



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE INGENIERIA
CARRERA: INGENIERIA CIVIL

TRABAJO DE GRADO
PREVIO A LA OBTENCION DEL TÍTULO DE:
INGENIERO CIVIL

TEMA:

“Diseño del sistema de alcantarillado sanitario de la cooperativa Abogado Juan Hidalgo del Cantón La Troncal”

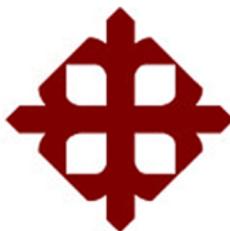
AUTOR:

Jara Valdiviezo Ronald Francisco.

TUTOR:

Ing. Fernando Javier Plaza.

**Guayaquil, Ecuador
2013**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE INGENIERIA
CARRERA: INGENIERIA CIVIL**

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por **Ronald Francisco Jara Valdiviezo**, como requerimiento parcial para la obtención del Título de **Ingeniero Civil**.

TUTOR

Ing. Fernando Javier Plaza.

REVISORES

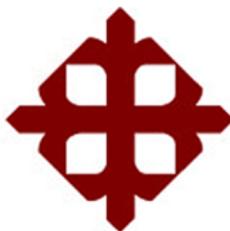
Ing. Miguel Cabrera.

Ing. Lilia Valarezo

DIRECTOR DE LA CARRERA

Ing. Mario Dueñas.

Guayaquil, a los 17 días del mes de Mayo del año 2013.



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE INGENIERIA
CARRERA: INGENIERIA CIVIL**

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, Ronald Francisco Jara Valdiviezo.

DECLARO QUE:

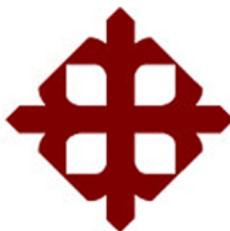
El Trabajo de Titulación **“Diseño del sistema de alcantarillado sanitario de la cooperativa Abogado Juan Hidalgo del Cantón La Troncal”** previa a la obtención del Título **de Ingeniero Civil**, ha sido desarrollado en base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico del Trabajo de Titulación referido.

Guayaquil, a los 17 días del mes de Mayo del año 2013.

EL AUTOR

Ronald Francisco Jara Valdiviezo.



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE INGENIERIA
CARRERA: INGENIERIA CIVIL**

AUTORIZACIÓN

Yo, Ronald Francisco Jara Valdiviezo.

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, la **publicación** en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación: **“Diseño del sistema de alcantarillado sanitario de la cooperativa Abogado Juan Hidalgo del Cantón La Troncal”**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los 17 días del mes de Mayo del año 2013.

EL AUTOR:

Ronald Francisco Jara Valdiviezo

AGRADECIMIENTO

A Dios, por haber mantenido mis fuerzas y mis ganas de salir adelante, por haberme bendecido con todo y más de lo que yo necesité.

A mis padres, por estar siempre junto a mí, brindándome su amor, ejemplo y comprensión. Gracias por todo lo que me han dado en la vida, mil gracias.

A mi esposa y a mi hijo, por todo su amor y comprensión. Gracias por ser el motor de mi vida y el motivo de querer ser cada día mejor.

A mi tutor, Ing. Fernando Javier Plaza, por haberme sabido dirigir y guiar en este trabajo, por el tiempo y dedicación brindado para que se cumpla con todas las expectativas propuestas.

A EMAPAT y su gerente el Ing. Carlos Giler, por toda su predisposición y ayuda para el desarrollo de este proyecto, por la información proporcionada y sus conocimientos compartidos.

Al Ing. Raúl Bernal Patino, y la M.I. Municipalidad del Cantón La Troncal, por todo el apoyo dado y las facilidades en la obtención de información para el presente trabajo.

A la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, a todos sus directivos, personal administrativo, docentes y a todos los que forman parte de ella, que entregaron todo de sí para mi preparación y la de todos mis compañeros.

Ronald Francisco Jara Valdiviezo.

A mis padres
quienes han hecho posible
que hoy yo me encuentre en
esta etapa de mi vida, son y
serán el pilar fundamental para
mi preparación académica.

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Ing. Fernando Javier Plaza
PROFESOR GUÍA Ó TUTOR

Ing. Miguel Cabrera.
PROFESOR DELEGADO



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE INGENIERIA
CARRERA: INGENIERIA CIVIL

CALIFICACIÓN

**Ing. Fernando Javier Plaza.
PROFESOR GUÍA Ó TUTOR**

ÍNDICE GENERAL.

• JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS.	PAG.
○ Antecedentes	1
○ Objetivos	2
○ Alcance	2
○ Metodología	2
CAPITULO 1: Información básica sobre el área del proyecto.	
1.1 Localización geográfica	3
1.2 Ubicación de la ciudadela dentro del cantón	4
1.3 Población	4
1.3.1 Población en el Cantón La Troncal	4
1.3.2 Población en el área del proyecto	5
1.4 Características ambientales de la región.	5
1.4.1 Clima en el cantón La Troncal	5
1.4.2 Hidrología	5
1.5 Características del medio socio económico y social	7
CAPITULO 2: Bases de diseño del estudio para el alcantarillado sanitario.	
2.1 Caudal de aguas residuales.	8
2.1.1 Caudal medio de aguas residuales domesticas (Qardon)	8
2.1.2 Caudal de aguas residuales comerciales (Qarcom)	9
2.1.3 Caudal de aguas residuales institucionales (Qarinst)	10
2.1.4 Caudal medio diario de aguas residuales (Qar)	10
2.1.5 Caudal máximo horario (QMH)	10
2.2 Caudal de infiltración	11
2.3 Caudales Ilícitos	12
2.4 Caudal de diseño para el alcantarillado sanitario (Qsanit)	12

2.5 Velocidades de diseño.	12
2.6 Relación Altura de agua-Diámetro de tubería.	14
2.7 Cámaras de revisión.	14
CAPITULO 3: Sistema de alcantarillado sanitario	
3.1 Antecedentes	18
3.2 Concepción técnica del proyecto	18
3.3 Descripción del sistema de alcantarillado sanitario	19
3.4 Criterio para el trazado de las redes	20
3.5 Diseño de las redes matrices de alcantarillado	21
3.6 Redes terciarias.	22
3.7 Presupuesto.	24
3.7.1 Calculo de cantidades	24
3.7.1.1 Calculo de longitudes de tuberías.	24
3.7.1.2 Calculo de volúmenes de excavación.	28
3.7.1.3 Cajas de revisión domiciliarias	30
3.7.1.4. Cámara de revisión	31
CAPITULO 4: Manual de operación y mantenimiento.	
4.1 Generalidades.	33
4.1.1 Introducción	33
4.1.2 Alcance del manual de operación y mantenimiento	33
4.1.3 Objetivo del manual de operación y mantenimiento	34

4.2 Descripción del sistema de alcantarillado sanitario de la ciudadela	
Ab. Juan Hidalgo.	34
4.2.1 Red de colectores	34
4.2.1.1 Redes matrices y secundarias	34
4.2.1.2 Redes terciarias y domiciliarias	35
4.3 Manual de operación y mantenimiento del sistema de redes de recolección	36
4.3.1 Introducción	36
4.3.2 Mantenimiento preventivo de las redes de alcantarillado	36
4.3.2.1 Conexiones domiciliarias	36
4.3.2.2 Colectores terciarios	37
4.3.2.3 Colectores matrices y secundarios	38
4.3.2.4 Pozos de revisión	39
4.3.2.5 Pérdidas y filtraciones	40
4.3.2.6 Actividad de mantenimiento preventivo	40
4.3.3 Mantenimiento correctivo de las redes de alcantarillado	41
4.3.3.1 Cajas domiciliarias y colectores terciarios	42
4.3.3.2 Colectores principales y secundarios	42
CAPITULO 5: Conclusiones y recomendaciones.	
Conclusiones	43
Recomendaciones	44
Bibliografía	46

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	Descripción	PAG
Tabla 1.3.1	Crecimiento poblacional de los años 1982 hasta el 2010	5
Tabla 2.1.1.1	Coeficiente de Retorno (Fuente INTERAGUA)	9
Tabla 2.5.1	Velocidades máximas, según el material de la tubería	13
Tabla 2.6.1	Relación entre altura de agua y diámetro interno	14
Tabla 2.7.1	Distancia máxima entre cámaras	15
Tabla 2.7.2	Diámetro recomendado para cámara de revisión	16
Tabla 3.6.1	Cálculo de Caudal para el sistema	23
Tabla 3.7.1.1.1	Longitud de tuberías de ramales terciarios y secundarios	24-25
Tabla 3.7.1.1.2	Longitud de tubería de 250mm del colector matriz	26
Tabla 3.7.1.1.3	Longitud de tubería matriz de diámetro 300 mm	27
Tabla 3.7.1.1.4	Calculo de cajas de registro domiciliarias	27
Tabla 3.7.1.1.5	Cámara de registro del colector matriz con poca profundidad	28
Tabla 3.7.1.1.6	Cámara de registro del colector matriz con profundidad considerable	28

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico	Descripción	PAG
Grafico 1.1.1.	División política de la Provincia del Cañar (Ubicación del cantón La Troncal)	3
Foto 1.4.3.1	Cauce del rio Cañar.	7
Grafico 3.7.1.2.1.	Esquema de excavación a realizarse.	30
Grafico 3.7.1.2.2.	Cajas domiciliarias redondas TIPO III (INTERAGUA)	31
Grafico 3.7.1.2.3.	Cámara de inspección tipo I (INTERAGUA)	32
Grafico 3.7.1.2.4.	Detalle de tapa de hormigón para caja de inspección.	32

RESUMEN.

La Troncal es un cantón en constante desarrollo, con una tasa de crecimiento poblacional de aproximadamente mil habitantes por año durante los últimos 10 años según los últimos censos hecho por el INEC, este desarrollo hace que se genere la falta de viviendas y con ello se hace visible la necesidad de obras básicas como agua potable, alcantarillado sanitario, alcantarillado para aguas lluvias etc.

El presente trabajo constituye el diseño del sistema de recolección y conducción de aguas residuales de la cooperativa Ab. Juan Hidalgo. Este trabajo se realizó con apoyo de la Muy Ilustre Municipalidad del Cantón La Troncal y la empresa municipal de agua potable y alcantarillado de este cantón (EMAPAT). Con la ayuda prestada por estas entidades públicas se procedió a recolectar información del cantón. A partir de planos topográficos y urbanísticos se trazaron las líneas de colectores secundarios y terciarios, respetando los criterios de diseño adoptados para el presente trabajo (Pendientes mínimas y máximas, alturas mínimas de relleno, cajas domiciliarias y cámaras de revisión, etc). El dimensionamiento de los conductos se realizó con el empleo de SEWERCAD, que es un software desarrollado por BENTLEY. Finalmente se elaborará un manual de operación y mantenimiento para el perfecto funcionamiento del sistema.

JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS.

Antecedentes.

De acuerdo a cifras del programa de monitoreo conjunto OMS/UNICEF para agua potable y saneamiento correspondientes al año 2010, la cobertura de alcantarillado sanitario en el Ecuador es del 62% para la población urbana y 16% para la población rural, y aproximadamente el 45% considerando la población total del país. Este porcentaje es relativamente bajo si consideramos que, de acuerdo a la misma fuente, la cobertura de agua potable es del 88%, es decir, prácticamente el doble.

Esto hace del saneamiento urbano un tema de vital importancia para el país, pues su déficit genera problemas de todo tipo: económicos, ambientales, sociales, de salud pública, etc.

En vista de estos antecedentes, en los últimos años los gobiernos locales y centrales se han preocupado por aumentar la cobertura de alcantarillado, conscientes de que son obras que tienen una incidencia positiva e inmediata en las condiciones de vida de la población servida. Una de estas iniciativas es la de la “Muy Ilustre Municipalidad del Cantón La Troncal”, a través de la “Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado” (EMAPAT), que ha establecido como una de sus prioridades, llevar a cabo los estudios, diseños y construcción del sistema de alcantarillado de la Cooperativa Abogado Juan Hidalgo que se encuentra dentro del perímetro urbano del cantón, ya que este cantón cuenta con un crecimiento poblacional promedio de mil habitantes por año en los últimos diez años y la zona de crecimiento en precisamente el perímetro urbano.

La cooperativa Abogado Juan Hidalgo cuenta con un área aproximada de 25.8 hectáreas y con 887 lotes o viviendas, cuenta también con cuatro zonas recreacionales entre parques y canchas deportivas y con una población aproximada de cinco mil personas.

Objetivos.

Diseños del sistema de alcantarillado de aguas servidas de la Cooperativa Abogado Juan Hidalgo del cantón La Troncal.

Alcance.

- Se harán los diseños definitivos del sistema de alcantarillado de aguas servidas a nivel de colectores matrices, secundarios y ramales terciarios. Se elaborará memoria técnica y planos de construcción.
- Se elaborará un presupuesto referencial de la obra.
- Se adjuntará un manual referencial de operación y mantenimiento.

Metodología.

Utilizando la información proporcionada por el Municipio de La Troncal y en base a las respectivas fuentes bibliográficas, se establecerán los parámetros y criterios de diseño: área, población, dotación, material de las tuberías, criterios hidráulicos, etc. Posteriormente se realizará un trazado del sistema matriz y secundario de alcantarillado sanitario hasta su descarga final en el sistema existente. Se calcularán los caudales de diseño y, mediante una herramienta de cálculo (Programa SEWERCAD) se dimensionará el sistema. Luego se diseñará el sistema terciario. Finalmente, se elaborará el presupuesto referencial y demás anexos a presentar.

CAPÍTULO 1: INFORMACIÓN BÁSICA SOBRE EL CANTÓN Y EL ÁREA DEL PROYECTO.

1.1 Localización geográfica.

El cantón está localizado en la zona baja de la provincia del Cañar. Está ubicado en las siguientes coordenadas geográficas: latitud sur 2°28'22" y 2°30'05" y longitud oeste 79°14'14" y 79°31'45".

Los límites del cantón son:

Norte: con el cantón El Triunfo y la parroquia General Morales;

Sur: con la parroquia San Antonio y la parroquia San Carlos, a la altura del río Cañar;

Este: con la parroquia Chontamarca;

Oeste: con los cantones El Triunfo, Taura y Naranjal.

La jurisdicción cantonal abarca alrededor de 32,780 ha. Subdivididas en la siguiente forma: parroquia La Troncal 12,483.4 ha. parroquia Manuel de J. Calle, 3,746.8 ha. y parroquia Pancho Negro 16,549.8 ha.

Con una temperatura promedio 24.6° C., mínima: 20.9° y máxima: 29.2°C., y a una altura que varía entre los 24 y los 200 msnm.

Grafico 1.1.1.

División política de la provincia del Cañar (Ubicación del cantón La Troncal)



1.2 Ubicación de la ciudadela Ab. Juan Hidalgo dentro del cantón.

La ciudadela Ab. Juan Hidalgo se encuentra ubicada en el tramo La Troncal-Cochancay en el Km 74 de la vía Duran-Tambo, al lado este del cantón al margen izquierdo de la vía, poco antes de llegar al recinto Voluntad de Dios, perteneciente al mismo cantón. El área a servir tiene una superficie de 25.79 Ha, y se encuentra dentro del perímetro urbano del cantón

1.3 Población.

1.3.1 Población de La Troncal.

La Troncal se constituye como cantón en el año 1983 con tres parroquias: parroquia Pancho Negro, Manuel de Jesús Calle y La Troncal (mismo nombre del cantón), por ello, solamente a partir del año 1990 en que se realizó el “V Censo de Población y IV de Vivienda” existen registros poblacionales como cantón.

Para este primer censo en 1990 el cantón La Troncal contaba con 32,540 habitantes, donde la parroquia urbana tenía 24,903 habitantes, la parroquia rural Pancho Negro 5,201 y la parroquia rural Manuel de Jesús Calle con 2,436 habitantes.

La población se ha incrementado considerablemente a partir del año 1982 hasta el último censo en el 2010; el crecimiento de la población en la cabecera cantonal es mayor al incremento poblacional del resto del cantón durante los cuatro censos. Según la Figura 1.3.1 En el censo del 2010 la cabecera cantonal concentra el 65% del total con 35,259 habitantes.

**Tabla 1.3.1
Crecimiento poblacional desde los años 1982 hasta el 2010.
Cantón La Troncal: Años 1974, 1982, 1990, 2001,
2010.**

Censo (Año)	Cabecera Cantonal	Resto	Total
1982	14,377	9,619	23,996
1990	19,654	12,886	32,541
2001	27,847	16,421	44,268
2010	35,259	19,13	54,389

1.3.2 Población en el área del proyecto.

Al tratarse de un desarrollo urbano reciente, no existen datos de población en el área del proyecto.

1.4 Características ambientales de la región.

1.4.1 Clima en el cantón La Troncal.

El área de estudio se caracteriza por tener un clima Sub-Tropical con temperaturas que oscilan entre 18°C y 24°C. Las formaciones ecológicas predominantes en el cantón corresponden a las conocidas como: bosque húmedo tropical, bosque muy seco tropical y zona de transición con bosque seco tropical (en el sector de la parroquia rural Pancho Negro), bosque húmedo.

1.4.2 Hidrología.

La descripción hidrográfica del cantón es compleja debido a la serie de canales artificiales emplazados en la zona que persiguen fines de conducción de agua para riego o drenaje. Sin embargo se identifica claramente que los principales cursos fluviales que constituyen los ríos Cañar y Bulubúlu, ríos que a su vez delimitan sus límites geográficos con los cantones vecinos. Estos ríos

presentan características de flujos torrentosos, con lechos amplios y con la presencia de material pétreo de tamaño muy variado, desde varios milímetros (arenas) a varios centímetros y metros (gravas y piedras). En varios sectores sus cauces denotan la gran variación de niveles existente entre las épocas de verano e invierno así como su gran capacidad de transporte de material en suspensión y de arrastre, sea este de material pétreo o vegetativo. En sus cauces por efecto del descenso de caudales se aprecia el crecimiento de vegetación arbustiva, que en épocas invernales es removida por efectos de erosión y velocidad del flujo. En la fotografía siguiente se aprecian imágenes del cauce del río Cañar y del material depositado en su cauce.

Entre los principales cursos fluviales que inician en el cantón se tiene:

- Río Culebras, formado por la unión de los esteros Culebritas, Piedritas y el estero Cecilia, mismo que tienen drenan las aguas de la parte urbana de la ciudad de La Troncal.
- Río Cochancay, formado por la unión del estero Cochancay y el estero Ruidoso Chico.
- Río Ruidoso, formado aguas abajo del límite cantonal y que nace a partir de la unión del estero Ruidoso y estero Seco.
- Estero Seco, que a su vez se convierte en el límite físico del Cantón en su parte Nor-Este, y que también drena las aguas de los esteros Guayjas, Rivera y Nañita.

Adicionalmente a los antes listados, existe una serie de esteros pequeños que drenan sus aguas a esteros de mayor tamaño o en forma directa a los ríos Cañar o Bulubúlu, entre los que podemos citar, Patul, Huaquillas, Monte Carlo, Pancho Negro, Envidia, etc.

Foto 1.4.3.1 Cauce del rio Cañar.



1.5 Características del medio socio-económico y social.

La población del cantón La Troncal en edad de trabajar es de 30,864; el valor indica los habitantes que cuentan con la capacidad legal para trabajar, esta población se considera a partir de los 10 años de edad en adelante.

Según el “Censo del 2010”, la rama de actividad predominante son la agricultura con el 30% del total, el comercio concentra el 17% del total de la PEA, la industria manufactura representa el 13%. En comparación con 10 años atrás se observa una disminución en dos puntos porcentuales de la agricultura, comercio y manufactura, y se registran nuevas ramas de actividad como servicios, actividades en hogares, enseñanza, administración con porcentajes inferiores al 1%.

CAPÍTULO 2: CRITERIOS DE DISEÑO PARA EL ALCANTARILLADO SANITARIO

2.1. Caudal de aguas residuales

El caudal de aguas residuales está constituido por aguas domésticas, aguas industriales, comerciales, institucionales, infiltración e ilícitas; para cada uno de estos caudales se plantea los siguientes parámetros de diseño:

2.1.1 Caudal medio de aguas residuales domésticas (Qardom)

Corresponde a la aportación del caudal medio diario, el mismo que se puede obtener en base al consumo medio de agua potable, de acuerdo con la siguiente expresión:

$$Q_{ardom} = \frac{CR \times C \times D \times A}{86400} = \frac{CR \times C \times P}{86400}$$

En donde:

Qardom	Caudal medio de aguas residuales domésticas (l/s)
CR	Coeficiente de retorno del agua de abastecimiento a las redes de alcantarillado
C	Consumo per cápita o dotación de agua potable ...l/(hab x día)
D	Densidad poblacional de la zona (hab/ha)
A	Área de aporte al tramo en estudio..... (ha)
P:	Población aportante (hab) (hab)

a) Dotación de agua potable (C)

Para la dotación o consumo per cápita de agua potable, se adopta el valor con el que se va a diseñar el sistema de abastecimiento de agua potable, es decir 175 l/hab día.

b) Coeficiente de retorno (CR)

Es un coeficiente que expresa el porcentaje de la dotación unitaria de agua potable que se vierte al sistema sanitario, conformando las aguas residuales domésticas. Para este coeficiente se recomienda un valor entre 0.8 y 0.9, por lo que para el presente proyecto se elige un coeficiente de retorno de 0.8.

Tabla 2.1.1.1

Coeficiente de retorno

Nivel de complejidad del sistema	Coeficiente de retorno
Bajo y medio	0.7 – 0.8
Medio alto y alto	0.8 – 0.85

c) Población (P) y densidad poblacional (D)

La población se estimará considerando una densidad de 5 habitantes por lote. Es decir, que para calcular la población aportante a un tramo del sistema, se multiplicará el número de lotes por 5 habitantes de cada lote.

d) Área de aporte (A)

Se obtiene del plano topográfico en función del trazado y el flujo del colector en estudio.

2.1.2 Caudal de aguas residuales comerciales. (Qarcom)

Cuando se dispone de datos suficientes, puede usarse el procedimiento para calcular las aguas residuales domésticas, caso contrario se puede emplear la siguiente expresión de aporte: **0.4 á 0.5 l/s/ha**, en la que el termino ha

corresponderá al área de uso comercial correspondiendo las hectáreas a área de uso comercial

2.1.3 Caudal de aguas residuales institucionales. (Qarinst)

Aquí se encuentran los aportes de escuelas, colegios, centros de salud y otros. El aporte institucional varía de acuerdo con el tipo y tamaño de la institución, por lo que se debe realizar un análisis para cada uno de los casos en particular. Para instituciones pequeñas localizadas en zonas residenciales, puede tomarse un aporte medio diario entre 0.4 y 0.5 l/s/ha. correspondiendo el termino hectáreas al área de uso institucional.

2.1.4 Caudal medio diario de aguas residuales. (Qar)

El caudal medio diario de aguas residuales se obtiene de la sumatoria de los caudales residuales domésticos, industriales, comerciales e institucionales

$$Qar = [Qardom + Qarcom + Qarinst] \text{ (lt/seg)}$$

2.1.5 Caudal máximo horario (QMH)

El diseño de un alcantarillado sanitario deberá efectuarse para el caudal máximo horario, el mismo que se obtiene multiplicando el caudal medio de aguas residuales Qar por un factor de mayoración K que varía en forma inversa con la población ó en forma inversa con el caudal.

Factor de mayoración (K): expresión adoptada de la Fórmula de Harmom
$$K = (18 + P^{0,5}) / (4 + P^{0,5})$$

En donde:

K = factor de mayoración del caudal medio

P = población en miles de habitantes.

INTERAGUA, empresa que regula el agua potable y alcantarillado de la ciudad de Guayaquil, en sus proyectos utiliza la ecuación de Harmon, por lo tanto esta es la expresión que será utilizada en el presente estudio.

2.2 Caudal de infiltración

Se produce por el ingreso a través de las uniones entre tramos de las tuberías, fisuras en los conductos y en los pozos de revisión, del agua que se encuentra por debajo del nivel freático del suelo.

Las tasas de infiltración propuestas para el presente estudio se enmarcan dentro de la normativa general, la misma que presenta los siguientes rangos:

- Bajo: entre 0 y 0.15 l/s/Km.
- Medio: entre 0.15 y 0.50 l/s/km.
- Alto: entre 0.50 y 1.00 l/s/km.

La bibliografía técnica presenta también la posibilidad de calcular el aporte por filtración en función del área drenada, estableciendo rangos de infiltración: bajo entre 0.05 y 0.20 l/s/ha, medio entre 0.10 y 0.30 l/s/ha y alto entre 0.15 y 0.40 l/s/ha.

Para el presente proyecto se adoptó como criterio de diseño una tasa de infiltración de 0.2 lt/seg/ha, en consideración al tipo de material utilizado y al bajo nivel freático.

2.3 Caudales ilícitos (Qili)

Para el caso de los sistemas de alcantarillado sanitario, se considera un caudal por concepto de conexiones ilícitas. $Q_{ili} = 35$ l/hab/día. La utilización de este valor determina que las concentraciones del agua residual se reduzcan considerablemente por lo cual se utilizara un valor menor.

También se establece que cuando existe red de alcantarillado pluvial el valor puede variar de 0.1 hasta 0.2 l/s/ha y, en caso de no existir alcantarillado pluvial, el valor puede alcanzar hasta 2 l/s/ha. Para el presente proyecto, dada la reducida área para cada lote, esta situación producirá un valor mínimo de ilícitos, razón por la cual se adopta un valor de 0.10 l/s/ha.

2.4 Caudal de diseño para alcantarillado sanitario. (Qsanit)

Se calcula con la expresión:

$$Q_{sanit} = [Q_{mard} + Q_{inf} + Q_{ili}] \text{ (lt/seg)}$$

En cualquier caso (especialmente en los tramos de cabecera), se adopta un caudal mínimo de diseño de **2.2 l/s**, correspondiente al que se produce por la descarga de un inodoro.

2.5 Velocidades de diseño.

Las velocidades máximas admisibles en tuberías o colectores dependen del material de fabricación. Se recomienda usar los valores que consta en la tabla 2.5.1.

En lo que se refiere a la velocidad de flujo, INTERAGUA de la que hemos tomado normas de construcción, indica que el valor mínimo aceptable para alcantarillas de aguas de servidas será de 0.70 m/s para colectores secundarios

y 0.90 m/s para colectores principales. En ciertos casos especialmente cuando se puedan producir arrastres excesivos, se podrá exigir una velocidad mínima de 1 m/s. Las velocidades máximas permisibles en las redes de aguas de servidas estarán en función del material de las tuberías (y de las indicaciones del fabricante). Como valores de referencia se indica la Tabla a continuación. En cada tramo deberá verificarse el comportamiento de autolimpieza del flujo, para lo cual es necesario utilizar el criterio de esfuerzo cortante medio, estableciéndose que sea mayor a 3.0 N/m^2 o 0.3 kg/m^2 para el caudal de diseño y mayor o igual a 1.5 N/m^2 ó 0.15 kg/m^2 para el 10% de la capacidad a tubo lleno.

Tabla 2.5.1

Velocidades máximas según material de la tubería

Tipo de Material de la tubería	Velocidad Máxima (m/s)
Acero	6.0
Cloruro de Polivinilo (PVC)	10.0
Acero con recubrimiento de mortero centrifugado	4.5
Cobre	4.0
Concreto normal	5.0
Concreto reforzado	6.5
Ladrillo común	3.0
Gres	5.0
Hierro Dúctil con recubrimiento de mortero centrifugado	4.5

FUENTE: INTERAGUA

2.6 Relación altura del agua-diámetro interno de la tubería

El criterio para definir la relación entre la altura del agua y el diámetro interno de la tubería puede estar en función del máximo porcentaje de utilización de la capacidad de transporte de agua en la tubería (q/q_0), dado en la tabla que se muestra a continuación, o por la misma relación entre la altura del agua al diámetro interno del colector (y/d).

En este sentido la definición de esta relación se convierte en una restricción para la adopción final del diámetro del colector, que en ocasiones obliga a tomar un diámetro superior al hidráulicamente necesario.

Tabla 2.6.1

Relación entre la altura de agua y diámetro interno de la tubería.

Relación entre la altura de agua y el diámetro interno de la tubería en función de (q/q_0) y (y/d) para alcantarillado sanitario		
DIAMETRO DE LA TUBERIA (mm)	q/q_0	y/d
200 a 600	0.60	0.60
600 a 1200	0.70	0.65
> 1200	0.90	0.80

FUENTE: ACOTECNIC

2.7 Cámaras de revisión

En sistemas de alcantarillado, las cajas de revisión se colocarán al inicio de todo colector, en todo cambio de diámetro, en todos los cambios de pendientes, cambios de dirección, exceptuando el caso de alcantarillas curvas, y en las confluencias de los colectores. La máxima distancia entre cámaras de revisión será:

Tabla 2.7.1

Distancias máximas entre cámaras

DIÁMETRO (mm)	DISTANCIA MÁXIMA (m)
<200 mm	100
DE 200 mm A 450 mm	120
DE 450mm A 600 mm	150
DE 600mm A 800 mm	150
Mayor a 800 mm	200

FUENTE: INTERAGUA

Estas distancias podrán ser modificadas a criterio de EMAPAT. Para los casos que se consideren especiales presentando la sustentación correspondiente

- Para todos los diámetros de colectores, las cámaras podrán colocarse a distancias mayores, dependiendo de las características topográficas y urbanísticas del proyecto, considerando siempre que la longitud máxima de separación entre las cámaras no deberá exceder a la permitida por los equipos de limpieza.
- La abertura superior de la cámara será como mínimo 0.6 m. El cambio de diámetro desde el cuerpo de la cámara hasta la superficie se hará preferiblemente usando un tronco de cono excéntrico, para facilitar el descenso al interior de la cámara.
- El diámetro del cuerpo de la cámara estará en función del diámetro de la máxima tubería conectada al mismo, de acuerdo al cuadro.

Tabla 2.7.2

Diámetros recomendados de las cámaras de revisión

Diámetro de la tubería mm	Diámetro de la cámara m
menor e igual a 550	0.9
mayor a 550	Diseño especial

FUENTE: INTERAGUA

- La tapa de la cámara de revisión será circular y generalmente de hierro fundido. Tapas de otros materiales, como por ejemplo hormigón armado, podrán utilizarse previa la aprobación del EMAPAT. Las tapas irán aseguradas al cerco mediante pernos, o mediante algún otro dispositivo que impida su apertura por personas no autorizadas. De esta manera se evitarán las pérdidas de las tapas o la introducción de objetos extraños al sistema de alcantarillado.
- La corona de la cámara se mantendrá a 0.10 m por encima de la superficie del terreno en calles no pavimentada y a nivel con el pavimento en calles pavimentadas.
- No se recomienda el uso de peldaños en la cámara. Para acceder a las alcantarillas a través de la cámara, se utilizarán escaleras portátiles.
- El fondo de la cámara deberá tener cuantos canales sean necesarios para permitir el flujo adecuado del agua a través del pozo sin interferencias hidráulicas, que conduzcan a pérdidas grandes de energía. Los canales deben ser una prolongación lo más continua que se pueda de la tubería que entra a la cámara y de la que sale del mismo; de esta

manera, deberán tener una sección transversal en U. Una vez conformados los canales, se deberá proveer una superficie para que el operador pueda trabajar en el fondo de la cámara. Esta superficie tendrá una pendiente de 4% hacia el canal central.

- Si el conducto no cambia de dirección, la diferencia de nivel, en la cámara, entre la solera de la tubería de entrada y aquella de la tubería de salida corresponderá a la pérdida de carga que se haya calculado para la respectiva transición.

Para el caso de tuberías laterales que entran a la cámara en la cual el flujo principal es en otra dirección, los canales del fondo serán conformados de manera que la entrada se haga a un ángulo de 45 grados respecto del eje principal de flujo. Esta unión se dimensionará de manera que las velocidades de flujo en los canales que se unan sean aproximadamente iguales. De esta manera se reducirán las pérdidas al mínimo.

CAPÍTULO 3: CONCEPCIÓN TÉCNICA Y DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUAS SERVIDAS.

3.1 Antecedentes

El presente estudio está enfocado a suplir las necesidades del servicio y transporte de las aguas servidas de la ciudadela “Ab. Juan Hidalgo” del cantón La Troncal. El proyecto se encuentra en el Km 74 de la vía Duran-Tambo, al margen izquierdo de la vía, al este del cantón La troncal, en tramo La Troncal-Cochancay.

Área total: 25.79 ha

El presente informe describirá las actividades y criterios adoptados para el trazado y dimensionamiento de las redes de alcantarillado sanitario del sistema.

Se tomara en cuenta, que todos los diseños están basados en planos topográficos y urbanísticos del sitio que fueron entregados por EMAPAT.

3.2 Concepción técnica del proyecto

Una vez determinada la planificación del proyecto, se procedió a establecer la solución más adecuada para la recolección y transporte de las aguas servidas que va a generar esta ciudadela. El proyecto urbanístico correspondiente a la misma; está emplazado en un área de 25.79 ha, en el que se ha planificado construir ochocientos ochenta y nueve viviendas.

Desde el punto de vista técnico y económico, es conveniente dividir el área del proyecto en varias sub-cuencas de similares características, con lo que es posible balancear los caudales y distribuirlos equitativamente en el colector planteado.

En los planos que se presenta en los anexos se puede observar un sistema, que es un colector matriz único, que recoge las aguas servidas de toda la ciudadela a través de un sistema de redes terciarias, las cuales serán llevadas

hasta un colector público por construir a la altura de la entrada de la Cdla. Abdala Bucarán, un Km al oeste, a la altura del Km 73 de la vía Duran-Tambo.

3.3 Descripción del sistema de alcantarillado.

El sistema empieza recolectando las aguas residuales de cada vivienda, las mismas que son captadas en cajas de registro en el exterior de cada vivienda y transportadas por tubería PVC hasta otra tubería que recolecta las aguas de cada manzana y las descarga en el colector principal, el mismo que al terminar de recolectar todas las aguas residuales de la ciudadela las lleva hasta una caja de revisión del colector matriz del cantón proyectado, ubicado a la altura del Km 73 de la vía Duran-Tambo a la entrada de la ciudadela Ab. Abdala Bucarán.

Este sistema proyectado a construirse, descarga en una planta de tratamiento ubicada en el sector Luz de América en la parte baja del cantón a pocos metros del colegio técnico piloto Dr. Enrique Novoa Arizaga en las instalaciones de su granja, este sistema cuenta con lagunas de anaeróbicas y lagunas de maduración ya construidas y otras en proyecto de construcción.

Definido el sistema, se plantea la forma de recolección y transporte de las aguas servidas, y para lo cual se definen 2 tipos de redes:

- Red matriz o red principal: Esta es la encargada en conducir las aguas servidas al colector a construirse por parte de EMAPAT; esta red se ubicará en vías principales y su diámetro mínimo será $d=200\text{mm}$.

- Redes terciarias: Son las encargadas de captar en forma directa los caudales producidos en las viviendas, mediante la instalación domiciliaria. Se ubican en el frente del predio y su diámetro mínimo es $d=160\text{mm}$.

3.4 Criterios para el trazado de las redes

Los criterios adoptados para el trazado de las redes de alcantarillado son los establecidos en las bases de diseño y que se detallan a continuación:

- Las tuberías están direccionadas conforme las pendientes del terreno natural.
- Las redes de alcantarillado se localizarán en las calzadas de vías públicas.
- Se deberá procurar que los conductos de agua residual con respecto al de agua potable u otros servicios (telefonía, energía, gas, etc.) queden a la mayor distancia posible y por debajo de ellos, debiendo dejarse una distancia horizontal de 1.50 m y 0.5 m en vertical.
- Cuando se produzcan cruces, se tendrá en cuenta que la altura libre proyectada sea de 0.2 m. y la mínima distancia horizontal entre las redes de aguas servidas, de aguas lluvia y agua potable será de 1.00 m.
- Siempre que sea posible, las tuberías de la red sanitaria se colocarán en el lado opuesto al que se instale la tubería de agua potable, es decir, al sur y al oeste del cruce de los ejes; y, las tuberías de la red pluvial irán al centro de la calzada.
- Las tuberías de alcantarillado sanitario deberán estar localizadas a una distancia mínima de 1.50 m del borde de la calzada; en aceras esta distancia podrá reducirse a 0.90 m.
- Para vías con sección mayor de 18 m se deberá proyectar redes de alcantarillado por ambas calzadas.
- Se deberá tener en cuenta que la localización relativa de los conductos permita la conexión de las tuberías domiciliarias respectivas.

- Las tuberías de alcantarillado no podrán ir en la misma zanja de las de agua potable.
- La profundidad de los colectores para todo tipo de alcantarillado no será menor de 1.0 m a la cota de corona y si fuera necesaria una profundidad menor (0.60 a 1.00 m), deberá protegerse la tubería y el diseño debe ser aprobado por EMAPAT.

3.5 Diseño de las redes matrices de alcantarillado.

Una vez establecido en la parte teórica, los parámetros de diseño, se procede a hacer la modelación en el programa SEWERCAD, donde se ingresan datos tales como cotas del terreno, parámetros pendientes máximas y pendientes mínimas, tipo de material a utilizar, etc.

Este programa permite modelar hidráulicamente un sistema de alcantarillado de acuerdo a caudales establecidos y restricciones (velocidades mínimas y máximas, pendientes, altura de rellenos, etc) con el cual se realiza un pre diseño, que puede ser ajustado y optimizado por el proyectista. Como resultado de la modelación hidráulica para el colector matriz, se utilizara una tubería PVC de 250mm, que va desde la cámara 1 hasta la cámara 10 y una tubería PVC de 315mm que va desde la cámara 10 hasta es sistema general de AASS público denominado 53 que se tiene proyectado construir, según planos entregados por EMAPAT.

Con estos resultados, se verifica las pendientes del resto del sistema, que consiste en redes terciarias y las cajas de revisión domiciliarias, se comprueba que todo el sistema funcione a gravedad y se toma muy en cuenta que las tuberías estén dentro de la acera y a la profundidad necesaria para cumplir con los requisitos del fabricante de la tubería, la misma que exige una profundidad mínima de 0.60 m entre el nivel del terreno y el lomo de la tubería, así como las pendiente mínima de 4/1000 y máxima de 2.5/100.

3.6 Redes Terciarias:

Son las encargadas de captar en forma directa los caudales producidos en las viviendas, mediante la instalación domiciliarias. Se ubican frente al predio y su diámetro mínimo es $d=160\text{mm}$. Tal como lo establecen las bases de diseño, el caudal mínimo de diseño es de 2.2 l/s, valor equivalente a la descarga de un inodoro; las pendientes mínimas utilizadas son del orden del 0.4%, de acuerdo al criterio de la fuerza tractiva. Para el diseño se considera una profundidad mínima de excavación de 0.60 metros en acera y 1 metros en calzada, estas redes descargan a un sistema secundario que recoge las aguas de cada bloque, estas tuberías están unidas por cajas de revisión domiciliarias de 600 mm ubicadas en el exterior de cada lote.

CALCULO CAUDALES COOP. AB. JUAN HIDALGO (LA TRONCAL)

Cámara N°	Viene de la Camara	Lotes	AS -- AP	Area ha	Dens. hab/lote	POBLACION		Dot. /hab/día	Coefic. K	Q medio l/s	Q m áx h l/s	Caudal Ag. Res. l/s	Infiltrac l/s	Conex ilcitas l/s	Q Diseño l/s	Q Diseño acum l/s
						Parcial Habit	Acumul. Habit									
1	-	129	0.80	1.94	5	645	645	175	3.91	1.05	4.09	4.09	0.39	0.19	4.67	4.67
2	1	130	0.80	1.95	5	650	1,295	175	3.72	1.05	3.92	3.92	0.39	0.20	4.51	9.18
3	2	66	0.80	0.99	5	330	1,625	175	3.65	0.53	1.95	1.95	0.20	0.10	2.25	11.43
4	3	72	0.80	1.08	5	360	1,985	175	3.59	0.58	2.09	2.09	0.22	0.11	2.42	13.85
5	4	130	0.80	1.95	5	650	2,635	175	3.49	1.05	3.68	3.68	0.39	0.20	4.26	18.11
6	5	110	0.80	1.65	5	550	3,185	175	3.42	0.89	3.05	3.05	0.33	0.17	3.54	21.65
7	6	70	0.80	1.05	5	350	3,535	175	3.38	0.57	1.92	1.92	0.21	0.11	2.23	23.89
8	7	0	0.80	0.83	5	0	3,535	175	3.38	0.00	0.00	0.00	0.17	0.08	0.25	24.13
9	8	110	0.80	1.65	5	550	4,085	175	3.33	0.89	2.96	2.96	0.33	0.17	3.46	27.59
10	9	70	0.80	1.05	5	350	4,435	175	3.29	0.57	1.87	1.87	0.21	0.11	2.18	29.78

3.7 Presupuestos

Tabla 3.7.1

Presupuesto referencial del proyecto.

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
OBRA: DISEÑO DE LA RED DE AASS PARA LA CIUDADELA AB. JUAN HIDALGO DEL CANTÓN LA TRONCAL
FECHA: MAYO 2012

PRESUPUESTO REFERENCIAL.

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PREC. UNIT	PREC. TOTAL
A	REDES				
1	REPLANTEO Y NIVELACION	ml	11634.47	\$ 0.90	\$ 10,471.02
2	EXCAVACION SIN CLASIFICAR (0 – 4 m) MAQUINA	m3	11626.39	\$ 4.30	\$ 49,993.48
3	CONFORMACION DE FONDO DE ZANJA	ml	11634.47	\$ 1.70	\$ 19,778.60
4	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE SITIO	m3	3490.34	\$ 3.60	\$ 12,565.22
5	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL MEJORADO (Cascajo)	m3	5265.6	\$ 4.50	\$ 23,695.20
6	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL SELECCIONADO (Arena)	m3	1163.45	\$ 12.60	\$ 14,659.47
7	DESALOJO	m3	7973.14	\$ 2.40	\$ 19,135.54
9	TUBERIA P.V.C. ANILLADA Ø 315 mm – DESAGUE (SUM. E INST)	ml	569.00	\$ 24.60	\$ 13,997.40
10	TUBERIA P.V.C. ANILLADA Ø 250 mm – DESAGUE (SUM. E INST)	ml	1009.91	\$ 17.40	\$ 17,572.43
11	TUBERIA P.V.C. ANILLADA Ø 200 mm – DESAGUE (SUM. E INST)	ml	1848.51	\$ 15.90	\$ 29,391.31
12	TUBERIA P.V.C. ANILLADA Ø 160 mm – DESAGUE (SUM. E INST)	ml	8207.05	\$ 10.00	\$ 82,070.50
16	CAJAS DOMICILIARIAS (TUBO DE H.S. INCLUIDO TAPA) de 1 a 2 m	U	891.00	\$ 129.20	\$ 115,117.20
17	CAMARAS DE REVISION DE COLECTORES H.A. 0-2M	U	10.00	\$ 831.84	\$ 8,318.40
18	RECONFORMACION DE RAZANTE	m2	11634.47	\$ 2.20	\$ 25,595.83
19					
				TOTAL	\$ 442,361.61

3.7.1 Cálculo de cantidades.

3.7.1.1 Cálculo de longitudes de tuberías.

El cálculo de longitud de tuberías se lo realiza por bloques, es decir, cada cinco manzanas que comparten un ramal secundario. Las tuberías domiciliarias serán de tubos PVC de 100 mm, las tuberías que recogen las descargas provenientes de cada vivienda será de 160 mm y las tuberías de los ramales secundarios serán de 200 mm, todo este sistema trabajara a gravedad y se tratara en lo posible de tener la menor profundidad posible, respetando los límites mínimos y máximos de pendientes del sistema.

Tabla 3.7.1.1.1
Longitud de tuberías de ramales terciarios y secundarios

TUBERIA 160 y 200 mm			
Bloques	diámetro (mm)	Longitud (m)	longitud (m)
A-E			
Terciarios	160		1,207.90
Secundarios	200	195.17	
F-J			
Terciarios	160		1,217.80
Secundarios	200	195.17	
K-N			
Terciarios	160		610.74
Secundarios	200	195.17	
O-R			
Terciarios	160		670.74
Secundarios	200	195.17	
S-W			
Terciarios	160		1,228.27
Secundarios	200	195.17	
X-B'			
Terciarios	160		1,017.90
Secundarios	200	195.17	
C'-G'			
Terciarios	160		617.90
Secundarios	200	195.17	
H'-I'			
Terciarios	160		0.00
Secundarios	200	91.51	
J'-N'			
Terciarios	160		1,017.90
Secundarios	200	195.17	
O'-S'			
Terciarios	160		617.90
Secundarios	200	195.17	
	TOTAL	1,848.51	8,207.05

El colector matriz se divide en dos tramos, el primero con una tubería PVC de 250 mm que va desde la cámara número uno, hasta la cámara número diez y el segundo tramo de tubería PVC de 315 mm que va desde la cámara número diez hasta el final del sistema que conecta con el sistema

El colector matriz se divide en dos tramos, el primero con una tubería PVC de 250 mm que va desde la cámara número uno, hasta la cámara número diez y el segundo tramo de tubería PVC de 315 mm que va desde la cámara número diez hasta el final del sistema que conecta con el sistema público de aguas servidas proyectado a construirse y que denomina con el número 53, según el pre diseño en SEWERCAD.

Tabla 3.7.1.1.2
Longitud de tubería de 250mm del colector matriz

TUBERIA 250 mm		
Colector matriz	diámetro (mm)	Longitud
C1-C2	250	139.98
C2-C3	250	122.00
C3-C4	250	129.99
C4-C5	250	141.99
C5-C6	250	121.99
C6-C7	250	83.99
C7-C8	250	61.91
C8-C9	250	126.07
C9-C10	250	81.99
	TOTAL	1009.91

El segundo tramo del colector matriz con un diámetro de 315 mm, descarga a la altura de la entrada de la ciudadela Ab. Abdala Bucarán, en el Km 73 de la vía Durán-Tambo localizado en el tramo de carretera La Troncal-Voluntad de Dios.

Esta cámara de descarga pertenece al sistema de aguas servidas de la ciudad, la conexión a esta cámara fue autorizado por EMAPAT.

El tramo de colector que va desde la cámara once hasta el final del sistema, por encontrarse por debajo de la calzada de la vía principal, tiene una excavación considerable, ya que la diferencia de niveles que existe entre esta calzada y la parte baja de la ciudadela, a la altura de la cámara diez es

considerable, esto sumado a la presencia del canal ubicado a un costado de la vía por donde tiene que pasar el colector por debajo y así mismo un canal adicional que atraviesa la vía principal, cerca del final de nuestro colector que también lo debemos colocar por debajo, hace esta diferencia en la excavación.

Estos son obstáculos que no se puede evitar. En lo posible se tratará de minimizar la excavación, según la topografía lo permita. Todos estos detalles también se pueden observar con mayor detenimiento en los planos, para estas excavaciones se tomará en cuenta una protección adicional de ser necesaria, con el fin de proteger la vida de los obreros y con el fin de evitar el desmoronamiento de las paredes de la excavación y así evitar inconvenientes.

**Tabla 3.7.1.1.3
Longitud de tubería matriz de diámetro 300 mm**

TUBERÍA 300 mm		
Colector matriz	diámetro (mm)	Longitud
C 10 - Descarga	315	569.00

Así mismo se calcula el número de cajas de registro de cada lote, y se lo realiza por bloques de 5 manzanas tal y como se lo hizo con las tuberías terciarias, se tomara en cuenta también las cajas ubicadas en las zonas de parques y aéreas verdes de la ciudadela, y de ser necesaria cajas adicionales para reducir entre sí, las distancias máximas permitidas entre caja y caja mencionadas en el presente proyecto.

**Tabla 3.7.1.1.4
Cálculo de cajas de registro domiciliarias**

Cajas de registro domiciliarios	
Bloques	# de cajas
A-E	129
F-J	130
K-N	67
O-R	73

S-W	130
X-B'	110
C'-G'	70
H'-I'	2
J'-N'	110
O'-S'	70
TOTAL	891

Así mismo se calcula en número de cajas de revisión existentes en el colector matriz, para esto se lo ha dividido en dos partes, haciendo referencia a las cajas que se encuentran dentro de la ciudadela y las cajas que se encuentran fuera de la misma y que llevan el agua acumulada desde la ciudadela hasta la red de Aguas servidas, donde se va a coleccionar todo el sistema.

Esta diferencia se la hace por la profundidad de las cajas, puesto que el primer tramo contiene cajas poco profundas y el segundo tramo por encontrarse sobre la vía, aumenta el nivel de excavación considerablemente.

Tabla 3.7.1.1.5
Cámara de registro del colector matriz con poca profundidad.

Cajas de registro de colector matriz	
Cajas	Cantidad
C1-C10	10

Tabla 3.7.1.1.6
Cámara de registro del colector matriz con profundidad considerable

Cajas de registro de colector matriz	
Cajas	Cantidad
C11-C16	6

3.7.1.2 Cálculo de volúmenes de excavación.

Para el cálculo de volúmenes de excavación se considera una profundidad tal que se cumpla con las pendientes máximas y mínimas que debe tener las tuberías de aguas servidas, estas deben ser:

Mínimas	4/1000
Máximas	2.5/100

Tomando en cuenta las pendientes naturales del terreno y con una excavación mínima de 0.60 m por sobre el lomo de la tubería para cumplir con el mínimo de relleno de las especificaciones de las tuberías, tratando siempre de estar lo más cerca de esta para tratar en lo posible de no encarecer la obra con excavaciones innecesarias.

El ancho de la excavación se la toma teniendo en cuenta el diametro de la tubería a ser colocada, más un 0.80 m adicional para poder trabajar en la instalación de la tubería sin tener inconvenientes con la misma.

Para excavaciones con profundidades mayores se calculará también un tablestacado en caso de ser necesario.

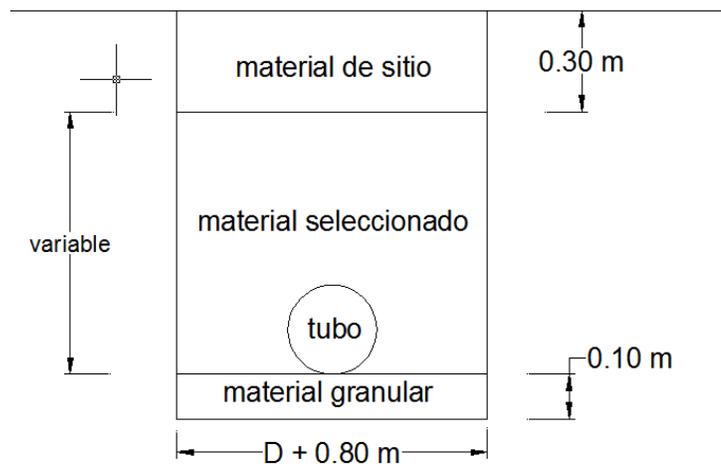
Se colocará camas de arenas donde serán asentadas las tuberías para protección de las mismas, dicha cama de arena tendrá un espesor de 0.10 m colocadas en el fondo de la excavación en todo el ancho de la misma.

Se utilizará material de préstamo importado para rellenar la primera parte de la excavación por sobre la cama de arena, esta altura de material varía dependiendo la profundidad de la excavación, puesto que se debe respetar los 0.10 m de la cama de arena mas una profundidad de 0.30 m de material de sitio que se ocuparía para colocar en la parte superior de la excavación.

Para hacer uniforme el trabajo a realizar y el presente presupuesto, ya que el ancho de la excavación, según las especificaciones adoptadas varían de entre 0.96 m en las tuberías terciarias y 1.10 en el colector matriz se ha calculado la excavación con un ancho de 1.00 m uniforme.

Grafico 3.7.1.2.1.

Esquema de excavación a realizarse.



Se tiene previsto que para la fecha de la realización de este proyecto, la vía principal por donde atraviesa el colector matriz contenga una capa de hormigón, puesto que a la actualidad la compañía HeH se encuentra construyendo dicha vía, para lo cual se considerara una rotura y reposición de la capa de hormigón en el sector donde pasa el colector matriz.

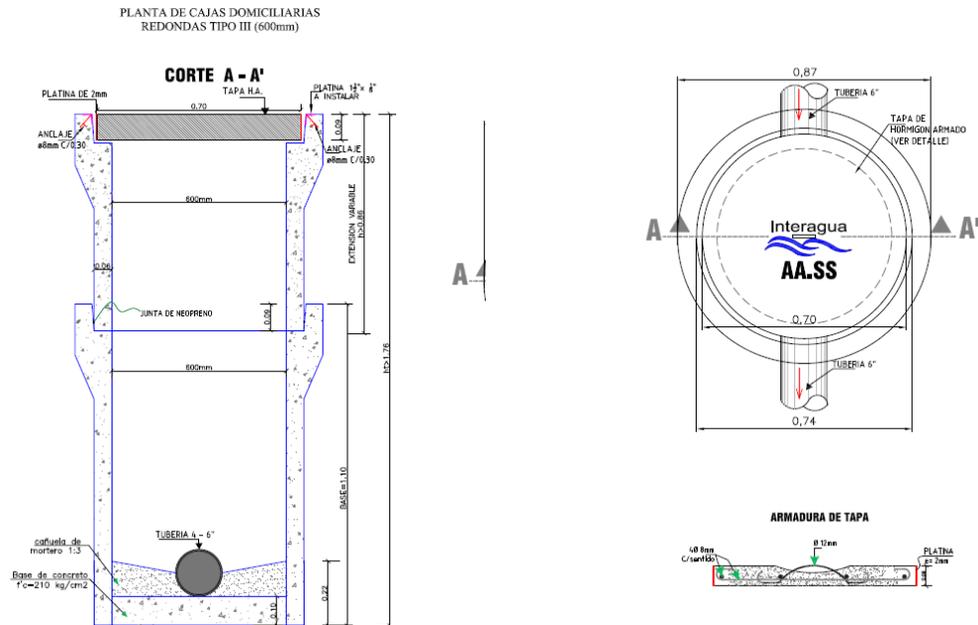
3.7.1.3 Cajas de revisión domiciliaria.

Para las cajas de revisión, se tomará en cuenta las utilizadas por la empresa INTERAGUA de la ciudad de Guayaquil, que consiste en cajas circulares de H.S. que permiten alturas de hasta 2m, para lo cual se coloca una tubería sobre la otra, unidas por juntas de neopreno y tapa de hormigón con marco metálico tipo platina y contramarco tipo ángulo como se puede observar en el gráfico, adicional a esto se coloca una base de hormigón con un $f'c = 210$

Kg/cm², con un espesor de 0.10m y una cañuela de mortero con una relación 1:3 con la inclinación que se detalla en la misma figura 3.7.1.2.2.

Grafico 3.7.1.2.2.

Cajas domiciliarias redondas TIPO III (INTERAGUA)



3.7.1.4 Cámara de revisión.

Para las cámaras de inspección se tomará también como referencia las utilizadas por INTERAGUA. En estos se utilizará una base de cascajo compactado o piedra bola de 0.50 m, seguido de un replantillo de F'c = 140 Kg/cm² y con 0.05 m de espesor, con la base y ancho de paredes de 0.20 m, armado con hierro de Ø 12 mm y Ø 10 mm tipo enmallado tal como se muestra en la figura 3.7.1.2.4, con un hormigón con un F'c = 210 Kg/cm² y con recubrimiento de 0.05 m, por sobre la base se utiliza una cañuela de mortero con una relación 1:3 con el mismo procedimiento de las cajas de registro domiciliarias.

CAPÍTULO 4: MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.

ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA CIUDADELA AB. JUAN HIDALGO DEL CANTÓN LA TRONCAL

4.1. Generalidades

4.1.1 Introducción

El propósito de este manual, es proporcionar un instrumento que posibilite la adecuada operación y mantenimiento del sistema de alcantarillado sanitario de la Ciudadela Ab. Juan Hidalgo del Cantón La Troncal, el que deberá ser perfectamente conocido por todo el personal involucrado en el manejo del sistema, siendo además un documento al que se puede recurrir en caso de dudas u ocurrencia de situaciones anómalas.

4.1.2 Alcance del manual de operación y mantenimiento

El presente trabajo es un documento preliminar ya que será la unidad encargada de la fiscalización de las obras del proyecto la que deberá preparar el documento definitivo, que permitirá a la entidad responsable de la administración del sistema, una eficiente operación y mantenimiento, que garantice la provisión de un servicio de buena calidad.

Es muy difícil que durante la elaboración del proyecto se hayan previsto en forma total los problemas que se puedan presentar en el funcionamiento de todo el sistema, por esta razón, es necesario que durante la operación se realicen cuadros sinópticos del funcionamiento de las redes y demás instalaciones y que se conozcan de la mejor manera las operaciones ordinarias y extraordinarias necesarias para asegurar la regularidad del servicio.

4.1.3 Objetivo del manual de operación y mantenimiento

El conocimiento del funcionamiento del sistema de alcantarillado sanitario es indispensable no solo para quien deba dirigir la gestión sino para todas las personas involucradas en la operación y mantenimiento del sistema, esto permitirá realizar mantenimiento preventivo y operar el sistema en condiciones óptimas.

4.2. Descripción del sistema de alcantarillado sanitario de la ciudadela “Ab. Juan Hidalgo del cantón La Troncal”

4.2.1 Red de Colectores

4.2.1.1. Redes Matrices y Secundarias

El sistema consta de una red de tuberías de PVC con una longitud total de 11,634.47 metros, con diámetros de 160 mm (8,207.05 metros), 200 mm (1,848.51 metros), 250 mm (1,009.91 metros) y 300mm (569.00 metros)

El relleno mínimo, medido desde la tapa la cámara de inspección hasta el lomo de la tubería, es de 0.60 metros, pues se considera que es una profundidad suficiente que la tubería esté protegida contra el tránsito vehicular (hay que considerar que las calles de Ciudadela reciben poco tráfico) y cualquier otra solicitud externa, y por otro lado evita una excesiva profundización de las tuberías que encarezca el costo de la obra.

Adicionalmente, hay que tener en cuenta que las calles por las cuales pasan los colectores matrices y secundarios son calles que no están pavimentadas, y que la cota de referencia bajo la cual se ha considerado el relleno mínimo es la cota de la calle de tierra; la cota final de la rasante de la vía será aquella que contemple un futuro diseño vial de la cooperativa, lo que usualmente hará que las cotas de relleno aumenten en algunos centímetros. En todo caso, el diseño vial tiene que considerar que la cota de relleno no deberá ser en ningún caso menor a 0.60 metros.

Las pendientes de instalación de las tuberías consideradas en el diseño van desde 4/1000 hasta 2.5/100, que son pendientes que pueden permitir un adecuado escurrimiento e impedir cimentaciones, siempre dependiendo de la velocidad del flujo.

La velocidad máxima es de 0.84 m/s y el promedio es de 0.48 m/s. En cuanto a la velocidad mínima, en casi todo el sistema la velocidad es mayor a 0.40 m/s, que es el mínimo valor adecuado para evitar sedimentaciones en las tuberías.

Las cámaras de inspección tienen el diseño típico de INTERAGUA.

4.2.1.2. Redes Terciarias y Domiciliarias

Para las redes terciarias, se ha considerado el sistema convencional, es decir, tuberías por las aceras con cajas de hormigón que reciben las descargas domiciliarias.

En vista de que la Ciudadela no tiene aún aceras, se deberá considerar la ubicación de las futuras aceras de acuerdo al departamento de planificación urbana del cantón La Troncal para implantar las cajas domiciliarias.

La pendiente con la que se han diseñado las redes terciarias es de 4/1000 y de un 2.5/100 como máxima.

El diámetro de las tuberías es de 160 mm de PVC y para las intradomiciliarias es de 100 mm de PVC.

La profundidad mínima de la caja es casi siempre 0.60 metros, también para evitar profundizar mucho el sistema de redes matrices y secundarias. Hay que agregar que, al igual que en el caso de las redes matrices y secundarias, la

profundidad final de las cajas dependerá del diseño de la acera, por lo cual esta profundidad seguramente aumentará y será siempre mayor a 0.60 metros.

Las cajas domiciliarias tienen el diseño típico de INTERAGUA.

4.3 Manual de operación y mantenimiento del sistema de redes de recolección.

4.3.1 Introducción

Al tratar sobre el mantenimiento de sistemas de alcantarillado independiente, será necesario la vigilancia permanente para evitar las conexiones con el sistema de aguas lluvias y viceversa, esto daría lugar a un aumento peligroso de caudales en el sistema de alcantarillado sanitario y a la contaminación del río cuando la conexión es de aguas residuales al sistema pluvial, ya que todo el drenaje pluvial descarga sin ningún tratamiento en los cuerpos de agua.

4.3.2 Mantenimiento preventivo de las redes de alcantarillado

4.3.2.1. Conexiones domiciliarias

En el sistema proyectado se ha establecido que la caja intradomiciliaria sea un componente del sistema, formando parte de la red de colectores terciarios. Esta caja se deberá construir con los materiales, forma y dimensiones establecidas en los planos generales del proyecto; sobre todo se deberá tomar especial cuidado en la construcción del sistema de flujo del fondo de la caja.

Otro aspecto importante a considerar es la tubería de conexión a la caja cuyo diámetro mínimo debe ser 110 mm de PVC, la pendiente mínima debe ser del 1 %, puesto que los caudales a circular por las tuberías son reducidos.

La limpieza de las cajas domiciliarias se hará con varillas metálicas y

cucharones, obedeciendo a una programación semanal que prevea la atención a todos los sectores de la Ciudadela

4.3.2.2 Colectores terciarios

El inconveniente que caracteriza a los colectores terciarios, es la posibilidad de taponamientos u obstrucciones que, en condiciones de escasa circulación, se forman lentamente por efecto de algún cuerpo sólido que se pega al fondo, lo que ni el caudal propio de la tubería ni el de aparatos de limpieza consiguen arrastrar, teniéndose que al dorso de esta pequeña barrera se incrustan materias que se consolidan con el paso del tiempo. La atenuación de la pendiente, que de ello resulta, favorece posteriores depósitos de materias en suspensión y por ende, la obstrucción compromete cada vez a longitudes mayores de tubería. El hecho de haber utilizado tuberías de PVC bastante más lisas que las tuberías de hormigón, limita en alto grado la formación de obstrucciones, pero esto no quiere decir que éstas no se van a presentar por lo que es importante tomar las precauciones necesarias.

Una forma de prever la presencia de obstrucciones es la continua y sistemática revisión de las cajas esquineras, observando durante las horas pico la forma como circula el agua. Durante estos períodos se deberá presentar un flujo continuo, con presencia de sólidos flotantes.

La frecuencia de las observaciones estará de acuerdo a la pendiente y velocidad de circulación del agua en los colectores. Es decir, deberán realizarse observaciones en forma más continua en los colectores terciarios donde, de acuerdo con los cálculos hidráulicos, se producen velocidades mínimas con pendientes muy cercanas a los límites inferiores establecidos para el diseño.

De todas maneras es necesario anotar que por experiencia en sistemas similares, las obstrucciones son poco frecuentes, y en su mayoría se deben al

mal uso que dan los usuarios al sistema, especialmente cuando arrojan grasa, desperdicios de vegetales o prendas de vestir, o cualquier otro objeto no degradante o voluminoso.

Los colectores terciarios serán limpiados con varillas metálicas o con el "hidrocleaner" y su mantenimiento preventivo estará sujeto a una programación que solamente podrá ser cambiada para atender solicitudes de mantenimiento correctivo.

Se debe llevar un registro del mantenimiento preventivo de los colectores terciarios y de las cajas domiciliarias. Este registro debe ser en un cuaderno empastado para evitar la destrucción o alteración de los datos.

El formato de registro debe incluir lo siguiente:

- Tramos y cajas limpiados, incluyendo diámetros, longitud y Tipo de tubería.
- Fecha de realización del mantenimiento.
- Personal que laboró.
- Observaciones.

4.3.2.3. Colectores matrices y secundarios

Al mismo tiempo que se realiza la inspección de las cajas esquineras, en los colectores terciarios, deberá efectuarse la inspección de los pozos de revisión, determinando al igual que en el caso anterior una mayor frecuencia en la inspección para los tramos de menor diámetro y los de mínima pendiente. De todas maneras la determinación de la frecuencia en la inspección se hará de acuerdo a las necesidades del sistema.

Idéntica actividad deberá cumplirse con los colectores secundarios y terciarios, especialmente en los tramos con condiciones límite de velocidad y pendiente.

4.3.2.4. Pozos de revisión

El problema de arrojar basura o cualquier tipo de desperdicios a las calles o, peor aún, el utilizar los pozos de revisión como botaderos de basura, son las principales causas de fallas en los sistemas de alcantarillado.

Es necesario educar a la comunidad sobre la importancia de recoger la basura y disponerla en forma adecuada, evitando arrojarla a la vía pública o a los pozos de revisión del sistema de alcantarillado sanitario.

Otro problema surge cuando se utilizan los pozos de revisión para eliminar estancamientos de aguas lluvias, levantando las tapas y permitiendo el desfogue de las mismas por el alcantarillado sanitario. Dependiendo de la magnitud del estancamiento, los caudales generados podrían hacer funcionar los colectores a presión con los daños consecuentes.

Cuando se realice la inspección de pozos para determinar las condiciones de flujo, en los colectores, es necesario hacer una revisión del estado en el que se encuentran los pozos, en especial las líneas de flujo en el fondo, sobre todo cuando por necesidades de diseño o constructivas se han realizado saltos.

En muchas ciudades del país, ha sido práctica común, el robo sistemático de las tapas y cercos de los pozos de revisión, es necesario conciencia a la ciudadanía, para que hagan la denuncia respectiva cuando esto ocurra. Dado el costo del material como los costos de colocación, resulta incomodo y fuera de presupuesto la reposición continua de estos elementos.

4.3.2.5. Pérdidas y filtraciones

A pesar de que durante la construcción se realizan las pruebas correspondientes de hermeticidad de las juntas, en ciertas ocasiones por diferentes motivos pueden producirse fallas en las juntas y se produce pérdida de la estanquidad. Estos casos se detectan al cabo de algunos años de producida la falla, aunque en la gran mayoría de los casos los materiales que arrastran las aguas servidas pueden obturar dichas aberturas.

En la mayoría de los casos las fallas por filtraciones se detectan cuando se ha producido algún daño en la calzada o en las edificaciones vecinas. Por experiencias anteriores en ningún caso se ha producido el colapso de estructuras relativamente nuevas, generalmente lo que se produce es el humedecimiento de paredes o el levantamiento de la calzada o la calle por efecto de problema de expansión.

En caso de presentarse las anomalías anotadas será preciso descubrir los colectores para determinar el sitio exacto de la filtración y proceder a realizar los correctivos que el caso amerite.

4.3.2.6 Actividades de mantenimiento preventivo

De cuanto se ha dicho anteriormente, se desprende que las principales operaciones de mantenimiento de las redes de alcantarillado pueden resumirse de la siguiente manera:

- a) Inspección continua y sistemática de los colectores a través de los pozos de revisión y cajas esquineras, con el fin de poder intervenir oportunamente en caso que se produzcan obstrucciones.
- b) Inspección continua de las conexiones domiciliarias para evitar que se introduzcan a las redes materiales voluminosos y basuras y poder

corregir a tiempo el mal uso del sistema y las conexiones ilícitas.

c) Vigilancia sobre las aguas de desechos industriales.

d) Inspección de los aparatos y equipos para mantenimiento y limpieza, evitando el desperdicio de agua potable.

4.3.3 Mantenimiento correctivo de las redes de alcantarillado

El mantenimiento correctivo deberá ser realizado por el mismo personal que realiza el mantenimiento preventivo. Se debe dar atención especial cuando existan obstrucciones, las mismas que puedan producirse por las siguientes situaciones:

- Por la introducción de objetos extraños al sistema que provoca una obstrucción repentina (obstrucción total).
- Por el bloqueo progresivo del sistema de alcantarillado motivado por la falta de limpieza periódica y constante (obstrucción parcial)
- Por el acarreo de cantidades de tierra, lodo y otros materiales arrastrados por el agua lluvia.
- Por el colapso o movimiento de las tuberías debido a:
 - Asentamiento de tuberías en base no apropiada
 - Falta de altura suficiente de relleno sobre la tubería
 - Movimientos naturales del suelo
 - Crecimientos de raíces de los árboles junto a las tuberías

- Rotura de tuberías

4.3.3.1 Cajas domiciliarias y colectores terciarios.

En caso de detectarse una obstrucción, se debe realizar un seguimiento, destapando las cajas domiciliarias hasta determinar con exactitud el tramo en el que se ha producido la obstrucción. Se procederá luego a utilizar agua a presión con chorros intermitentes. De no conseguirse la limpieza del tramo, será entonces necesaria la utilización de desatascadores mecánicos. En caso de no lograr resultados favorables, se procederá entonces a retirar el tramo de tubería en el que se encuentre la obstrucción y si resulta imposible limpiarlo, se lo sustituirá por uno nuevo.

4.3.3.2. Colectores principales y secundarios

En caso de detectarse una obstrucción, se procederá a eliminarla mediante el uso de chorros de agua intermitentes (hidrocleaner) con la presión suficiente para lograr la desobstrucción sin dañar la tubería.

Herramientas mecánicas pueden utilizarse, en el caso que el agua no pueda romper la obstrucción. Si luego de utilizar medios mecánicos no se ha conseguido eliminar la obstrucción, se procederá a destapar la tubería y romperla por la parte superior hasta determinar el sitio de la obstrucción y de ser posible limpiarla, en todo caso es necesario reparar o reponer si fuera el caso la tubería rota.

4.3.3.3. Pozos de revisión

En caso de observarse daños de cualquier naturaleza en los pozos, estos deberán repararse lo más rápido posible para evitar problemas mayores.

CAPÍTULO 5: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones.

Los sistemas de saneamiento urbano son fundamentales para el desarrollo social y económico de una población. Una adecuada captación, conducción y disposición de las aguas residuales evita graves problemas como enfermedades, contaminación ambiental, etc; por consiguiente, mejoran las condiciones de vida los ciudadanos beneficiados.

El sistema de alcantarillado de aguas residuales de la cooperativa Juan Hidalgo permitirá dotar con un adecuado servicio de saneamiento a aproximadamente (población servida estimada) habitantes de la ciudad de la Troncal.

El presente estudio constituye un importante aporte a los esfuerzos del Municipio de la Troncal para mejorar la cobertura y la calidad de los servicios básicos y lograr un crecimiento y desarrollo urbano de forma ordenada y planificada. De hecho, este estudio podría llegar a considerarse como un plan piloto para la implementación de desarrollos urbanos de similares características a nivel cantonal y cuyos estudios involucren un aporte de varios actores de la sociedad, como autoridades municipales, autoridades gubernamentales y universidades.

Recomendaciones.

Puesto que este proyecto está basado en información entregada por la Empresa Municipal de Alcantarillado y Agua Potable del Cantón La Troncal y la Muy Ilustre Municipalidad del Cantón La Troncal.

Se recomienda:

- Revisar el proyecto en su totalidad antes de ser implementado, en relación a actualizaciones de costos y a obras realizadas durante el periodo comprendido entre la realización del presente proyecto y la ejecución de la obra.
- Verificar los rubros en caso de existir alguna variación, en cuanto a tipo de materiales tanto de tuberías como de cajas de revisión.
- Verificar si, la calzada de hormigón que se asumió existiría a la fecha de la ejecución. Con esto, el rubro de rotura y posterior reposición de pavimento se tendría que considerar en el presupuesto
- Leer y tener en cuenta el manual de operación y mantenimiento que se encuentra en el Capítulo 4 del presente documento, para un mejor desempeño y mayor duración del sistema en sí.
- Hacer mantenimientos preventivos periódicamente con la finalidad de evitar daños o colapso en el sistema, con el fin de optimizar su funcionamiento, y de ser necesario un mantenimiento correctivo se deberá utilizar el equipo idóneo para el mismo, con el fin de proteger el sistema.

BIBLIOGRAFÍA

- Plan de desarrollo y ordenamiento territorial del Cantón La Troncal (PDOT La Troncal); C+C Consulcentro Cia Ltda 2011.
- Plano de Levantamiento Topográfico “Sector Mendieta”, Levantado por Edison Borja O; Digitalizado por Carlos Ordoñez N. Abril 2012.
- Plano de Levantamiento topográfico del perfil longitudinal de la vía, desde La Cdla. Juan Hidalgo hasta la Cdla. Abdala Bucarán, Levantado y digitalizado por Edison Borja O, 2012.
- Manual de Operación y Mantenimiento del sistema de Alcantarillado de Ayangue: MIDUVI
- Plano General del Cantón La Troncal, Washington Pala, EMAPAT 2008.

