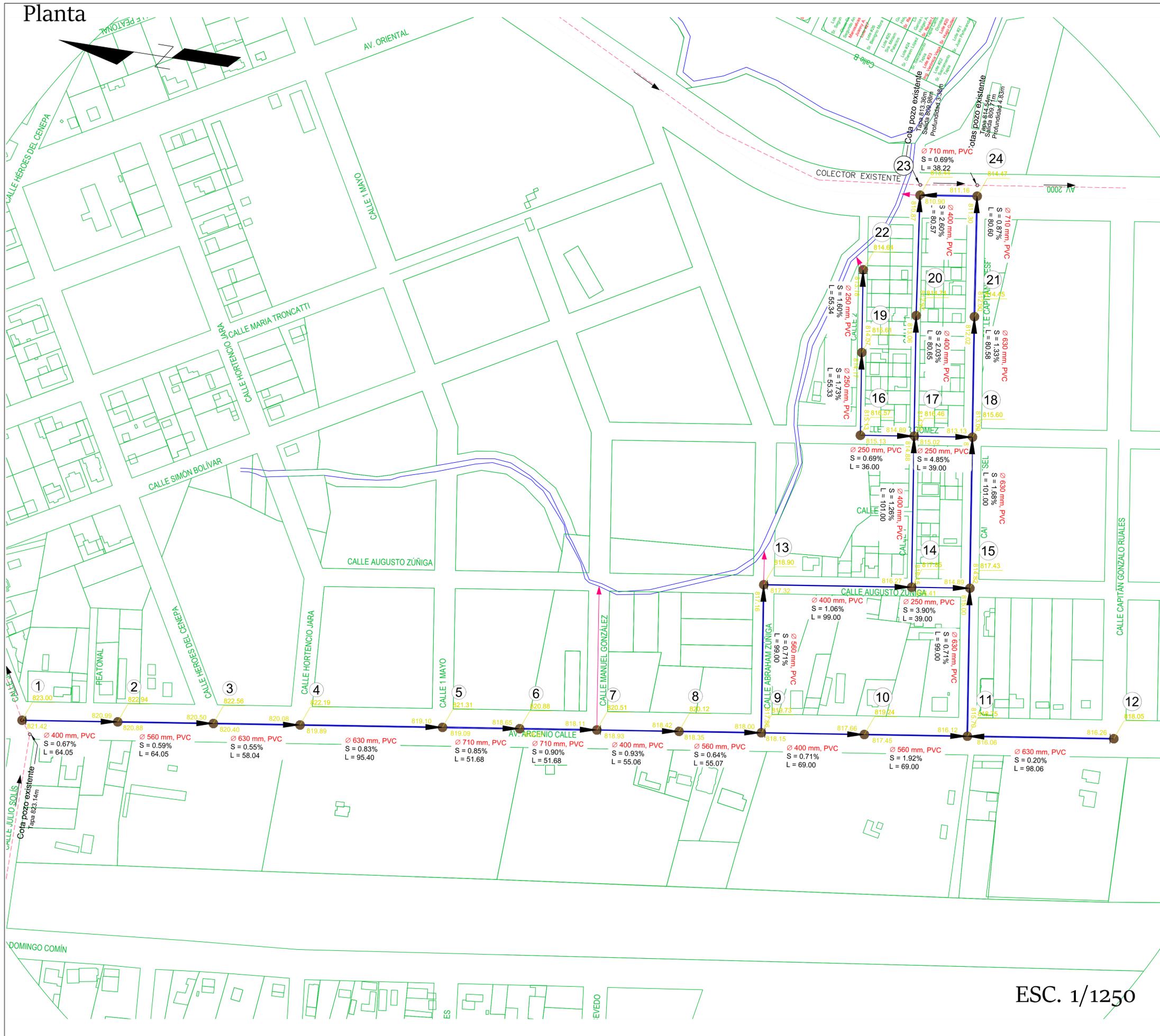


# SIMBOLOGÍA

- ⊙ NUMERO DE POZO
- ⊙ PE POZO EXISTENTE
- RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO
- - - TERRENO NATURAL
- ⊥ POZOS DE REVISIÓN
- - - RASANTE DE VÍA
- ▲ ÁREA DE RELLENO
- ▲ ÁREA DE CORTE

<p>UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA COMUNIDAD EDUCATIVA AL SERVICIO DEL PUEBLO</p>	<p>GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO DEL CANTÓN SUCÚA</p>
Revisión:	DISEÑO: Cobos Carrillo Jaime Hernán Vera Mejía Cristian Styven DIBUJO: Cobos Carrillo Jaime Hernán Vera Mejía Cristian Styven
Análisis Multicriterial para la implementación del proyecto de Alcantarillado Separado del Barrio 4 de Octubre de la Ciudad de Sucúa	
Ing. Msc. Vicente Aurelio Gonzalez Borja Director de Tesis	Perfil del Alcantarillado sanitario con tubería PVC, de las Calles Capitán Dressel, Calle 2, Calle 1 y Pastor Gómez
Lamina: 7 / 12	

# Planta



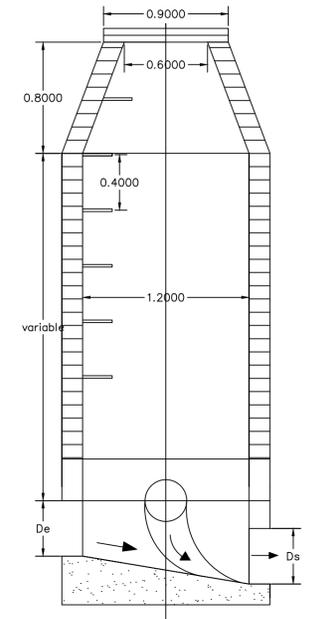
ESC. 1/1250

# UBICACIÓN



# POZO TIPO

## Pozo de Inspección

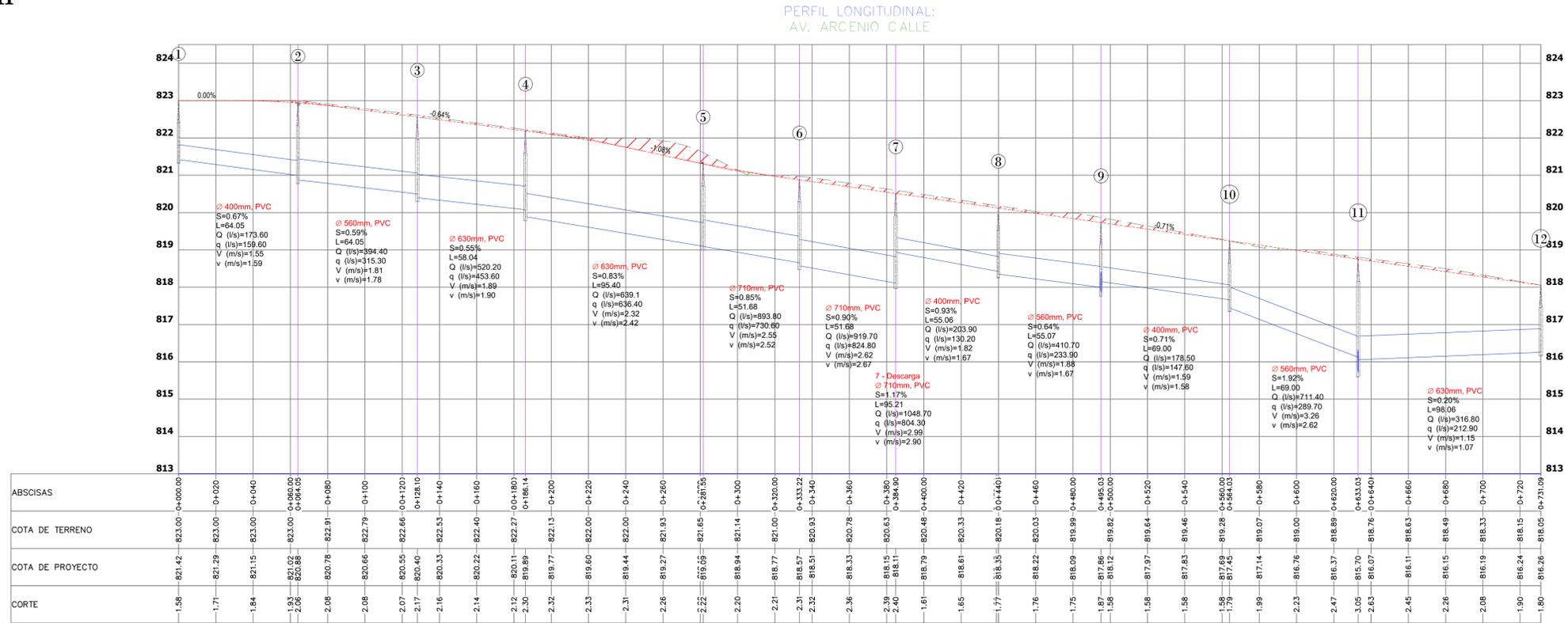


# SIMBOLOGÍA

- POZO DE REVISIÓN
- POZO DE CABEZA DE TRAMO
- RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO
- DIRECCIÓN DE FLUJO
- RIACHUELO
- PREDIOS
- COLECTOR EXISTENTE
- DESCARGAS

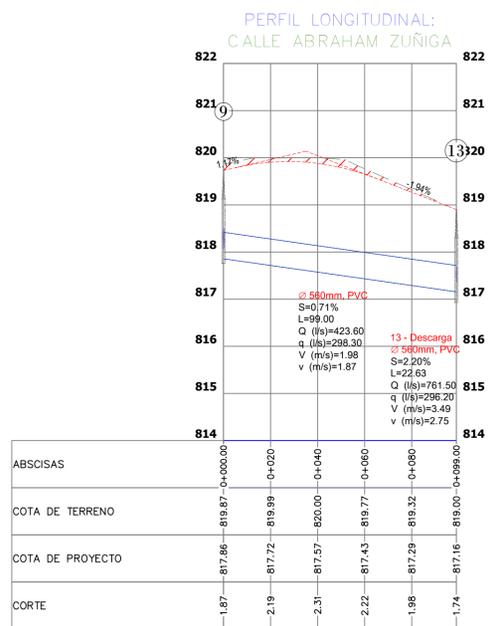
 <b>UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA</b> <small>COMUNIDAD EDUCATIVA AL SERVICIO DEL PUEBLO</small>	 <small>GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO DEL CANTÓN SUCÚA</small>
Revisión:	DISEÑO: Cobos Carrillo Jaime Hernán Vera Mejía Cristian Styven DIBUJO: Cobos Carrillo Jaime Hernán Vera Mejía Cristian Styven
Análisis Multicriterial para la implementación del proyecto de Alcantarillado Separado del Barrio 4 de Octubre de la Ciudad de Sucúa	
Ing. Msc. Vicente Aurelio González Borja Director de Tesis	
DISEÑO DE PLANTA ALCANTARILLADO PLUVIAL	Lamina: 8 / 12

# Perfil



ESC. 1/1500

# Perfil



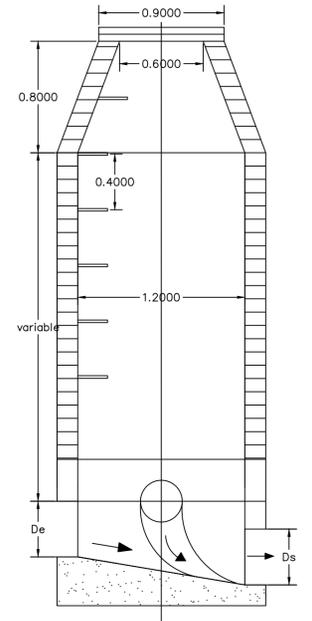
ESC. 1/1500

# UBICACIÓN



# POZO TIPO

## Pozo de Inspección



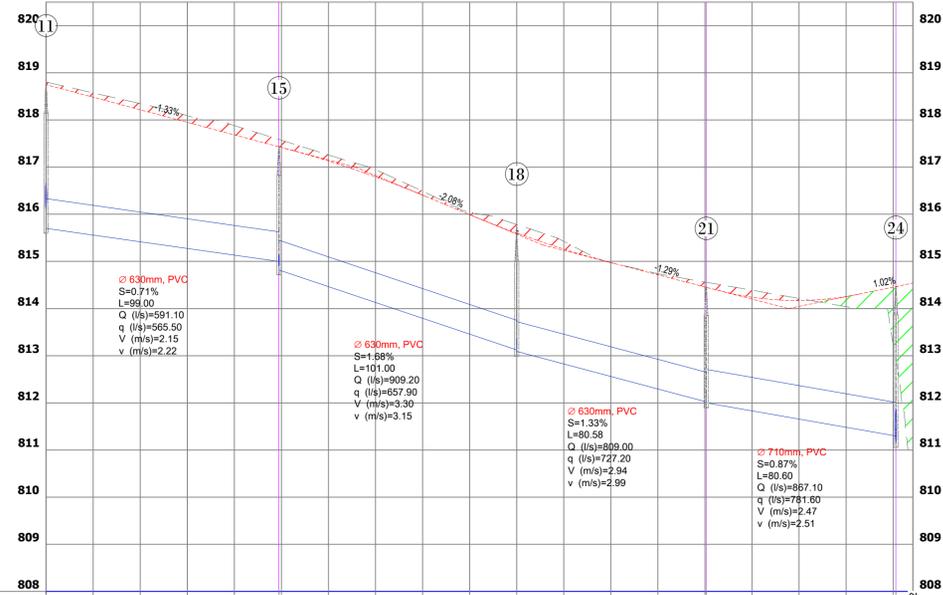
# SIMBOLOGÍA

- ⊕ NUMERO DE POZO
- ⊖ PE POZO EXISTENTE
- RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO
- - - TERRENO NATURAL
- POZOS DE REVISIÓN
- - - RASANTE DE VÍA
- ÁREA DE RELLENO
- ÁREA DE CORTE

<p>UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA COMUNIDAD EDUCATIVA AL SERVICIO DEL PUEBLO</p>	<p>GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO DEL CANTÓN SUCÚA Punto de la armonía</p>
Revisión:	DISEÑO: Cobos Carrillo Jaime Hernán Vera Mejía Cristian Styven DIBUJO: Cobos Carrillo Jaime Hernán Vera Mejía Cristian Styven
Análisis Multicriterial para la implementación del proyecto de Alcantarillado Separado del Barrio 4 de Octubre de la Ciudad de Sucúa	
Ing. Msc. Vicente Aurelio González Borja Director de Tesis	
Perfil del Alcantarillado pluvial con tubería PVC, de la Av. Arcenio Calle, Calle Abraham Zuñiga y Calle Augusto Zuñiga	
Lamina: 9 / 12	

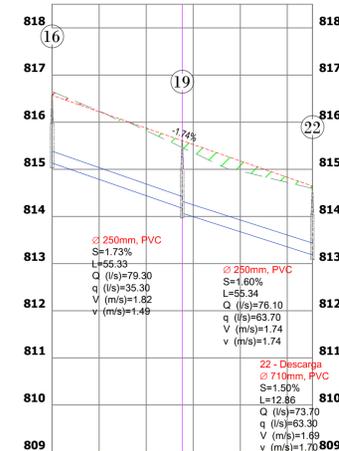
# Perfil

PERFIL LONGITUDINAL:  
CALLE CAPITÁN DRESSEL



ABSCISAS	808	809	810	811	812	813	814	815	816	817	818	819	820
COTA DE TERRENO	-815.70	-816.80	-816.65	-816.55	-816.35	-816.09	-815.89	-815.77	-815.57	-815.26	-814.95	-814.49	-814.04
COTA DE PROYECTO	-815.70	-816.80	-816.65	-816.55	-816.35	-816.09	-815.89	-815.77	-815.57	-815.26	-814.95	-814.49	-814.04
CORTE	3.05	2.92	2.80	2.68	2.55	2.62	2.66	2.66	2.66	2.61	2.53	2.51	2.44

PERFIL LONGITUDINAL:  
CALLE 2

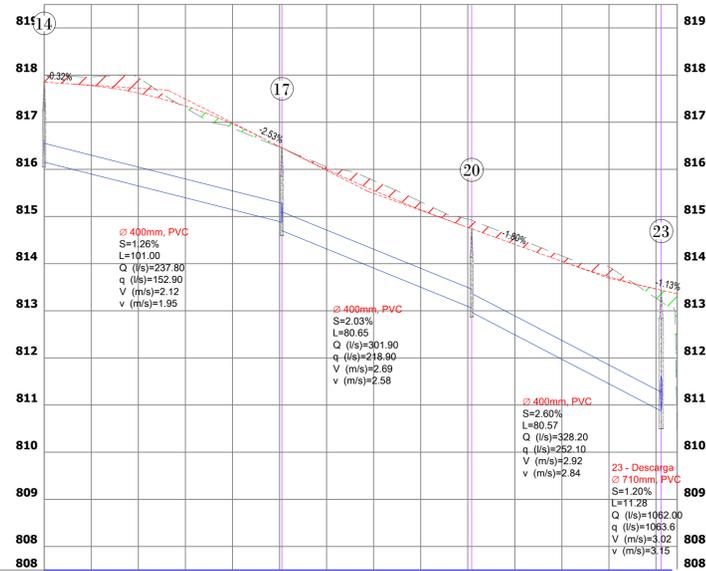


ABSCISAS	809	810	811	812	813	814	815	816	817	818
COTA DE TERRENO	-815.13	-816.05	-816.23	-816.23	-816.23	-816.23	-816.23	-816.23	-816.23	-816.23
COTA DE PROYECTO	-815.13	-816.05	-816.23	-816.23	-816.23	-816.23	-816.23	-816.23	-816.23	-816.23
CORTE	1.44	1.44	1.43	1.54	1.54	1.50	1.48	1.46	1.46	1.46

ESC. 1/1500

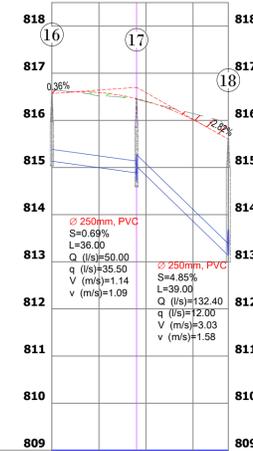
# Perfil

PERFIL LONGITUDINAL:  
CALLE 1



ABSCISAS	808	809	810	811	812	813	814	815	816	817	818	819
COTA DE TERRENO	-816.16	-816.00	-815.90	-815.86	-815.85	-815.85	-815.85	-815.85	-815.85	-815.85	-815.85	-815.85
COTA DE PROYECTO	-816.16	-816.00	-815.90	-815.86	-815.85	-815.85	-815.85	-815.85	-815.85	-815.85	-815.85	-815.85
CORTE	1.69	1.87	1.97	1.95	1.82	1.76	1.68	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64

PERFIL LONGITUDINAL:  
CALLE PASTOR GÓMEZ



ABSCISAS	809	810	811	812	813	814	815	816	817	818
COTA DE TERRENO	-816.65	-816.52	-816.40	-816.40	-816.40	-816.40	-816.40	-816.40	-816.40	-816.40
COTA DE PROYECTO	-816.65	-816.52	-816.40	-816.40	-816.40	-816.40	-816.40	-816.40	-816.40	-816.40
CORTE	1.44	1.59	1.76	1.76	2.15	2.51	2.51	2.51	2.51	2.51

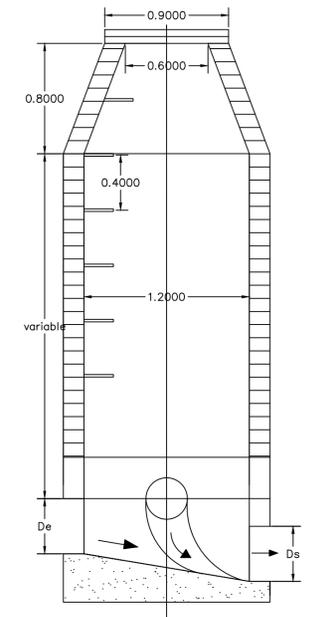
ESC. 1/1500

# UBICACIÓN



# POZO TIPO

## Pozo de Inspección



# SIMBOLOGÍA

- ⊕ NUMERO DE POZO
- ⊖ PE POZO EXISTENTE
- RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO
- TERRENO NATURAL
- POZOS DE REVISIÓN
- RASANTE DE VÍA
- AREA DE RELLENO
- AREA DE CORTE

	Revisión:	DISEÑO: Cobos Carrillo Jaime Hernán Vera Mejía Cristian Styven
	Ing. Msc. Vicente Aurelio Gonzalez Borja Director de Tesis	DIBUJO: Cobos Carrillo Jaime Hernán Vera Mejía Cristian Styven
Perfil del Alcantarillado pluvial con tubería PVC, de las Calles Capitán Dressel, Calle 2, Calle 1 y Pastor Gómez		Análisis Multicriterial para la implementación del proyecto de Alcantarillado Separado del Barrio 4 de Octubre de la Ciudad de Sucúa
Lamina: 10 / 12		

**CE:** CANAL DE ENTRADA CON COMPUERTA PARA BYPASS

**CR:** CÁMARA DE REJAS Rejas gruesas seguidas de finas.

**RDG 1, RDA 1 AL 3:** REGISTROS DISTRIBUIDORES DE CAUDAL.

**LA:** LAGUNAS ANAEROBIAS 1, 2 y 3

**RDG 2, RDF 1 AL 3:** REGISTROS DISTRIBUIDORES DE CAUDAL.

**LF:** LAGUNAS FACULTATIVAS 1, 2 y 3

**MC-1:** MEDIDOR CAUDAL-1 Tipo: Canaleta Parshall de flujo libre.

**RE 1 AL 6:** REGISTROS DE ENTRADA LAG. ANAEROBIA

**RS 1 AL 9:** REGISTROS DE SALIDA LAG. ANAEROBIA

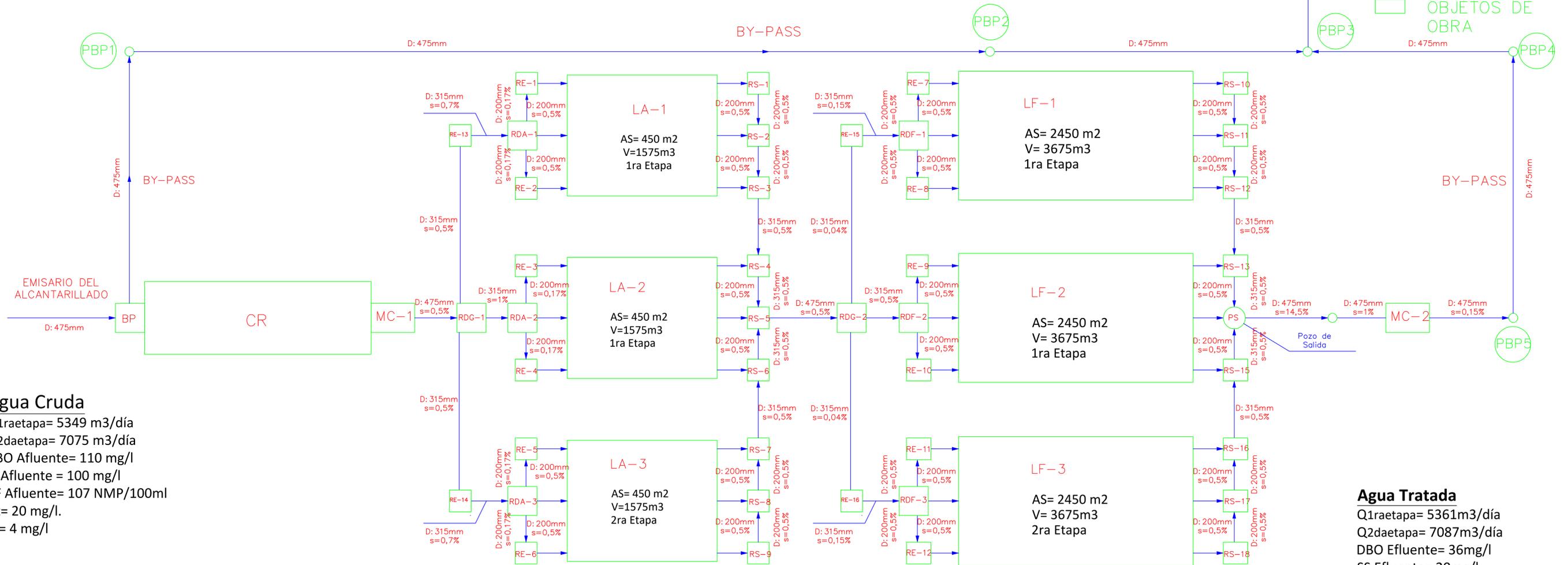
**RE 7 AL 12:** REGISTROS DE ENTRADA LAG. FACULTATIVA

**RS 10 AL 18:** REGISTROS DE SALIDA LAG. FACULTATIVA

**MC-2:** MEDIDOR CAUDAL 2 Tipo: Canaleta Parshall de flujo libre.



LINEAS DE FLUJO  
OBJETOS DE OBRA



**Agua Cruda**

Q1raetapa= 5349 m3/día  
Q2daetapa= 7075 m3/día  
DBO Afluyente= 110 mg/l  
SSAfluyente = 100 mg/l  
CF Afluyente= 107 NMP/100ml  
Nt= 20 mg/l.  
Pt= 4 mg/l

**Efluente Primario**

Q1raetapa= 5351 m3/día  
Q2daetapa= 7077 m3/día  
DBO Afluyente= 75 mg/l  
SS Afluyente= 60 mg/l  
CF Afluyente= 107 NMP/100ml

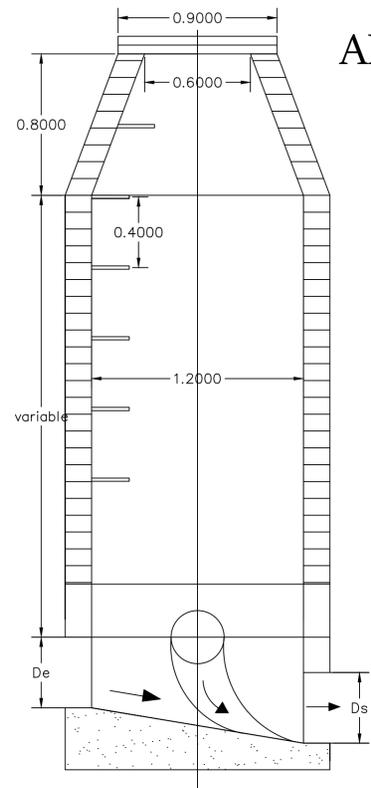
**Agua Tratada**

Q1raetapa= 5361m3/día  
Q2daetapa= 7087m3/día  
DBO Efluente= 36mg/l  
SS Efluente= 20mg/l  
CF Efluente= 105NMP/100ml  
Nt= 10mg/l.  
Pt= 2mg/l

ESC. 1010/1

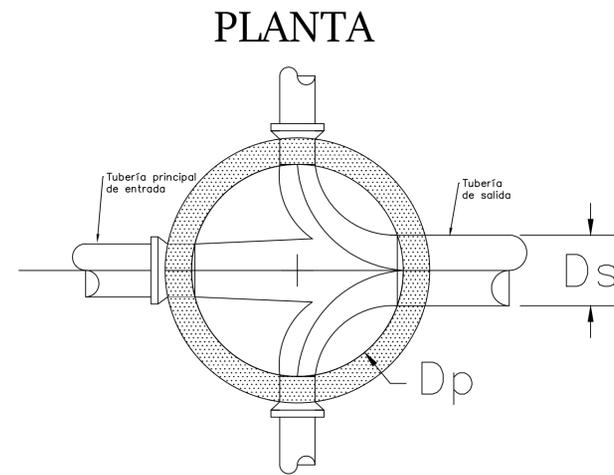
GOBIERNO MUNICIPAL DEL CANTÓN SUCÚA	
DEPARTAMENTO DE OBRAS PÚBLICAS	
PROYECTO: ESTUDIOS DEFINITIVOS DE EMISARIOS Y TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES DE LA CIUDAD DE SUCÚA	HOJA: II DE 12
CONTIENE: DIAGRAMA DE FLUJO	
FECHA: MAYO 2012	
DIBUJÓ: ALBERTO POZO 092002645	
CONSULTOR: ING. CESAR UYAGUARY	SUPERVISIÓN MUNICIPIO DEL CANTÓN SUCÚA
FISCALIZACIÓN: ING. EDUARDO AREVALO	ING. RUBÉN CALLE

### DETALLE DE POZOS ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL



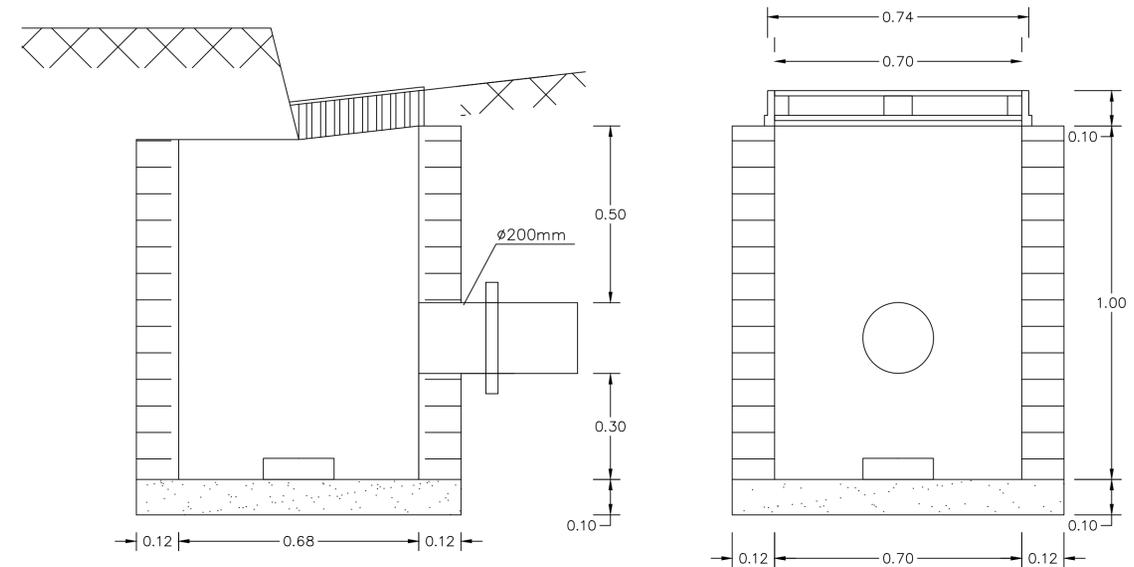
POZO DE INSPECCIÓN

ESCALA 1:20



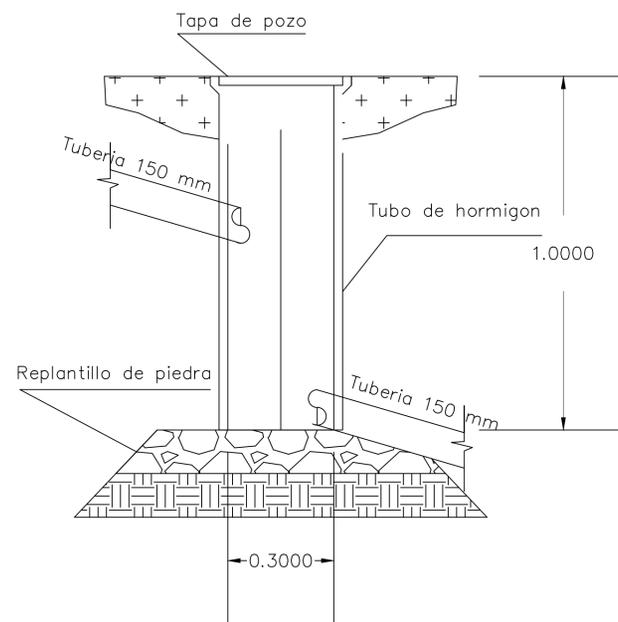
PLANTA

### DETALLE DE REJILLA SUMIDERO DE CAPTACIÓN MIXTA CON DESARENADOR Y SIN SELLO HIDRÁULICO PARA ALCANTARILLADO PLUVIAL

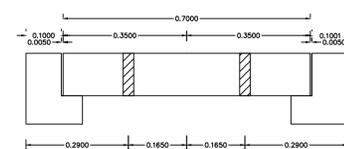
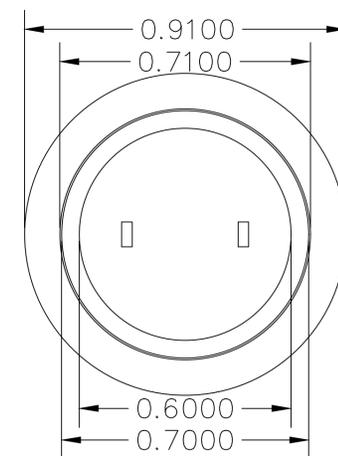


ESCALA 1:10

### DOMICILIARIA

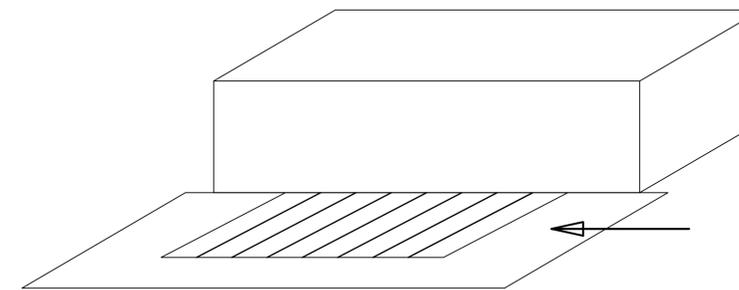


### DETALLE DE TAPA DE HªA, PARA POZOS



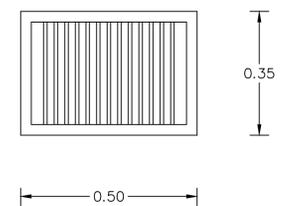
ESCALA 1:10

### SUMIDERO DE CUNETA SIN DEPRESIÓN



ESCALA 1:10

### PLANTA



 <p>UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA COMUNIDAD EDUCATIVA AL SERVICIO DEL PUEBLO</p>	 <p>GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO DEL CANTÓN SUCÚA</p>
Revisión:	DISEÑO: Cobos Carrillo Jaime Hernán Vera Mejía Cristian Styven
Ing. Msc. Vicente Aurelio González Borja Director de Tesis	DIBUJO: Cobos Carrillo Jaime Hernán Vera Mejía Cristian Styven
Análisis Multicriterial para la implementación del proyecto de Alcantarillado Separado del Barrio 4 de Octubre de la Ciudad de Sucúa	
Detalle de pozos, domiciliarias y sumideros	Lamina: 12 / 12

## FORMATO DE ENCUESTA SOCIOECONÓMICA

### A. INFORMACIÓN BÁSICA DE LA LOCALIDAD

Encuestador (a): \_\_\_\_\_  
 Fecha de Entrevista: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_ Hora \_\_\_\_\_  
 Departamento: \_\_\_\_\_ Provincia: \_\_\_\_\_ Distrito: \_\_\_\_\_  
 Dirección: \_\_\_\_\_  
 Persona Entrevistada (jefe del hogar): Padre ( ) Madre ( ) otro \_\_\_\_\_

### B. INFORMACIÓN SOBRE LA VIVIENDA

- 1.- Uso: Sólo vivienda ( ) Vivienda y otra actividad productiva asociada ( )
- 2.- Tiempo que viven en la casa..... año(s) ..... meses
- 3.- Tenencia de la vivienda
  - Propia ( ) ¿Cuánto vale su Vivienda? .....
  - Alquilada ( ) ¿Cuánto paga al mes? S/. .....
  - Alquiler Venta ( ) ¿Cuánto paga al mes? S/. .....
- 4.- Material predominante en la casa
  - Adobe ( ) Madera ( ) Material noble ( ) Quincha ( )
  - Estera ( ) Otro.....
- 5.- Posee energía eléctrica si ( ) No ( ) ¿Cuánto paga al mes? S/. .....
- 6.- Red de agua si ( ) No ( ) ¿Cuánto paga al mes? S/. .....
- 7.- Red de desagüe si ( ) No ( ) ¿Cuánto paga al mes? S/. .....
- 8.- Pozo séptico/Letrina/Otro si ( ) No ( )
- 9.- Teléfono si ( ) No ( ) ¿Cuánto paga al mes? S/. .....
- 10.- Apreciaciones del Entrevistador
  - a. La vivienda pertenece al nivel económico: Alto( ) Medio( ) Bajo( )
  - b. La zona en que está ubicada la vivienda pertenece al nivel económico:
    - Alto ( ) Medio ( ) Bajo ( )

### C. INFORMACIÓN SOBRE LA FAMILIA

- 11.- ¿Cuántas personas habitan en la vivienda? \_\_\_\_\_
- 12.- ¿Cuántas familias viven en la vivienda? \_\_\_\_\_
- 13.- ¿Cuántos miembros tienen su familia? \_\_\_\_\_

Parentesco	Edad	Sexo	Grado de instrucción	¿Sabe leer y escribir?	¿Trabaja ? (E/P)	¿A qué se dedica?
		F M				

	F M		
--	--------	--	--

14.- ¿Número de personas de la familia que actualmente buscan empleo? \_\_\_\_\_

15.- ¿Cuántas personas trabajan en su familia? \_\_\_\_\_

16.- Detallar el salario de los integrantes de la vivienda

Pariente	Mensual
Abuelo(a).....	_____
Padre.....	_____
Madre.....	_____
Hijo(a).....	_____
Hijos mayores de 18 años.....	_____
Hijos menores de 18 años.....	_____
Pensión/ Jubilación	_____
Otros Ingresos. (Rentas, giros, etc.)	_____
Total Mensual/ (S/.) .....	

17.- ¿Cuál es la distribución del gasto de la familia? Total anual/familiar

Gasto	Mes (S/.)
a. Energía eléctrica	
b. Agua y desagüe	
d. Teléfono	
c. Alimentos	
d. Transportes	
e. Salud	
f. Educación	
g. Combustible	
h. Vestimenta	
i. Vivienda (alquiler)	
j. Otros	
Total	

#### D. INFORMACIÓN SOBRE EL ABASTECIMIENTO DE AGUA

18. ¿Cuántos días a la semana dispone de agua potable? \_\_\_\_\_

19. ¿Cuántas horas por día dispone de agua? \_\_\_\_\_ Horario desde la..... Hasta las.....

20. ¿Paga usted por el servicio de agua?: si ( ) no ( ) Si es si, pasar a la pregunta N° 22

21. Si es no, ¿Por qué?: \_\_\_\_\_ Luego ir a la pregunta N° 24

22. Si es si, el consumo de agua facturada en el último mes fue: (solicitar el último recibo)

Cantidad Facturada (m<sup>3</sup>) \_\_\_\_\_ y el pago fue S/. \_\_\_\_\_ habitualmente cuanto paga al mes S/. \_\_\_\_\_ ¿Cuándo fue el último mes que pagó? \_\_\_\_\_.

23. Cree usted que lo que paga por el servicio de agua es: Bajo ( ) Justo ( ) Elevado ( )

24. La cantidad de agua que recibe es: suficiente ( ) insuficiente ( )

25. ¿Almacena usted el agua para el consumo de su familia? si ( ) no ( )

Si es no, pasar a la pregunta N° 27.

26. ¿Cuántos litros cabe en el depósito donde almacena agua en su casa? \_\_\_\_\_ Litros

Recipientes	Cantidad	Capacidad del recipiente (litros)	Total en litros
Balde-lata			
Bidones			
Tinaja			
Cilindro - barril			
Tanque			
Otros			
Total			

27. La calidad del agua es: buena ( ) mala ( ) regular ( )
28. ¿Con qué presión llega el agua a la vivienda? Bajo ( ) suficiente ( ) alto ( )
29. ¿El agua llega limpia o turbia?:  
Limpia todo el año ( ) Turbia por días ( ) Turbia por meses ( ) Turbia todo el año ( )
30. ¿Está usted satisfecho con el servicio de agua? ¿Cómo lo calificaría?  
Bueno ( ) Malo ( ) Regular ( )
31. ¿El agua antes de ser consumida le da algún tratamiento?:  
Ninguno ( ) Hierve ( ) Lejía ( ) Otro \_\_\_\_\_
32. El agua que viene de la red pública la usa para:

1. Beber ( )	2. Preparar alimentos ( )	3. Lavar ropa ( )	4. Higiene personal ( )
5. Limpieza de la vivienda ( )	6. Regar la chacra ( )	7. Otros ( )	

33. ¿Se abastece de otra fuente?: si ( ) no ( ) Si es no, **pasar a la pregunta N° 51**
34. Si es si, ¿Cuál es la otra fuente?:  
a. Río/ Lago ( ) b. Pileta pública ( ) c. Camión Cisterna ( )  
d. Acequia ( ) e. Manantial ( ) f. Pozo ( )  
g. Vecino ( ) h. Lluvia ( ) i. Otro (especificar) \_\_\_\_\_
35. ¿Cuál es la distancia de la vivienda hasta la otra fuente de abastecimiento? \_\_\_\_\_ metros y ¿Qué tiempo se demora en ir y venir? \_\_\_\_\_ minutos.
36. ¿Cuántas veces al día acarrea? \_\_\_\_\_
37. ¿Quiénes acarrean el agua?  
¿Cuánto los mayores de 18 años? \_\_\_\_\_ y ¿Cuánto los menores de 18 años? \_\_\_\_\_
38. Cada vez que acarrea, ¿cuántos viajes realiza?  
¿Cuánto los mayores de 18 años? \_\_\_\_\_ y ¿Cuánto los menores de 18 años? \_\_\_\_\_
39. ¿Qué tipo de recipientes utiliza, cuál es su capacidad y si paga o no por el agua?

Envase	Capacidad de Envase (Litros)	Precio Pagado por Envase	No Paga
Balde			
Cilindro			
Tinaja			
Lata			
Bidones			
Otros			

40. ¿Cuántos recipientes carga por vez (por viaje)?

¿Cuánto los mayores de 18 años? \_\_\_\_\_ y ¿Cuánto los menores de 18 años? \_\_\_\_\_

41. ¿Cuál es la distancia de la vivienda hasta la otra fuente de abastecimiento? \_\_\_\_\_ metros y ¿Qué tiempo se demora en ir y venir? \_\_\_\_\_ minutos.

42. ¿Paga usted alguna cuota mensual por usar el agua de esta fuente?: si ( ) no ( )

Si es no, pasar a la pregunta N° 45

43. Si es si, ¿con qué frecuencia lo paga?: a. Diario ( ) b. Semanal ( ) c. Quincenal ( )  
d. Mensual ( ) e. Otro \_\_\_\_\_

44. ¿Cuánto paga? \_\_\_\_\_

45. ¿En qué ocasiones se abastece de esta otra fuente?: a. permanentemente ( )  
b. algunos días ( ) especificar \_\_\_\_\_  
c. algunos meses ( ) especificar \_\_\_\_\_

46. ¿El agua que viene de esta fuente, antes de ser consumida le da algún tratamiento?:

Ninguno ( ) hierva ( ) lejía ( ) otro \_\_\_\_\_

47. El agua que trae de esta otra fuente la usa para:

1. Beber ( )	2. Preparar alimentos ( )	3. Lavar ropa ( )	4. Higiene personal ( )
5. Limpieza de la vivienda ( )	6. Regar la chacra ( )	7. Otros ( )	

48. Con esta otra fuente adicional, la cantidad de agua que dispone es: Suficiente ( ) Insuficiente ( )

49. Si se realizan obras para mejorar y/o ampliar el servicio de agua potable, ¿Cuanto pagaría por el buen servicio (24 horas del día, buena presión y buena calidad del agua)? S/. \_\_\_\_\_

50. ¿Si es no, porque? Estoy satisfecho con la forma como me abastezco ( )  
No tengo dinero o tiempo para pagar la obra ( )  
No tengo dinero para pagar cuota mensual ( )  
Otro especificar \_\_\_\_\_

#### E. INFORMACION SOBRE EL SANEAMIENTO

51. ¿Tiene conexión al sistema de desagüe?: si ( ) no ( ) Si es no, pasar a la pregunta N° 54

52. Si es si, ¿Paga alguna cuota por este servicio?: si ( ) no ( ) Si es no, pasar a la pregunta N° 53

Si es si, ¿Cuánto?: S/. \_\_\_\_\_

53. Si es no, ¿Por qué no? \_\_\_\_\_ Luego ir a la preg. 63

54. ¿Usted dispone de una letrina? si ( ) no ( )

Si es si, pasar a la pregunta N° 55 Si es no, pasar a la pregunta N° 58

55. ¿Todos los que habitan la vivienda usan la letrina? si ( ) no ( )
56. Si es no, ¿Por qué?:
- ( ) Esta demasiado lejos ( ) No tiene costumbre
- ( ) Tiene mal olor ( ) Esta en mal estado
- ( ) Le asusta usarla ( ) Otro \_\_\_\_\_
57. ¿Considera usted que su letrina está en mal estado? si ( ) no ( )
58. ¿Estaría usted dispuesto a participar para mejorar o instalar una letrina? si ( ) no ( ) Si es no, pasar a la pregunta N° 60
59. Si es si, ¿Cómo participarían?: Aportando: dinero( ) Mano de obra ( )  
Materiales( ) Otro (especificar) \_\_\_\_\_
60. Si es no, ¿Por qué no quisiera participar en las mejoras?:
- ( ) Porque estoy satisfecho con lo que tengo ( ) No tengo dinero ni tiempo
- ( ) No me interesa ( ) Otros (especificar) \_\_\_\_\_
61. ¿Estaría interesado en contar con letrina, alcantarillado o desagüe? si ( ) no ( )
62. ¿Cuánto pagaría al mes por tener desagüe? S/. \_\_\_\_\_

**F. INFORMACIÓN GENERAL Y OTROS SERVICIOS DE LA VIVIENDA.**

63. Considera usted que el agua potable es un bien que:
- Debe pagarse ( ) ¿Por qué? \_\_\_\_\_
- No debe pagarse ( ) ¿Por qué? \_\_\_\_\_
64. ¿Cree usted que el agua que consume puede causar enfermedades?
- Si ( ) ¿Por qué? \_\_\_\_\_
- No ( ) ¿Por qué? \_\_\_\_\_
65. ¿Durante el día en que momento cree usted que una persona debe lavarse las manos?
- Al Levantarse ( ) Después de ir al baño ( ) Antes de comer ( ) Antes de cocinar ( )
- Cada que se ensucia ( ) A cada rato ( )
66. ¿Qué enfermedades afectan con mayor frecuencia a los niños y adultos de su familia y cómo se tratan?

Enfermedad	Niños	Adultos	Tratamiento	
			casero	Posta médica, hosp. o médico particular
Ninguna				
Diarreicas				
Infecciones				
Tuberculosis				
Parasitosis				
A la piel				
A los ojos				
Otros				

67. ¿Participaría en la ejecución de un proyecto para mejorar y /o ampliar el servicio de agua potable y desagüe?

