

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE CIVIL**

**DISERTACIÓN PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL**

**DISEÑO DEL ALCANTARILLADO SANITARIO Y
TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS DE LA PARROQUIA
DE TOACASO DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE
COTOPAXI**

**AUTOR
DAVID RICARDO RAMOS GÓMEZ**

DIRECTOR: ING. HERNÁN ROMERO

QUITO, 2012

DEDICATORIA

A mi madre, por creer en mi y porque me sacó adelante, dándome ejemplos dignos de superación y entrega, hoy puedo ver alcanzada mi meta, ya que ella siempre estuvo impulsándome en los momentos más difíciles de mi carrera, por el orgullo que siente por mi, fue lo que me hizo ir hasta el final. Va por ti, por lo que vales, porque admiro tu fortaleza y por lo que has hecho de mí.

A mi hermana, tíos, primos, y amigos, gracias por haber fomentado en mí el deseo de superación y el anhelo de triunfo en la vida.

A mi esposa por brindarme su amor

Mil palabras no bastarían para agradecerles su apoyo, su comprensión y sus consejos en los momentos difíciles.

A todos, espero no defraudarlos y contar siempre con su valioso apoyo, sincero e incondicional.

ÍNDICE

CAPITULO 1	2
GENERALIDADES	2
1.1 INTRODUCCIÓN	2
1.2 OBJETIVOS	3
1.2.1 <i>General</i>	3
1.2.2 <i>Específicos</i>	3
1.3 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA ZONA	4
1.4 SITUACIÓN GEOGRÁFICA	5
1.5 SITUACIÓN SOCIOECONÓMICA.....	5
1.5.1 <i>Población</i>	5
1.5.2 <i>Salud</i>	6
1.5.3 <i>Educación</i>	6
1.5.4 <i>Vivienda</i>	7
1.5.5 <i>Infraestructura</i>	7
CAPITULO 2	9
INVESTIGACIONES Y TRABAJOS DE CAMPO	9
2.1 OBJETIVO	9
2.2 HIDROLOGÍA	9
2.3 CLIMATOLOGÍA.....	9
2.4 ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS	10
2.4.1 PLANIMETRÍA DEL ÁREA	10
2.4.2 <i>Altimetría del Área</i>	10
2.5 GEOLOGÍA DEL SECTOR	10

CAPITULO 3	12
DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO	12
3.1 OBJETIVO Y ALCANCE	12
3.2 DISPOSICIONES GENERALES.	12
3.3 <i>Disposiciones Específicas</i>	12
3.4 ANÁLISIS CONCEPTUAL DE LA ALTERNATIVA DE DISEÑO	13
3.5 BASES DE DISEÑO	14
3.5.1 <i>Período de Diseño</i>	14
3.5.2 <i>Población de Diseño</i>	14
3.5.3 <i>Densidad Poblacional</i>	15
3.5.4 <i>Dotación</i>	15
3.5.5 <i>Áreas tributarias</i>	17
3.6 HIDRÁULICA DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO	21
3.6.2 <i>Cálculos Hidráulicos de la Red de Alcantarillado Sanitario</i>	30
3.6.3 <i>Resultados del Cálculo del Sistema de Alcantarillado Sanitario</i>	41
3.6.4 <i>Cálculo de Presión Sobre la Tubería</i>	50
3.7 TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES	52
3.7.1 <i>Generalidades</i>	52
3.7.2 <i>Sistema de Depuración de Aguas Residuales</i>	53
3.7.3 <i>Diseño de Sistema de Tratamiento</i>	53
CAPITULO 4	62
EVALUACION DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES	62
4.1 INTRODUCCIÓN	62
4.2. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS AMBIENTALES.....	63
<i>Aspecto Físico</i>	63
<i>Aspectos Bióticos</i>	65

4.3	NECESIDADES DE EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.....	66
4.4	DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN EN LOS SISTEMAS DE ALCANTARILLADO.....	67
4.4.1	<i>Bases de Diseño.....</i>	67
4.4.2	<i>Metodología de Evaluación.....</i>	67
CAPITULO 5	76
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN Y MATERIALES	76
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA CONSTRUCCIÓN	76
❖	<i>Replanteo y nivelación.....</i>	76
❖	<i>Limpieza y desbroce.....</i>	77
❖	<i>Excavaciones.....</i>	78
•	<i>Relleno y compactación.....</i>	84
•	<i>Acarreo y transporte de materiales.....</i>	88
•	<i>Encofrado y desencofrado.....</i>	90
•	<i>Trabajos finales.....</i>	93
•	<i>Construcción de pozos de revisión.....</i>	93
•	<i>Construcción de conexiones domiciliarias.....</i>	96
•	<i>Construcción de sumideros de calzada.....</i>	97
•	<i>Mantenimiento.....</i>	99
•	<i>Medidas para control de polvo.....</i>	100
•	<i>Medidas para la prevención y control de contaminación del aire.....</i>	101
•	<i>Medidas para la prevención y control de ruidos y vibraciones.....</i>	101
	<i>Medidas en construcción o adecuación de campamento y talleres.....</i>	102
•	<i>Medidas ambientales para el tratamiento de escombreras.....</i>	103
•	<i>Educación y concienciación ambiental.....</i>	104
5.2	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE MATERIALES.....	105
•	<i>Acero de refuerzo.....</i>	105

•	<i>Hormigones</i>	106
•	<i>Juntas de construcción</i>	109
•	<i>Morteros</i>	110
•	<i>Rótulos y señales</i>	111
•	<i>Peldaños</i>	112
•	<i>Suministro e instalación de tubería plástica PVC de alcantarillado</i>	113
•	<i>Suministro e instalación de accesorios de PVC para tubería de alcantarillado</i>	120
•	<i>Tapas y cercos</i>	121
•	<i>Empates</i>	122
CAPITULO 6		124
PRESUPUESTOS Y PROGRAMACIÓN DE LAS OBRAS		124
6.1	124
COMPONENTES DE PRECIOS UNITARIOS.....		124
6.1.1	<i>Costos Directos</i>	124
6.2	COSTOS BÁSICOS DE LOS MATERIALES Y MANO DE OBRA.....	126
6.3	ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS.....	128
6.3.1	<i>Rubros del Sistema de Alcantarillado Sanitario</i>	128
6.3.2	<i>Análisis de Precios Unitarios</i>	130
6.4	PRESUPUESTO DE OBRA.....	153
	<i>Presupuesto del Sistema de Alcantarillado Sanitario</i>	153
6.5	CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN.....	154
CAPÍTULO 7		156
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		156
CONCLUSIONES.....		156
RECOMENDACIONES.....		156

BIBLIOGRAFÍA :	158
ANEXOS	161

GLOSARIO

Aguas residuales	Son las aguas derivadas de residuos domésticos o industriales que son recolectadas y transportadas en un sistema de alcantarillado.
Alcantarillado	Sistema de tuberías y elementos complementarios destinado a la recolección de aguas de lluvia y aguas residuales para ser descargadas en un punto adecuado.
Altimetría	Aplica los métodos y técnicas para la representación del relieve del terreno.
Caudal	Volumen de agua que fluye en una unidad de tiempo determinado.
Colector	Tubería principal que recibe el caudal de laterales y subcolectores.
Cota invertida	Altura con referencia a un determinado punto de la parte inferior de una tubería.
Descarga	Punto de disposición final de las aguas transportadas por un sistema de alcantarillado.
Dotación	Es la cantidad promedio de agua asignada a cada habitante, para satisfacer todos los consumos de los servicios, de un día.

Impacto ambiental	Es la alteración positiva o negativa del ambiente, provocada directa o indirectamente, en forma simple o acumulada, por una obra, infraestructura, proyecto o actividad, en un área determinada, teniendo en cuenta la estructura y función de los ecosistemas presentes e incluyendo factores o condiciones tales como: suelo, aire, agua, minerales, flora, fauna; ruido, vibraciones, emanaciones y otras formas de contaminación; objetos o áreas de valor histórico, arqueológico, estético o paisajístico, y aspectos económicos, sociales, culturales o salud pública.
Orografía	Parte de la geografía física que trata de la descripción de la superficie terrestre.
Período de diseño	Tiempo durante el cual una obra determinada funcionará con eficiencia el servicio para el que fue diseñado.
Planimetría	Parte de la topografía que se ocupa de la representación de la superficie terrestre sobre un plano.
Planta de tratamiento	Estructura en la cual se depura las aguas provenientes de un sistema de alcantarillado.
Subcolector	O colector secundario, es la tubería que recoge las aguas provenientes de las tuberías laterales.

Resumen

El proyecto de alcantarillado sanitario pertenece a la parroquia de Toacaso del cantón Latacunga de la provincia de Cotopaxi.

En el primer capítulo se define la característica geográficas, social y las económicas del sector donde se realizara el proyecto.

En el segundo capítulo se analizara de una forma más amplia por medio de una investigación y trabajos de campo los factores que intervienen para tomarlos en cuenta en la realización del diseño y ejecución del proyecto.

En el tercer capítulo se da a conocer el diseño del alcantarillado, identificando cada parámetro que se ha tomado en cuenta siguiendo las normas establecidas

En el cuarto capítulo se trata de proponer una solución para que el impacto ambiental no sea perjudicial el momento del desarrollo del proyecto, así como también las formas de mitigación en los casos de afectación.

En el capítulo quinto se determinan las especificaciones técnicas de construcción y los materiales a ser empleados para la elaboración del proyecto.

El sexto capítulo desarrolla el análisis presupuestario y operacional de la obra.

Por último, en el séptimo capítulo se enumeran las conclusiones y recomendaciones fruto de este trabajo.

CAPITULO 1

Generalidades.

1.1 Introducción

Con el acontecer de la historia, la humanidad se ha visto en la necesidad de crear conciencia acerca del uso de los recursos del planeta, para ello la utilización de métodos y sistemas adecuados para la evacuación de desechos provenientes de las viviendas, comercios e industrias juegan un papel muy importante.

La eliminación de las aguas servidas provenientes de la vida doméstica ha sido uno de los problemas que presentan más preocupación al hombre y por ende a las agrupaciones humanas. Para la evacuación de las aguas servidas o residuales se hace uso de drenajes sanitarios, tal es el caso de estudio del presente trabajo.

En tal sentido, se define un drenaje como un ducto cerrado para transportar un líquido por debajo de la superficie del suelo, sin obstaculizar el paso de calles, carreteras, ferrocarriles, edificaciones y todo lo que tenga relación con una población o ciudad. La pendiente de un drenaje y sus condiciones de entrada y salida se suelen determinar por la topografía del sitio. Debido a las muchas combinaciones que se obtienen al variar las condiciones de entrada, condiciones de salida y pendiente, no existe un modelo típico a seguir, y se debe diseñar cada sistema de drenaje particularmente único para cada región.

La Municipalidad del Cantón Latacunga, viene desarrollando proyectos para dotar de servicios básicos en diferentes comunidades del Cantón, por lo que se ha considerado necesario dotar de alcantarillado a estas comunidades que en forma permanente

vienen solicitando la ejecución de las obras en mención, dentro de estas comunidades se encuentra la población de Toacaso para la cual se realizó el presente estudio.

Fue necesario recopilar información del sitio que permita conceptualizar el proyecto en una primera fase, y en una segunda fase se obtuvo información del Ilustre Municipio del Cantón Latacunga.

1.2 Objetivos

1.2.1 General

El objetivo del presente estudio es realizar el diseño del sistema de alcantarillado Sanitario, que cumpla con los requisitos de salubridad para los presentes y futuros habitantes de la población de Toacaso del Cantón Latacunga-Provincia del Cotopaxi.

1.2.2 Específicos

- Contribuir a mejorar las condiciones de vida de los habitantes de la población de Toacaso del Cantón Latacunga-Provincia del Cotopaxi.
- Evitar que se sigan contaminando los recursos hídricos del Ecuador.

1.3 Descripción General de la Zona



La parroquia Toacaso¹, es una zona de interesantes contrastes e historias de luchas que libraron los de Planchaloma con los hacendados vecinos, pero que dio origen a una de las organizaciones más prestigiosas como es la UNOCANC (Unión de Organizaciones Campesinas del Norte de Cotopaxi). De la misma forma en la parte del bajío los barrios son organizaciones que están en permanente gestión de mejoras para sus habitantes, especialmente en lo que tiene que ver a Agua para consumo humano y para riego; muchos lo tienen pero una gran mayoría no.

La topografía del sector donde se asienta la población de Toacaso es del tipo montañoso e irregular; los suelos conservan una pendiente de poco a pronunciadas en sectores definidos algunos con pendientes que pasan del 12%. Sus suelos son en la mayoría arcillosa y arenosa, buena para la agricultura.

¹ SIISE, Versión 4, Indicadores de la Parroquia Toacaso

1.4 Situación Geográfica

La parroquia Toacaso se encuentra ubicada al Norte del Cantón Latacunga, en las faldas mismas de los Ilinizas, por ello dispone de fuentes de agua que por el momento está sirviendo para los barrios.

Geográficamente se encuentra ubicada en las siguientes coordenadas:

Latitud: 0° -45' 0 N

Longitud: 78° 40' 60 W

Se ubica entre los 3.000 (Cuicuno Chico y riveras del Río Pumacunchi y 4.000 msnm (inicio de la parte seca y hielo de los Ilinizas).

Los límites son:

Al Norte: Con el cantón Sigchos

Al Sur: Con la parroquia Canchagua del cantón Saquisilí

Al Este: Con el barrio Chilca Pamba Sur de la parroquia Tanicuchí

Al Oeste: Con la comunidad Chilla San Antonio del mismo Saquisilí

1.5 Situación Socioeconómica

1.5.1 Población

De los datos recolectados del último censo de población y vivienda según el INEC. Se estableció que en toda la parroquia existe un total es de 6.970 habitantes; de la población total, 3.388 son mujeres, 3.582 hombres. Que viven en 1433 viviendas de diversos tipos en el área de 92 hectáreas. En la parte urbana donde se va a colocar el alcantarillado sanitario se estima una población de 4500 personas, esta cantidad de personas se lo toma como dato recopilado en el sitio.

El componente poblacional de esta zona es fundamentalmente indígena, la mayoría de pobladores entienden el idioma quichua, aunque los jóvenes no lo hablan.

Ha crecido en el último período intercensal 2001-2010, a un ritmo del 1,8 %

1.5.2 Salud

La salud en la parroquia es atendida por un sub centro de salud, donde atienden 3 personas incluido el médico, está localizado en el centro de la parroquia.

También hay la creencia en la medicina andina, por ello regularmente acuden con dolencias primero a donde los curanderos de la localidad o van a otros cantones vecinos.

Para aliviar la desnutrición y los bajos rendimientos escolares los establecimientos escolares gestionan el desayuno escolar y lo tienen al alcance, cuando empieza a escasear llevan algunos víveres de los hogares de cada niño.

1.5.3 Educación

Según el SIISE versión 6.0, en Toacaso, existe en la población un 24.71 % de analfabetismo (15 años a más); en hombres es de 15.88% mientras en mujeres es de 32.79%. Del mismo modo el analfabetismo funcional general es de 37.37%, es decir aquellas personas que sabiendo leer no entienden lo que leen o sabiendo escribir no dan a entender lo que escriben o que no maneja las matemáticas básicas.

La escolaridad es de 3.91 años de estudio, mientras que solamente el 37.44 % tiene primaria completa (12 años a más), solamente el 3.42% de la población de 18 años a más han accedido a la secundaria completa, muchos de los cuales en la actualidad no continúan los estudios superiores sino que son jornaleros de las plantaciones de flores, bloqueras y algunos jóvenes mujeres y hombres han salido al exterior, muchos de ellos dejando a sus niños al cuidado de los padres.

Han accedido a la instrucción superior solamente el 2.5% de la población de 24 años a más, siendo similar tanto en hombres como en mujeres 2.5% y en mujeres apenas el 2.6%.

Existen 19 escuelas hispanas y dos bilingües (Kichwa – castellano), también existen 2 colegios, el Nacional Toacaso y el bilingüe Chaquiñan.

1.5.4 Vivienda

En Toacaso existen 1.433 viviendas de la población, correspondiendo el porcentaje de hacinamiento en las viviendas es del 47%, es decir cuartos donde duermen adultos, jóvenes o niños, así mismo en el 68 % de hogares aún se usan leña para cocinar los alimentos, e allí la importancia de seguir definiendo estrategias para que más árboles o arbustos se siembren, esto tendrá más impacto por cuanto siempre están amenazando con quitar el subsidio al gas de uso doméstico.

El Servicio eléctrico está presente solamente en el 85% de viviendas, esto quiere decir que aún hay hogares que alumbran en la noche con mecheros lámparas a gasolina y en el mejor de los casos con velas.

1.5.5 Infraestructura

En la parroquia, gracias a la gestión de las autoridades del Concejo Provincial y de las locales, se ha conseguido que se coloque la capa asfáltica en una longitud de 6 kilómetros, en la vía Toacaso – Sigchos y se tiene previsto concluir en los próximos meses.

Se tiene un camal donde se faenan a por lo menos 7 reses por semana y sirve para proveer de carne a la población y algunas piezas son acopiadas por una comerciante que lleva a Quito.

Se tiene también una plaza mercado, donde se encuentran víveres, papas, frutas tropicales, huevos, ropa, pan, chochos, carne y también unos dos puestos donde ofrecen hortalizas orgánicas.

Existe una oficina de Andinanet, una cabina de Claro y otra de Movistar.

El parque se remodeló recientemente gracias al apoyo del Municipio de Latacunga.

Se Tiene una iglesia de construcción antigua, donde se celebran misas los sábados a partir de las 5 pm.

En el Centro existe también un colegio, una academia de corte y confección, una escuela mixta y una escuela de niñas.

También hay un subcentro de salud, la casa parroquial donde funciona la oficina de la junta Parroquial, la Tenencia Política, el Registro Civil.

Se tiene a la vista la oficina de Transportes Ilinizas, cuyos buses ofrecen el servicio de transporte a Latacunga en turnos de cada media hora, también hay dos Cooperativas de Camionetas que dan servicio a los barrios y comunidades en calidad de fletes, lo cual cuesta 2 dólares la más cercana y 8 dólares a las comunidades de la zona alta.

Siempre gestionan la maquinaria del Consejo Provincial o del Municipio para que arreglen los caminos vecinales.

Tanto de la parte alta como de la baja, acuden al cementerio del centro parroquial, aunque ya tienen un cementerio pequeño en una de las comunidades.

Como se dio antes hay 14 sistemas de riego que funcionan a gravedad y unos pocos por aspersión.

CAPITULO 2

INVESTIGACIONES Y TRABAJOS DE CAMPO

2.1 Objetivo

El presente capítulo explica las actividades de investigación realizadas en el campo para obtener la información necesaria para el estudio

2.2 Hidrología

Por la altitud y la formación vegetal y en función de datos de zonas agroecológicamente similares estas zonas reciben de 500 a 1.500 mm de precipitación por año, distribuido en los meses de septiembre de noviembre y de enero a mayo. El Cantón Toacaso está atravesado por el Río Blanco, que alcanza un caudal de 200l/s en los meses de invierno cuando las lluvias son abundantes en el sector, en época de estiaje este se seca.

2.3 Climatología

Esta población posee un clima frío por las corrientes de aire que llegan desde el Cotopaxi su temperatura media en la zona es de 14° c, aunque existen temperaturas extremas en ciertas mañanas de los meses de noviembre, diciembre, febrero y agosto.

2.4 Estudios Topográficos

Los trabajos de topografía se realizan con el fin de localizar peculiaridades naturales y artificiales del terreno, con el objeto de elaborar mapas o planos, indicándose por medio de símbolos convencionales toda clase de construcciones civiles, relieve, cursos de agua, vegetación y otros detalles topográficos existentes en la superficie levantada.

2.4.1 Planimetría del Área

Para el diseño del sistema de alcantarillado es muy importante poseer todos los datos de los estudios topográficos de la zona a servir. El cantón Toacaso esta lotizado en su mayoría. La población habita principalmente en el centro de la ciudad, donde se va a realizar el diseño del alcantarillado sanitario, existen terrenos alrededor que se utilizan para agricultura y ganadería

2.4.2 Altimetría del Área

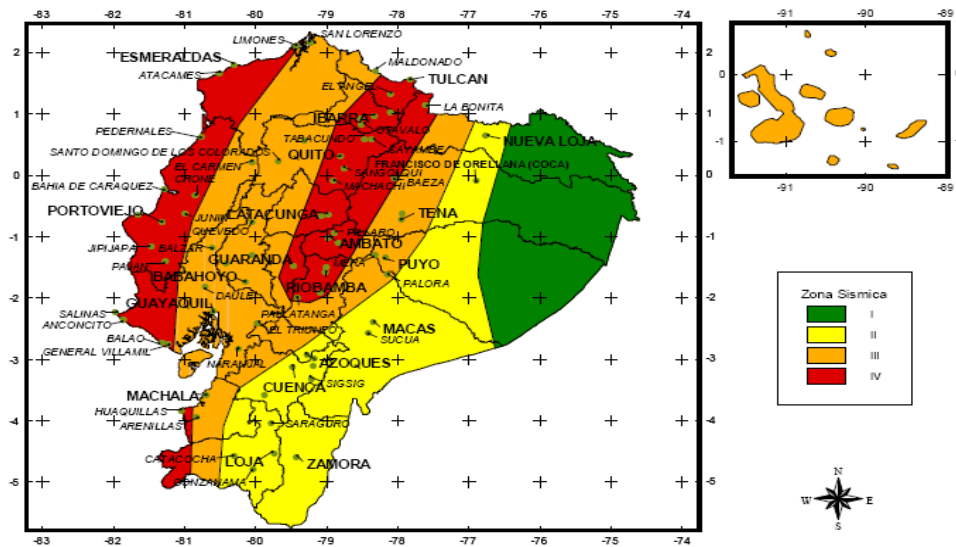
El sector donde se realizo el estudio del proyecto presento una topografía con pendientes del 1% al 12%.

2.5 Geología del sector

Los suelos predominantes son los suelos franco arenosos más o menos profundos con buen contenido de materia orgánica, con una capa arable de 20 cm y con pH neutro. Hay zonas en las que existe mayor afectación por los vientos donde la capa arable ya ha sido erosionada dando lugar a zonas de cangagua.

Con respecto a los riesgos sísmicos, tenemos que Toacazo se encuentra en la zona sísmica III. Su factor de aceleración (valor Z) por estar en esta zona sería de 0.3 g, lo que representa un riesgo sísmico moderado.

Gráfico. Zonas sísmicas del Ecuador2



CAPITULO 3

DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO

3.1 Objetivo y Alcance

Diseñar un sistema de alcantarillado sanitario en la parroquia Toacazo del cantón Latacunga dentro de la zona delimitada adjunta en los anexos (Anexo ii).

En este capítulo se expone los parámetros de diseño y las fórmulas que se utilizaron en el estudio

3.2 Disposiciones Generales.

El sistema de alcantarillado sanitario a ser diseñado cumplirá con la finalidad de recolectar y trasladar las aguas residuales desde la zona delimitada en el proyecto hacia un lugar apropiado donde puede ser depurada el agua evitando causar impactos ambientales negativos.

3.3 Disposiciones Específicas

Para esta obra se tomó como base de diseño las normas INEN que están en vigencia y como guía el manual de criterios básicos de diseño para sistemas de agua potable y alcantarillado desarrollado por el Ing. Guillermo Burbano.

El alcantarillado sanitario es el encargado de transportar las aguas negras domesticas que se recogerán en cada unidad de vivienda, transporta desechos provenientes de baños, lavanderías, cocinas, jardines. El alcantarillado puede incluir agua de infiltración subterránea y aguas lluvias ilícitas, esta agua será conducida hasta su planta de tratamiento y al sitio de depósito final.

Tabla 3.1 Requerimientos Mínimos

Profundidad mínima (a la clave)	1.20m
Profundidad máxima (a la solera)	6m
Velocidad máxima a tubo parcial	9m/s
Velocidad mínima a tubo parcial	0.3m/s
Pendiente máxima	15 %
Distancia máxima entre pozos	100m
Coefficiente de Manning	0.01

3.4 Análisis Conceptual de la Alternativa de Diseño

El objetivo de un alcantarillado sanitario es el de recolectar, transportar y descargar las aguas residuales de un sector, pero lo debe realizar de una manera eficiente y que represente el menor costo financiero. Para evitar aumentos en el costo del proyecto, se debe evitar cortes o excavaciones excesivas y tampoco tener presiones en la tubería, ya que esta debe funcionar por gravedad.

Con el fin de cumplir estos objetivos se estudió la mejor alternativa en la que en lo posible el sistema de tuberías se extienda paralelo a la pendiente natural de las vías del sector.

No se pudo encontrar otra alternativa de diseño más económica y de mejor funcionamiento que no sea el del sistema de alcantarillado sanitario

3.5 Bases de Diseño

3.5.1 Período de Diseño

Es el tiempo para el cual se estima que un sistema va a funcionar satisfactoriamente, sin necesidad de ampliaciones. Para este proyecto se ha seleccionado un periodo de diseño de 20 años por las razones que se detallaran a continuación.

La parroquia de Toacazo es una población que se halla en etapa de crecimiento, por lo que su expansión de ocupación poblacional no está aun definida, por lo que el uso del suelo aun no se encuentra totalmente definido.

Por tratarse de un proyecto nuevo, y de acuerdo a las recomendaciones del MIDUVI, se considero el periodo de diseño del sistema en 20 años

3.5.2 Población de Diseño

La determinación de la población futura es uno de los factores más importante en la recolección de datos para este tipo de proyectos, ya que una estimación mal realizada creara pérdidas económicas a futuro por la necesidad de ampliaciones o mejoras, o significara una inversión exageradamente alta con un sistema utilizado ineficientemente.

Para este caso, considerando la disponibilidad de datos, se eligió el método matemático como el más apropiado. Este método ha tenido gran acogida en nuestro medio por su facilidad de cálculo.

Para el cálculo de la población futura se empleó el método geométrico,

$$Pf = Pa * e^{(kg*At)}$$

Donde:

P_a = Población al año 2010
 P_f = Población futura al año 2030
 K_g = Coeficiente de incremento geométrico
 Δt = periodo de diseño

P actual = 4500 habitantes en el año 2010

$K_g = 1.8\% = 0.018$

$\Delta t = 20$ años

$$P_f = P_a * e^{(k_g * \Delta t)}$$

$$P_f = 4500 * e^{(0.018 * 20)}$$

$$P_f = 6450 \quad hbts$$

$$\mathbf{P_f = 6450 \quad hbts}$$

3.5.3 Densidad Poblacional

Se denomina densidad poblacional a la cantidad de pobladores que habitan un área determinada. A continuación se indica la densidad de población proyectada en la zona del proyecto.

$$Densidad\ futura = \frac{población\ futura}{área\ futura}$$

Densidad futura = 6450 hab/ 56.51 Ha

= 80 hab/Ha

3.5.4 Dotación.

Es la cantidad de agua por habitante y por día, que debe proporcionar un sistema de abastecimiento, para satisfacer las necesidades domesticas, en base a estudios de las condiciones particulares de cada población, considerando:

- Las condiciones climáticas del sitio

- Las dotaciones para riego de jardines
- Otras necesidades, incluyendo aquellas destinadas a la limpieza de sistemas de alcantarillado, etc.

Para esta disertación es necesaria la determinación de la dotación media inicial y la dotación media futura. Para este fin se utilizara la siguiente tabla:

Tabla 3-2. Dotación media³

POBACIÓN FUTURA (hab)	CLIMA	DOTACIÓN MEDIA FUTURA (lt/hab día)
1000-10000	Frío	120-150
	Templado	130-160
	Cálido	170-200
10001-50000	Frío	180-200
	Templado	190-220
	Cálido	200-230
Más de 50000	Frío	>200
	Templado	>220
	Cálido	>230

Observando en la tabla, debido a la población considerada, podemos asumir que la dotación media inicial sería considerada la misma que la dotación media futura y su valor será asumido como 135 litros/hab día.

³ Norma: Código Ecuatoriano de la Construcción.- Parte IX - OBRAS SANITARIAS CO 10,07 - 601.- Numeral 4, 1,4,2 "Tabla V.3 (Pág. 60) 1997

3.5.5 Áreas tributarias

3.5.5.1 Áreas de Aportación Sanitaria.

Con base del levantamiento topográfico del área de diseño del proyecto, se diseñó las áreas de aportación, las cuales permiten calcular, haciendo uso conjuntamente de la densidad poblacional futura, los caudales de aguas negras que correrán en cada tramo de tubería.

3.5.5.2 Área de Diseño

El área en el cual se realizaron los estudios corresponde a la posible extensión habitable de lo que es hoy Toacazo, tomando en cuenta la importancia y la ubicación de esta población con relación a los recursos naturales existentes. Se estimó como área de diseño una extensión de 56.51 Ha

3.5.5.3 Áreas de Aportación

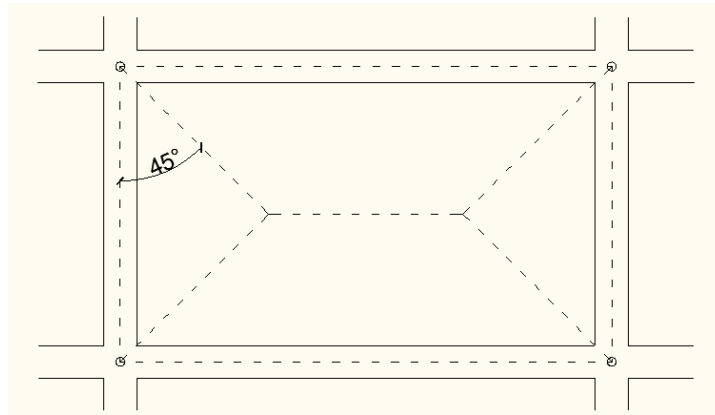
Es el conjunto de superficies provenientes de la división del área del terreno a ser estudiado, dichas divisiones se ejecutan bajo el criterio de distribuir los caudales sanitarios a cada tramo de tubería.

Las áreas de aportación se trazan siguiendo los siguientes criterios: **4**

Los caudales de las áreas tienen que drenarse a gravedad

Si la distribución urbanística presenta manzanas cuadradas o rectangulares, se divide la figura en dos mitades por los lados menores y luego se trazan rectas inclinadas a 45 grados tomando como vértices los pozos de revisión, delimitando así las áreas de drenaje con la forma de triángulos y trapecios.

4 Ing. Guillermo Burbano, Manual de criterios básicos de diseño para sistemas de agua potable y alcantarillado, pg. 114.



Cuando se tiene un amanzanamiento irregular, no es posible aplicar los criterios anteriores, debiendo recurrir a las curvas de nivel para la determinación de las áreas de drenaje.

3.5.6 Caudales de Diseño

Para poder diseñar los diferentes elementos de un sistema de alcantarillado sanitario se debe tomar en cuenta los siguientes caudales:

3.5.6.1 Caudal medio Inicial

Se utiliza generalmente para verificar la capacidad de auto limpieza en la red de alcantarillado. Este caudal se determina con la siguiente expresión:

$$Q_{mi} = \frac{\text{Población Inicial} * \text{Dotación Inicial}}{86400 \text{ s/día}} * \text{Factor A}$$

La población inicial se refiere a la población actual del recinto; dicho valor depende del área de aportación actual de la población. La dotación inicial se refiere a la dotación actual que es de l/hab*día. El factor A es aquella cantidad de agua potable que después de ingresar a los domicilios, regresa al sistema de alcantarillado en forma de aguas servidas, el porcentaje restante de agua es la que generalmente se destina a

riego de jardines, lavado de autos en el exterior de las viviendas, etc. El valor del factor A oscila entre 0,7 y 0,8 para este caso se optó **0,8** por que la población no tiene elementos físicos en los que pueda desperdiciar el agua y lo que utilicen se transportará por tuberías.

3.5.6.2 Caudal Máximo Instantáneo Final

Este caudal se utiliza para el dimensionamiento de la red y las estaciones de bombeo. Se obtiene multiplicando el caudal medio al final del período de diseño por un coeficiente de Mayoración (K) ⁵ que toma en cuenta el aporte simultáneo de aguas servidas desde los aparatos sanitarios. El coeficiente K, Para caudales medios finales, que varíen entre 0,004 m³/s y 5 m³/s es igual a:

$$K = \frac{2,228}{Q^{0,073325}}$$

K=Coeficiente de Mayoración

Q=Caudal medio final en m³/s

Para caudales menores a 0,004 m³/s, el factor K puede ser igual a **4**

3.5.6.3 Caudal Medio Final

Es una referencia para poder dimensionar el sistema de alcantarillado.

$$Q_{mf} = \frac{\text{Población Final} * \text{Dotación Final}}{86400 \text{ s/día}} * \text{Factor A}$$

La población final se refiere a la población futura de la población; dicho valor depende del área de aportación respectiva del tramo de tubería analizado y de la densidad poblacional futura de la población. El valor del factor A es 0,8.

⁵ Criterios Básicos para el Diseño de Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado. Ing. Guillermo Burbano

3.5.6.4. Caudal de Infiltración⁶

En el diseño de los sistemas de alcantarillado sanitario, se debe considerar un caudal de infiltración. Para su determinación se deben tomar en cuenta los siguientes aspectos: permeabilidad del terreno, altura del nivel freático, si es que llega a alcanzar a los colectores; tipo de tubería y juntas empleadas; forma de unión de las conexiones domiciliarias; se ha de considerar además la posibilidad de fisuras y roturas de juntas o de la misma tubería.

Para el cálculo del caudal de infiltración se debe hacer uso de los siguientes valores, según lo que provee el texto de "Criterios básicos de diseño, para sistemas de agua potable y alcantarillado":

Para alcantarillas con juntas con mortero y poblaciones con áreas comprendidas entre 10 y 5000 ha. El valor que se recomienda considerar en el diseño es:

$$Q_{inf} = 67,34 * A^{-0,1425}$$

Q_{inf} = $Q_{m\acute{a}x}$ instantáneo de infiltración (m³/ha/día)

A = área servida por el alcantarillado (ha)

Cuando el área es menor de 10 ha, el caudal de infiltración puede considerarse constante e igual a 48,5 m³/ha*día.

Cuando se utiliza juntas impermeables a la infiltración se deben utilizar los siguientes valores:

Si A esta entre 40,5 y 5000 ha

$$Q_{inf} = 42,51 * A^{-0,3}$$

⁶ Criterios Básicos para el Diseño de Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado. Ing. Guillermo Burbano pg.103-104.

Si A es menor a 40,5 ha

$$Q_{inf} = 14 \text{ m}^3 / \text{ha} * \text{día}$$

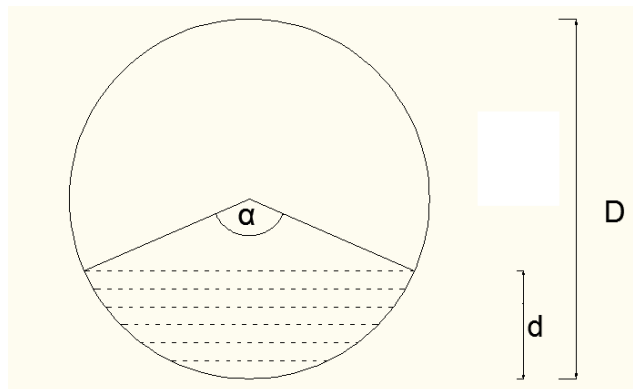
3.5.6.5 Caudal de Aguas Lluvias Ilícitas ⁷

Existe la posibilidad de ingreso de aguas lluvias ilícitas a los alcantarillados sanitarios a través de conexiones prohibidas ubicadas dentro de patios, de jardines, desde las cubiertas e inclusive a través de las tapas de los pozos o cajas de revisión del alcantarillado sanitario.

Su valor es de difícil estimación, aunque se sugiere no disminuir de **80 l/hab/día**.

3.6 Hidráulica del Sistema de Alcantarillado Sanitario

Las alcantarillas se diseñan para funcionar parcialmente llenas, por lo que es necesario estimar la velocidad y el caudal. Las relaciones entre los parámetros hidráulicos de flujo totalmente a parcialmente llena, en alcantarillas circulares, calculadas con la fórmula de Manning, se indican a continuación:



⁷ Ing. Guillermo Burbano, Manual de criterios básicos de diseño para sistemas de agua potable y alcantarillado, pg.104

Ilustración: Elementos hidráulicos sección circular.

Elementos hidráulicos utilizados para alcantarillas circulares a tubo lleno y parcialmente lleno.

$$\alpha \rightarrow \cos \alpha/2 = 1 - 2 \frac{d}{D}$$

Ecuación: Relación altura de agua y diámetro.

$$P = \frac{\pi D \alpha}{360}$$

Ecuación: Perímetro mojado.

$$A = \frac{D^4}{4} \left[\frac{\pi \alpha}{360} - \frac{\sin \alpha}{2} \right]$$

Ecuación: Área mojada.

$$R = \frac{D}{4} \left[1 - \frac{360 \sin \alpha}{2\pi \alpha} \right]$$

Ecuación: Radio hidráulico.

$$Q = V * A$$

3.6.1 Recomendaciones para el Diseño de la Red de Alcantarillado Sanitario

3.6.1.1 Capacidad de Utilizarse

Debido a que las tuberías del alcantarillado trabajan parcialmente llenas, se recomienda considerar los siguientes porcentajes en el diseño:

- Para diámetros menores o iguales a 300 mm, la capacidad debe ser de alrededor del 60% de caudal máximo, para que exista ventilación, como para absorber las variaciones de flujo durante las horas de máxima aportación de aguas servidas.
- Para diámetros mayores a 300 mm, la capacidad debe estar entre un 70% y 80% del caudal máximo. Sin embargo de estas recomendaciones tienden a diseñar un alcantarillado que funcione técnicamente, en la práctica, suele aumentarse el porcentaje de utilización de la tuberías hasta valores próximo a 80%, para así obtener diseños económicos.

3.6.1.2 Transiciones

Es producida por los cambios bruscos de pendientes, variación de secciones y cambios de velocidades o caudales, creando internamente una pérdida de energía, la cual debe ser tomada en cuenta y compensada con la caída en la solera del conducto.

Para lo que se recomienda lo siguiente:

- Cuando una sola tubería llegue al pozo de revisión, debe dejarse una caída de 3 cm entre las cotas de la tubería de llegada y salida.
- Cuando las tuberías lleguen al pozo de revisión deben dejarse 6 cm de caída a partir de la cota de la tubería más baja.

- Cuando tres tuberías lleguen al pozo de revisión, se debe dejar 9cm de caída a partir de la cota de la tubería más baja.

Estas recomendaciones se aplican cuando la tubería más baja de llegada y de salida sea igual, en caso contrario, las caídas se determinan empatando las claves de las tuberías.

3.6.1.3 Velocidades Mínimas y Máximas.

Los colectores de agua residuales deben diseñarse para velocidades mínimas de autolimpieza (para evitar la sedimentación) y que en la práctica se adopta una velocidad de 0.6 m/s considerando el funcionamiento del tubo a sección llena y a tubo parcialmente lleno puede bajar a 0.3m/s.⁸

En vista de que el material de las tuberías es de plástico rígido y los fabricantes de este producto recomiendan una velocidad máxima de 9 m/s según certificado extendido por el INEN, se toma en cuenta esta última velocidad.

3.6.1.4 Pendiente, Localización y Diámetros Mínimos.

3.6.1.4.1 Pendiente⁹

La selección de una pendiente de la tubería es principalmente función de la topografía de la zona, procurando el menor costo en la excavación, esto conduce a tratar de lograr diseños que se adopten en lo posible a la superficie del terreno, manteniendo pendientes similares a las de las vías. Pero en ocasiones, condiciones de velocidad mínima que permitan el arrastre de sedimentos, obligan proponer pendientes mayores

⁸ Ing. Hernán Romero, Cuaderno de apuntes, 2009.

⁹ Ing. Guillermo Burbano, Manual de criterios básicos de diseño para sistemas de agua potable y alcantarillado, pg.122.

a las del terreno; en otras circunstancias pueden resultar inconvenientes, puesto que las altas velocidades producen erosión en los conductos.

Dos son los factores primordiales que priman en la sección de la pendiente de una tubería; la pendiente del terreno por razones de economía en la excavación, y por otra parte, la velocidad de flujo por limitaciones de valores máximos y mínimos.

3.6.1.4. 2 Localización

La red de alcantarillado sanitario se diseñara de manera que todas las tuberías pasen por debajo de las del agua potable debiendo dejarse una altura libre proyectada de 0,3 m cuando ellas sean paralelas y de 0,2 m cuando se crucen.

Siempre que sea posible, las tuberías de la red sanitaria se colocaran en el lado opuesto de la calzada a aquella en el que se ha instalado la tubería de agua potable, o sea, generalmente al sur y al oeste del cruce de los ejes.



En el caso de avenidas cuyo ancho sea mayor a 20 m, o cuando tenga más de dos calzadas, además de la tubería principal que pasara por un costado de la avenida, se diseñara otra auxiliar que irá por el otro costado y se conectara al pozo de revisión de aguas abajo.

Las tuberías se diseñaran a profundidades que sean suficientes para recoger las aguas servidas de las casas más bajas a uno u otro lado de la calzada. Cuando la

tubería deba soportar tránsito vehicular, para su seguridad se considerara un relleno mínimo de 1,20 m de alto sobre la clave del tubo.

3.6.1.4.3 Diámetro mínimo.

El diámetro mínimo que debe usarse en sistemas de alcantarillado es de 200 mm para alcantarillado sanitario.

3.6.1.5 Pozos de Revisión.

Son aquellos elementos que permiten el acceso a las alcantarillas, para su inspección y limpieza. Se proyectarán pozos en las siguientes condiciones:

- En toda intersección de tubería o colector
- En el comienzo de toda tubería o colector
- En todo cambio de diámetro, de dirección o pendiente
- En tramos rectos a distancias no mayores de las indicadas en la tabla a continuación, salvo casos justificados por aspectos técnicos o económicos.

TABLA 3.3 Distancias entre pozos de revisión en función al diámetro de las tuberías o colectores

DISTANCIA MAX (m)	DIAMETRO TUBERIA (mm)
100	<350
150	400-800
200	>800

Las cotas de las plantillas o soleras de las tuberías en los pozos de revisión se registrarán de acuerdo a los siguientes criterios:

- Cuando en un mismo pozo de revisión se encuentren ramales que comiencen en ese sitio, con otros que pasen a través de él, la diferencia mínima de cota de solera entre los que comiencen y la cota del más bajo de los ramales que pasen será igual o mayor al diámetro de este último.
- La cota de la solera de la tubería o colector de salida de los pozos de revisión se determinará en tal forma que la clave de la tubería o colector de entrada, de menor sección y más bajo, coincida con la clave de la tubería o canal de salida.
- Cuando al pozo de revisión concurren varias tuberías con diámetros inferiores a 600 mm, la solera de la tubería de salida estará a una profundidad mayor que la solera de la tubería de llegada más profunda. La diferencia de profundidad entre ambas soleras será igual al número de ramales que llegan al pozo, multiplicado por 3 cm. Si las tuberías son mayores de 600 mm, se hará el cálculo de la línea de energía para determinar la cota de solera de la tubería de salida.

Este procedimiento que se acaba de detallar, se lleva a cabo con el fin de compensar las pérdidas de energía que se producen en los cambios de sección, pendientes, material flotante y arrastre de fondo.

La abertura superior del pozo será como mínimo 0,6 m. el cambio de diámetro desde el cuerpo del pozo hasta la superficie se hará preferiblemente usando un tronco de cono excéntrico, para facilitar el descenso al interior del pozo.

El diámetro del cuerpo del pozo estará en función del diámetro de la máxima tubería conectada al mismo, de acuerdo a la siguiente tabla:

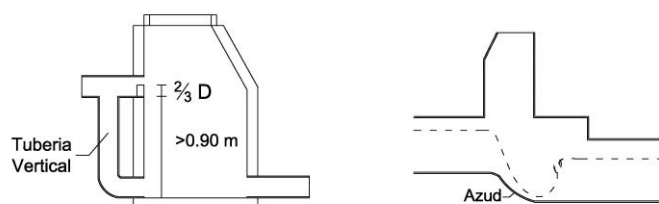
Tabla 3.4 Diámetro de Pozo¹⁰

DIAMETRO DE LA TUBERIA (mm)	DIAMETRO DEL POZO (m)
Menor e igual a 550	0,9
Mayor a 550	Diseño especial

3.6.1.6 Pozos de Salto

Con la única misión de facilitar la entrada de trabajadores al pozo de revisión, se evitará descargar libremente el agua de las tuberías que lleguen al pozo; la altura máxima que debe existir entre el fondo del pozo y la cota del invert de una tubería que llega debe ser de 0.9 m.

El diámetro máximo de este tipo de elemento debe ser de 300 mm. en caso de ser necesario una tubería de mayor diámetro, se deberá diseñar una estructura especial de llegada tipo azud, para facilitar la descarga desde la tubería al fondo del pozo.



¹⁰ Criterios Básicos para el Diseño de Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado. Ing. Guillermo Burbano

3.6.1.7 Cajas de Revisión

La conexión domiciliaria se iniciará con una estructura, denominada caja de revisión o caja domiciliaria, a la cual llegará la conexión intradomiciliarias. El objeto básico de la caja domiciliaria es hacer posibles las acciones de limpieza de la conexión domiciliaria, por lo que en su diseño se tendrá en consideración este propósito. La sección mínima de una caja domiciliaria será de 0,6 x 0,6 m y su profundidad será la necesaria para cada caso.

Las edificaciones existentes en la población de Toacaso, en su mayoría, han sido construidas hasta la línea de fabrica, consecuentemente las cajas de revisión serán ubicadas en el centro de la fachada frontal de cada casa a 1m de distancia. Se ha optado por esta solución por el hecho de no conocer la ubicación dentro de las casas de los baños y las cocinas, entonces al ubicar a las cajas de revisión en el centro de las fachadas se facilitan las conexiones intradomiciliarias de descarga.

3.6.1.8 Conexiones domiciliares

Se complementará la red de alcantarillado con el diseño de conexiones domiciliares conformadas por tuberías de un diámetro mínimo de 0,1 m para sistemas sanitarios y 0,15 para sistemas pluviales. La profundidad no será menor de 0,80 m y se procurará una pendiente mínima de 1%. El empate con la tubería central se hará en un ángulo de 45°.

La conexión de las descargas domiciliares en los colectores se hará mediante una pieza especial que garantice la estanqueidad de la conexión, así como el flujo expedito dentro de la alcantarilla, o a través de ramales laterales. Estos ramales se instalarán en las aceras y receptorán todas las descargas domiciliares que encuentren a su paso: los ramales laterales descargarán en un pozo de revisión del

colector. La conexión de las descargas domiciliarias con ramales laterales se hará a través de las cajas domiciliarias o de piezas especiales que permitan las acciones de mantenimiento. El diámetro mínimo de los ramales laterales será de 150 mm.

3.6.2 Cálculos Hidráulicos de la Red de Alcantarillado Sanitario.

3.6.2.1 Cálculo de la Red de Alcantarillado Sanitario

Primeramente se calculará el caudal sanitario, que posteriormente permitirá calcular todo tipo de dimensionamiento de la red.

Caudal Medio Final:

$$Q_{mf} = \frac{\text{Población Final} * \text{Dotación Final}}{86400 \text{ s/día}} * \text{Factor A}$$

$$Q_{mf} = \frac{6450 \text{ hab} * 135 \text{ l/hab/día}}{86400 \text{ s/día}} * 0.8$$

$$Q_{mf} = 8.06 \text{ l/s}$$

Por motivos de facilidad al ingresar los datos, se calcula el caudal medio final sobre unidades de área.

$$\frac{Q_{mf}}{Ha} = \frac{8.06}{56.51}$$

$$\frac{Q_{mf}}{Ha} = 0.14 \text{ l/(s * Ha)}$$

Caudal Máximo Instantáneo Final:

$$Q_{\max \text{ inst}} = Q_{mf} * K \quad \text{Donde } K=4$$

$$Q_{\max \text{ inst}} = 0.14l/(s*Ha)*4 = 0.57 l/s*Ha$$

$$Q_{\max \text{ inst.}} = 0.57 l/(s * Ha)$$

Caudal de infiltración:

El diseño del sistema de alcantarillado sanitario se realizara con tubería PVC, que garantiza la estanqueidad en la juntas, por lo que no es necesario calcular el caudal de infiltración.

Caudal de Aguas Ilícitas:

Por la falta de datos se asume un aporte de aguas lluvias ilícitas de 80 litros por habitante por día, pero por facilidad se lo transforma a las misma unidades que los otros caudales.

$$Q_{llu.i} = \frac{\text{Población final} \times \text{Aporte}_{llu.i}}{86400 \text{ s/día} \times A}$$

$$Q_{llu.i} = \frac{6450 \times 80}{86400 \times 56.51}$$

$$Q_{llu.i} = 0.11l/(s * Ha)$$

Caudal Sanitario Total:

$$Q_s = Q_{m\acute{a}x.inst.} + Q_{inf} + Q_{llu.i}$$

$$Q_s = 0.57 + 0.00 + 0.11$$

$$Q_s = 0.68 \text{ l/(s*Ha)}$$

Áreas y Caudales de Aporte

Se asumió el sentido del área (izquierda o derecha) basándonos a la convención general que sería tomando en cuenta el sentido del flujo del caudal.

Puntos	Tramos	Longitud	A Izq	A der	A total	Cota
1						3197
	1-2	52,2195	0,1381	0,1526	0,2907	
2						3194
	2-3	52,4421	0,1332	0,0786	0,2118	
3						3193,478
	3-4	99,5189	0,2427	0,1618	0,4045	
4						3193,404
5						3193,461
	5-4	43,2363	0,0974	0,0896	0,187	
4						3193,404
4						3193,404
	4-6	86,9056	0,2206	0,1651	0,3857	
6						3191,85
	6-7	82,8097	0,2493	0,2474	0,4967	
7						3190,543
	7-8	84,7668	0,267	0,2415	0,5085	
8						3188,854
	8-9	75,1473	0,2487	0,2021	0,4508	
9						3186,525
	9-10	100	0,3096	0,2903	0,5999	
10						3183,092
	10-11	97,9315	0,2368	0,2609	0,4977	
11						3180,143
12						3180,725
	12-11	38,6692	0,0609	0,0792	0,1401	

11						3180,143
11						3180,143
11-13	94,8897	0,2473	0,2273	0,4746		
13						3177,495
13-14	93,8946	0,2473	0,2273	0,4746		
14						3174,897
14-15	65,0013	0,1937	0,1444	0,3381		
15						3173,462
15-16	67,8241	0,1658	0,1491	0,3149		
16						3171,806
18						3171,976
18-17	24,1741	0,103	0,0849	0,1879		
17						3171,931
17-16	32,4466	0,0486	0,0487	0,0973		
16						3171,806
16						3171,806
16-19	74,7003	0,1945	0,1743	0,3688		
19						3169,163
19-20	58,5876	0,1758	0,1254	0,3012		
20						3167,758
20-21	72,2296	0,2179	0,1744	0,3923		
21						3165,532
21-22	63,6783	0,1912	0,1899	0,3811		
22						3163,585
22-23	88,9887	0,2736	0,2603	0,5339		
23						3160,864
23-24	62,3568	0,1693	0,109	0,2783		
24						3159,377
25						3158,56
25-24	62,5075	0,1638	0,105	0,2688		
24						3159,377
24						3159,377
24-26	97,0424	0,2069	0,2577	0,4646		
26						3156,166
26-27	84,3028	0,2365	0,1355	0,372		
27						3154,197
27-28	71,7633	0,2519	0,1587	0,4106		
28						3152,341
28-29	100	0,3535	0,245	0,5985		
29						3150,234
29-30	100	0,2999	0,3	0,5999		

30						3148,252
	30-31	100	0,2999	0,3	0,5999	
31						3146,429
	31-32	50	0,15	0,15	0,3	
32						3145,584
	32-127	58,729	0,1141	0,1701	0,2842	
127						3144,762
4						3193,404
	4-33	25,3646	0,0731	0,0715	0,1446	
33						3192,85
	33-34	100	0,2272	0,2691	0,4963	
34						3188,527
	34-35	72,6288	0,2176	0,2185	0,4361	
35						3186,454
	35-36	90,0148	0,271	0,2689	0,5399	
36						3183,31
	36-37	92,8704	0,2827	0,2744	0,5571	
37						3179,974
	37-38	82,0967	0,2029	0,2027	0,4056	
38						3178,195
33						3192,85
	33-40	58,799	0,081	0,1528	0,2338	
40						3192,88
	40-41	70,0109	0,1373	0,1555	0,2928	
41						3191,884
2						3194
	41-2	94,6039	0,1544	0,2898	0,4442	
41						3191,884
	41-42	100	0,2213	0,1499	0,3712	
42						3189,096
	42-43	100	0,2999	0,2998	0,5997	
43						3185,678
	43-44	100	0,2998	0,2997	0,5995	
44						3183,313
	44-45	100	0,2999	0,2999	0,5998	
45						3178,417
	45-46	88,0055	0,2197	0,2275	0,4472	
46						3175,694
	46-48	60	0,137	0,1205	0,2575	
48						3174,181
	48-49	67,5876	0,1998	0,164	0,3638	
49						3172,038
	49-50	66,7953	0,1544	0,1013	0,2557	

50						3170,098
	50-53	96,8329	0,204	0,1983	0,4023	
53						3167,414
	53-58	97,0182	0,2117	0,1972	0,4089	
58						3165,214
	58-61	85,4443	0,1955	0,1694	0,3649	
61						3162,774
	61-62	100	0,3	0,2256	0,5256	
62						3160,743
	62-63	86,1115	0,2213	0,2275	0,4488	
63						3259,601
	63-24	36,5593	0,0683	0,0867	0,155	
24						3159,377
11						3180,143
	11-39	65	0,1591	0,1391	0,2982	
39						3178,638
	39-38	60,2463	0,1815	0,1336	0,3151	
38						3178,195
38						3178,195
	38-47	65,0182	0,151	0,1939	0,3449	
47						3177,041
	47-46	62,146	0,1434	0,1453	0,2887	
46						3175,694
46						3175,694
	46-74	16,8437	0,0247	0,0197	0,0444	
74						3175,899
	74-73	100	0,2795	0,2717	0,5512	
73						3175,499
	73-72	96,4482	0,2443	0,246	0,4903	
72						3173,408
41						3191,884
	41-64	100	0,1248	0,2814	0,4062	
64						3188,947
	64-65	88,1267	0,2406	0,2643	0,5049	
65						3185,055
	65-66	90,8438	0,2662	0,2787	0,5449	
66						3181,915
	66-67	100	0,3	0,1779	0,4779	
67						3178,768
	67-68	21,1421	0,0755	0,0293	0,1048	
68						3178,312

69						3181,739
	68-69	100	0,3	0,1779	0,4779	
68						3178,312
68						3178,312
	68-70	15,6982	0,0232	0,0414	0,0646	
70						3177,695
	70-71	74,6258	0,2075	0,2405	0,448	
71						3172
	71-72	70,6934	0,1654	0,1671	0,3325	
72						3173,408
	72-102	60	0,1355	0,1327	0,2682	
102						3171,384
	102-101	69,2381	0,1609	0,1614	0,3223	
101						3169,89
	101-110	100	0,2555	0,2573	0,5128	
110						3168,771
	110-111	65	0,2243	0,1657	0,39	
111						3167,251
	111-112	100	0,3259	0,2704	0,5963	
112						3163,975
	112-113	83,4728	0,186	0,2815	0,4675	
113						3161,478
	113-116	100	0,178	0,3294	0,5074	
116						3160,37
	116-117	84,5329	0,2312	0,2507	0,4819	
117						3159,623
	117-119	100	0,2139	0,2971	0,511	
119						3158,831
	119-108	100	0,1728	0,2883	0,4611	
108						3158,112
	108-120	55	0,1193	0,1507	0,27	
120						3155,952
	120-121	56,0138	0,125	0,15	0,275	
121						3154,974
	121-123	28,1237	0,0644	0,0679	0,1323	
123						3154,082
	123-124	73,1324	0,2136	0,2205	0,4341	
124						3151,93
	124-125	47,4699	0,1479	0,137	0,2849	
125						3150,177
	125-126	100	0,3055	0,2944	0,5999	
126						3146,589
	126-127	52,6345	0,1359	0,0935	0,2294	
127						3144,762
	127-128	94,8663	0,2584	0,2802	0,5386	

tanque						3143
100						3174,968
101	100-101	100	0,2514	0,2557	0,5071	3169,89
14						3174,897
52	14-52	97,7757	0,2592	0,2042	0,4634	3172,236
52						3172,236
51	52-51	55,8069	0,1675	0,1154	0,2829	3171,368
50	51-50	60	0,1349	0,1363	0,2712	3170,098
16						3171,806
57	57-16	48,0359	0,0913	0,0935	0,1848	3170,538
55	55-57	50	0,112	0,145	0,257	3169,662
55						3169,662
54	54-55	51,7929	0,1118	0,1495	0,2613	3168,499
53	53-54	55	0,1211	0,1216	0,2427	3167,414
20						3167,758
60	20-60	27,8903	0,0407	0,0126	0,0533	3167,015
59	60-59	60	0,179	0,1707	0,3497	3166,417
58	59-58	78,1548	0,2	0,176	0,376	3165,214
52						3172,236
56	52-56	50	0,1097	0,099	0,2087	3170,868
55	56-55	55,0959	0,1262	0,1229	0,2491	3169,662
81						3171,85
82	81-82	67,4338	0,1022	0,1049	0,2071	3168,773

80						3170,924
	80-79	69,7507	0,1081	0,2158	0,3239	
79						3168,215
	79-83	87,5695	0,1793	0,1642	0,3435	
83						3166,199
84						3166,215
	84-85	89,2666	0,1813	0,1762	0,3575	
85						3163,63
	85-86	92,0622	0,1829	0,1887	0,3716	
86						3161,08
	86-87	50	0,106	0,1029	0,2089	
87						3159,791
	87-88	56,6593	0,1231	0,1284	0,2515	
88						3159,051
	88-89	100	0,2544	0,2541	0,5085	
89						3156,756
	89-90	60	0,1776	0,1816	0,3592	
90						3155,707
	90-27	93,3118	0,1627	0,2776	0,4403	
27						3154,197
49						3172,038
	49-81	54,8813	0,1219	0,0823	0,2042	
81						3171,85
	81-80	54,139	0,2057	0,0812	0,2869	
80						3170,924
50						3170,098
	50-82	54,8141	0,0822	0,1167	0,1989	
82						3168,773
	82-79	56,526	0,0847	0,1265	0,2112	
79						3168,215
53						3167,414
	53-84	95,9787	0,2194	0,1965	0,4159	
84						3166,215
	84-83	14,092	0,0224	0,023	0,0454	
83						3166,199
58						3165,214
	58-85	93,3888	0,1913	0,1897	0,381	
85						3163,63
62						3160,743
	62-88	97,9955	0,2019	0,2082	0,4101	

88						3159,051
61	86-61	92,7491	0,1885	0,1906	0,3791	3162,774
86						3161,08
79	79-78	61,1983	0,1494	0,125	0,2744	3168,215
78	78-77	25,1597	0,0281	0,0272	0,0553	3167,16
77	77-76	15,5196	0,0137	0,0148	0,0285	3167,573
76						3167,398
72	72-75	89,2403	0,2244	0,2221	0,4465	3173,408
75	75-76	100	0,2735	0,2541	0,5276	3171,273
76						3167,398
77	77-91	82,5098	0,1616	0,1855	0,3471	3167,573
91						3165,123
76	76-104	100	0,2529	0,2682	0,5211	3167,398
104						3165,284
83	83-91	81,1442	0,1542	0,2023	0,3565	3166,199
91	91-92	21,9441	0,0326	0,0339	0,0665	3165,123
92	92-93	30,5692	0,0818	0,0458	0,1276	3164,662
93	106-93	67,7799	0,159	0,114	0,273	3164,096
106						3162,784
85	85-96	53,5018	0,1128	0,1187	0,2315	3163,63
96	96-95	54,8655	0,1265	0,1138	0,2403	3163,419
95						3162,056
86	97-86	99,8726	0,2133	0,206	0,4193	3161,08

97						3160
88						3159,051
	88-99	90,5111	0,1855	0,2231	0,4086	
99						3157,413
92						3164,662
	92-95	78,5696	0,1526	0,798	0,9506	
95						3162,056
	95-97	98,9068	0,2041	0,2032	0,4073	
97						3160
	97-98	47,1307	0,0942	0,0987	0,1929	
98						3158,545
	98-99	62,812	0,1438	0,143	0,2868	
99						3157,413
93						3164,096
	93-94	76,3334	0,0777	0,1394	0,2171	
94						3161,724
95						3162,056
	95-94	36,1171	0,0541	0,0622	0,1163	
94						3161,724
	94-107	69,1833	0,1165	0,1648	0,2813	
107						3160,661
97						3160
	109-97	55	0,1191	0,1198	0,2389	
109						3158,84
	108-109	53,2576	0,1141	0,116	0,2301	
108						3158,112
99						3157,413
	122-99	61,3402	0,1376	0,1843	0,3219	
122						3156
	121-122	46,6175	0,0977	0,1211	0,2188	
121						3154,974
101						3169,89
	101-103	100	0,2546	0,2572	0,5118	
103						3167,338
	103-104	81,3167	0,2038	0,1952	0,399	
104						3165,284
	104-105	50	0,0985	0,1097	0,2082	
105						3164,195
	105-106	53,1215	0,117	0,1125	0,2295	

106						3162,784
	106-107	77,1679	0,1408	0,1834	0,3242	
107						3160,661
	107-108	93,9327	0,1928	0,1558	0,3486	
108						3158,112
104						3165,284
	115-104	100	0,2493	0,2597	0,509	
115						3163,808
	114-115	100	0,2989	0,2545	0,5534	
114						3162,125
	114-113	50	0,0866	0,0756	0,1622	
113						3161,478
106						3162,784
	118-106	60	0,1341	0,1296	0,2637	
118						3161,108
	117-118	67,5233	0,1836	0,1251	0,3087	
117						3159,623
DESCARGA					56.51 Ha	

3.6.3 Resultados del Cálculo del Sistema de Alcantarillado Sanitario

Se utilizo los datos de la tabla para ingresarlos al programa EMAP-Q, el cual obteniendo los siguientes resultados:

EMAAP-Q												
DESCRIPCION DEL TRAMO			Areas (Ha)		CAUDAL					COTAS		CORTES
TRAMO	POZO	LONGIT	PARC.	ACUM.	DISEÑO	D	J	Vdiseño	Calado	TERRENO	PROYECTO	
	Nº	mts			l/s Qd							
	1									3197,00	3195,60	1,41
1-2		52,22	0,29	0,29	0,138	200	57	0,94	0,000			
	2									3194,00	3192,60	1,41
2-3		52,44	0,21	0,50	0,238	200	10	0,42	0,001			
	3									3193,48	3192,07	1,41
3-4		99,52	0,40	0,91	0,430	200	1	0,17	0,007			
	4									3193,40	3191,99	1,41

	5									3193,46	3192,06	1,41
5-4		43,24	0,19	0,19	0,089	200	1	0,15	0,001			
	4									3193,40	3192,00	1,41
	4			0,91						3193,40	3192,00	1,41
4-6		86,91	0,39	1,29	0,613	200	18	0,61	0,002			
	6									3191,85	3190,45	1,41
6-7		82,81	0,50	1,79	0,848	200	16	0,61	0,003			
	7									3190,54	3189,14	1,41
7-8		84,77	0,51	2,30	1,089	200	20	0,71	0,004			
	8									3188,85	3187,45	1,41
8-9		75,147	0,45	2,75	1,303	200	31	0,88	0,003			
	9									3186,53	3185,12	1,41
9-10		100	0,60	3,35	1,587	200	34	0,95	0,004			
	10									3183,09	3181,69	1,41
10-11		97,932	0,50	3,85	1,823	200	30	0,94	0,005			
	11									3180,14	3178,74	1,41
	12									3180,73	3179,32	1,41
12-11		38,67	0,14	0,14	0,066	200	15	0,48	0,000			
	11									3180,14	3178,74	1,41
	11			3,99						3180,14	3178,74	1,41
11-13		94,89	0,47	4,46	2,115	200	28	0,96	0,006			
	13									3177,50	3176,09	1,41
13-14		93,89	0,47	4,94	2,340	200	28	0,98	0,007			
	14									3174,90	3173,49	1,41
14-15		65,00	0,34	5,27	2,500	200	22	0,93	0,008			
	15									3173,46	3172,06	1,41
15-16		67,82	0,31	5,59	2,649	200	24	0,98	0,008			
	16									3171,81	3170,40	1,41
	18									3171,98	3170,57	1,41
18-17		24,17	0,19	0,19	0,089	200	2	0,18	0,001			
	17									3171,93	3170,53	1,41
17-16		32,45	0,10	0,29	0,135	200	4	0,26	0,001			
	16									3171,81	3170,40	1,41
	16			5,87						3171,81	3170,40	1,41
16-19		74,70	0,37	6,24	2,959	200	35	1,15	0,007			
	19									3169,16	3167,76	1,41
19-20		58,59	0,30	6,54	3,102	200	24	1,03	0,009			
	20									3167,76	3166,35	1,41
20-21		72,23	0,39	6,94	3,288	200	31	1,14	0,009			
	21									3165,53	3164,13	1,41
21-22		63,68	0,38	7,32	3,469	200	31	1,16	0,009			
	22									3163,59	3162,18	1,41
22-23		88,99	0,53	7,85	3,722	200	31	1,19	0,010			
	23			13,80						3160,86	3159,46	1,41
23-24		62,36	0,28	21,93	10,395	200	24	1,59	0,032			
	24									3159,38	3157,97	1,41

	25									3158,56	3157,16	1,41
24-26		144,7	0,27	0,27	0,127	200	17	0,51	0,000			
	24									3156,17	3154,76	1,41
	24			36,18						3159,38	3157,97	1,41
24-26		97,04	0,46	36,64	17,372	200	33	2,06	0,045			
	26			0,27						3156,17	3154,76	1,41
26-27		84,30	0,37	37,29	17,676	200	23	1,80	0,054			
	27			3,67						3154,20	3152,79	1,41
27-28		71,76	0,41	41,36	16,845	200	26	1,85	0,049			
	28									3152,34	3150,94	1,41
28-29		100	0,60	41,96	17,074	200	21	1,71	0,055			
	29									3150,23	3148,83	1,41
29-30		100	0,60	42,56	17,304	200	20	1,67	0,058			
	30									3148,25	3146,85	1,41
30-31		100	0,60	43,16	17,533	200	18	1,62	0,061			
	31									3146,43	3145,02	1,41
31-32		50	0,30	43,46	17,647	200	17	1,57	0,064			
	32									3145,58	3144,18	1,41
32-127		58,73	0,28	43,75	17,756	200	14	1,46	0,070			
	127									3144,76	3143,36	1,41
	4									3193,40	3192,00	1,41
4-33		25,36	0,14	0,14	0,069	200	22	0,58	0,000			
	33									3192,85	3191,45	1,41
33-34		100	0,50	0,64	0,304	200	43	0,84	0,001			
	34									3188,53	3187,12	1,41
34-35		72,63	0,44	1,08	0,511	200	29	0,73	0,001			
	35									3186,45	3185,05	1,41
35-36		90,01	0,54	1,62	0,767	200	35	0,84	0,002			
	36									3183,31	3181,91	1,41
36-37		92,87	0,56	2,17	1,031	200	36	0,89	0,003			
	37									3179,97	3178,57	1,41
37-38		82,10	0,41	3,19	1,514	200	22	0,79	0,005			
	38			0,61						3178,20	3176,79	1,41
	33									3192,99	3191,59	1,41
33-40		58,80	0,23	0,23	0,111	200	2	0,20	0,001			
	40									3192,85	3191,45	1,41
40-41		70,01	0,29	0,53	0,250	200	14	0,49	0,001			
	41									3191,88	3190,48	1,41
	2									3194	3192,60	1,41
2-41		94,60	0,44	0,44	0,211	200	22	0,61	0,001			
	41			0,53						3191,88	3190,48	1,41
41-42		100	0,37	1,34	0,636	200	28	0,74	0,002			
	42									3189,10	3187,69	1,41
42-43		100	0,60	1,94	0,921	200	34	0,85	0,002			
	43									3185,68	3184,27	1,41
43-44		100	0,60	2,54	1,205	200	24	0,78	0,004			
	44									3183,31	3181,91	1,41
44-45		100	0,60	3,14	1,489	200	49	1,08	0,003			

	45			3,83						3178,42	3177,01	1,41
45-46		88,01	0,45	7,41	3,515	200	31	1,17	0,009			
	46									3175,69	3174,29	1,41
46-48		60	0,26	7,67	3,637	200	25	1,11	0,011			
	48									3174,18	3172,78	1,41
48-49		67,59	0,36	8,04	3,810	200	32	1,21	0,010			
	49									3172,04	3170,63	1,41
49-50		66,80	0,26	8,29	3,931	200	29	1,19	0,011			
	50			0,55						3170,10	3168,69	1,41
50-53		96,83	0,40	9,25	4,384	200	28	1,22	0,012			
	53			1,87						3167,41	3166,01	1,41
53-58		97,02	0,41	11,52	5,463	200	23	1,25	0,017			
	58			0,78						3165,21	3163,81	1,41
58-61		85,44	0,36	12,67	6,006	200	29	1,39	0,017			
	61									3162,77	3161,37	1,41
61-62		104,95	0,53	13,19	6,255	200	19	1,25	0,021			
	62									3160,74	3159,34	1,41
62-63		86,11	0,45	13,64	6,467	200	13	1,12	0,026			
	63									3159,60	3158,20	1,41
63-24		36,56	0,16	13,80	6,541	200	6	0,86	0,039			
	24									3159,38	3157,97	1,41

	11									3180,14	3178,74	1,41
11-39		65	0,30	0,30	0,141	200	23	0,60	0,000			
	39									3178,64	3177,23	1,41
39-38		60,25	0,32	0,61	0,291	200	7	0,37	0,002			
	38									3178,20	3176,79	1,41

	38									3180,14	3178,74	1,41
38-47		65,02	0,34	0,34	0,164	200	23	0,61	0,001			
	47									3178,64	3177,23	1,41
47-46		62,15	0,29	0,63	0,300	200	7	0,37	0,002			
	46									3178,20	3176,79	1,41

	46									3175,69	3174,29	1,41
46-74		16,84	0,04	0,04	0,021	200	34	0,71	0,000			
	74									3175,13	3173,72	1,41
74-73		100	0,55	0,60	0,282	200	6	0,35	0,002			
	73									3174,50	3173,09	1,41
73-72		96,45	0,49	1,09	0,515	200	11	0,49	0,002			
	72									3173,41	3172,00	1,41

	41									3191,88	3190,48	1,41
41-64		100	0,41	0,41	0,193	200	29	0,69	0,001			
	64									3188,95	3187,54	1,41
64-65		88,127	0,50	0,91	0,432	200	44	0,87	0,001			
	65									3185,06	3183,65	1,41
65-66		90,844	0,54	1,46	0,690	200	35	0,82	0,002			
	66									3181,92	3180,51	1,41
66-67		100	0,48	1,93	0,917	200	31	0,82	0,002			
	67									3178,77	3177,36	1,41
67-68		21,14	0,10	2,04	0,966	200	22	0,71	0,003			

	68									3178,31	3176,91	1,41
	69									3181,739	3180,33	1,41
69-68	100	0,4779	0,48	0,227	200	34	0,74	0,001		3178,312	3176,91	1,41
	68											
	68		2,52							3178,31	3176,91	1,41
68-70	15,70	0,06	2,58	1,224	200	39	0,95	0,003		3177,70	3176,29	1,41
	70		0,33									
70-71	74,63	0,45	3,36	1,594	200	76	1,31	0,003		3172	3170,60	1,41
	71											
	72									3173,41	3172,00	1,41
72-71	70,69	0,33	0,33	0,158	200	20	0,56	0,001		3172	3170,60	1,41
	71											
	72									3173,41	3172,00	1,41
72-102	60	0,27	0,27	0,127	200	34	0,72	0,000		3171,38	3169,98	1,41
	102											
102-101	69,24	0,32	0,59	0,280	200	22	0,61	0,001		3169,89	3168,49	1,41
	101		3,87									
101-110	100	0,51	4,97	2,357	200	11	0,73	0,010		3168,77	3167,37	1,41
	110											
110-111	65	0,39	5,36	2,542	200	23	0,95	0,008		3167,25	3165,85	1,41
	111											
111-112	100	0,60	5,96	2,825	200	33	1,10	0,007		3163,98	3162,57	1,41
	112											
112-113	83,47	0,47	6,43	3,046	200	30	1,10	0,008		3161,48	3160,07	1,41
	113		1,22									
113-116	100	0,51	8,16	3,867	200	11	0,88	0,017		3160,37	3158,97	1,41
	116											
116-117	84,53	0,48	8,64	4,096	200	9	0,83	0,020		3159,62	3158,22	1,41
	117		0,57									
117-119	100	0,51	9,72	4,609	200	8	0,84	0,024		3158,83	3157,43	1,41
	119											
119-108	100	0,46	10,18	4,828	200	7	0,83	0,027		3158,11	3156,71	1,41
	108		11,04									
108-120	55	0,27	21,50	10,191	200	39	1,87	0,024		3155,95	3154,55	1,41
	120											
120-121	56,01	0,28	21,77	10,322	200	17	1,42	0,037		3154,97	3153,57	1,41
	121		3,68									
121-123	28,12	0,13	25,58	12,128	200	32	1,84	0,032		3154,08	3152,68	1,41
	123											
123-124	73,13	0,43	26,02	12,334	200	29	1,80	0,034		3151,93	3150,53	1,41
	124											
124-125	47,47	0,28	26,30	12,469	200	37	1,96	0,030		3150,18	3148,77	1,41
	125											
125-126	100	0,60	26,90	12,753	200	36	1,95	0,032		3146,59	3145,18	1,41
	126											
126-127	52,63	0,23	27,13	12,862	200	35	1,93	0,032		3144,76	3143,36	1,41
	127		43,75									
127-tanque	94,87	0,54	71,42	28,150	200	4	0,95	0,215				

										3143	3143,00		
													
100-101	100										3174,97	3173,56	1,41
	100	0,51	0,51	0,240	200	51	0,90	0,001					
	101										3169,89	3168,49	1,41
													
14-52	14										3174,90	3173,49	1,41
	97,776	0,46	0,46	0,22	200	27	0,67	0,001					
	52										3172,24	3170,83	1,41
													
52-51	52										3172,236	3170,83	1,41
	55,807	0,2829	0,2829	0,134	200	16	0,50	0,001					
51-50	51										3171,368	3169,96	1,41
	60	0,2712	0,5541	0,263	200	21	0,60	0,001					
	50										3170,098	3168,69	1,41
													
16-57	16,00										3171,81	3170,40	1,41
	65,00	0,18	0,18	0,09	200	19,5	0,55	0,00					
57-55	57,00										3170,54	3169,13	1,41
	60,25	0,26	0,44	0,21	200	14,5	0,49	0,00					
	55,00										3169,66	3168,26	1,41
													
55-54	55,00		1,36								3169,66	3168,26	1,41
	65,00	0,26	1,62	0,77	200	17,9	0,63	0,00					
54-53	54,00										3168,50	3167,09	1,41
	60,25	0,24	1,87	0,89	200	18,0	0,65	0,00					
	53,00										3167,41	3166,01	1,41
													
20-60	20										3167,76	3166,35	1,41
	27,89	0,0533	0,0533	0,025	200	27	0,63	0,000					
60-59	60										3167,02	3165,61	1,41
	60	0,3497	0,4030	0,191	200	10	0,41	0,001					
59-58	59										3166,42	3165,01	1,41
	78,155	0,3760	0,7790	0,369	200	15	0,53	0,001					
	58										3165,21	3163,81	1,41
													
52-56	52		0,46								3172,24	3170,83	1,41
	50	0,21	0,67	0,319	200	27	0,68	0,001					
56-55	56		0,44								3170,87	3169,46	1,41
	55,10	0,25	1,36	0,646	200	22	0,67	0,002					
	55										3169,66	3168,26	1,41
													
81-82	81										3171,85	3170,45	1,41
	67,43	0,21	0,21	0,098	200	46	0,83	0,000					
	82										3168,77	3167,37	1,41
													
80-79	80		0,49								3170,92	3169,52	1,41
	69,75	0,32	0,82	0,386	200	39	0,82	0,001					
	79		0,62								3168,22	3166,81	1,41

79-83		87,57	0,34	1,78	0,842	200	23	0,71	0,003			
	83									3166,20	3164,79	1,41
	84									3166,215	3164,81	1,41
84-85		89,267	0,3575	0,3575	0,169	200	29	0,68	0,000			
	85			0,3810						3163,63	3162,23	1,41
85-86		92,062	0,3716	1,1101	0,526	200	28	0,72	0,001			
	86			0,3791						3161,08	3159,68	1,41
86-87		50	0,2089	1,6981	0,805	200	26	0,74	0,002			
	87									3159,791	3158,39	1,41
87-88		56,659	0,2515	1,9496	0,924	200	13	0,58	0,004			
	88			0,4101						3159,051	3157,65	1,41
88-89		100	0,5085	2,8682	1,360	200	23	0,79	0,004			
	89									3156,756	3155,35	1,41
89-90		60	0,3592	3,2274	1,530	200	17	0,74	0,005			
	90									3155,707	3154,30	1,41
90-27		93,312	0,4403	3,6677	1,739	200	16	0,74	0,006			
	27									3154,197	3152,79	1,41
	49									3172,04	3170,63	1,41
49-81		54,88	0,20	0,20	0,097	200	3	0,24	0,001			
	81									3171,85	3170,45	1,41
81-80		54,14	0,29	0,49	0,233	200	17	0,54	0,001			
	80									3170,92	3169,52	1,41
	50									3170,10	3168,69	1,41
50-82		54,81	0,20	0,20	0,094	200	24	0,61	0,000			
	82			0,21						3168,77	3167,37	1,41
82-79		56,53	0,21	0,62	0,293	200	10	0,43	0,001			
	79									3168,22	3166,81	1,41
	53									3167,41	3166,01	1,41
53-84		65	0,42	0,42	0,197	200	18	0,55	0,001			
	84									3166,22	3164,81	1,41
84-83		60,25	0,05	0,46	0,219	200	0	0,09	0,006			
	83									3166,20	3164,79	1,41
	58									3165,21	3163,81	1,41
58-85		93,39	0,38	0,38	0,181	200	17	0,53	0,001			
	85									3163,63	3162,23	1,41
	62									3160,74	3159,34	1,41
62-88		98,00	0,41	0,41	0,194	200	17	0,53	0,001			
	88									3159,05	3157,65	1,41
	61									3162,77	3161,37	1,41
61-86		92,749	0,38	0,38	0,180	200	18	0,55	0,001			
	86									3161,08	3159,68	1,41
	79									3168,215	3166,81	1,41

79-78		61,20	0,27	0,27	0,130	200	6	0,31	0,001			
	78									3167,86	3166,46	1,41
78-77		25,16	0,06	0,33	0,156	200	11	0,43	0,001			
	77			2,06						3167,57	3166,17	1,41
77-76		15,52	0,03	2,42	1,146	200	11	0,58	0,005			
	76									3167,40	3165,99	1,41
	72			1,09						3173,41	3172,00	1,41
72-75		89,24	0,45	1,53	0,726	200	24	0,71	0,002			
	75									3171,27	3169,87	1,41
75-76		100	0,53	2,06	0,977	200	39	0,91	0,002			
	76									3167,40	3165,99	1,41
	77									3167,57	3166,17	1,41
77-91		82,51	0,35	0,35	0,165	200	30	0,68	0,000			
	91									3165,12	3163,72	1,41
	76			4,4782						3167,40	3165,99	1,41
76-104		100	0,5211	4,9993	2,370	200	21	0,90	0,008			
	104									3165,28	3163,88	1,41
	83			2,24						3166,20	3164,79	1,41
83-91		56,66	0,36	2,59	1,230	200	19	0,72	0,004			
	91			0,35						3165,12	3163,72	1,41
91-92		100	0,07	3,01	1,426	200	5	0,46	0,010			
	92									3164,66	3163,26	1,41
92-93		60	0,13	3,13	1,486	200	9	0,59	0,007			
	93									3164,10	3162,69	1,41
93-106		93,31	0,27	3,41	1,616	200	14	0,69	0,006			
	106									3162,78	3161,38	1,41
	85									3163,63	3162,23	1,41
85-96		53,50	0,23	0,23	0,110	200	4	0,26	0,001			
	96									3163,42	3162,01	1,41
96-95		54,87	0,24	0,47	0,224	200	25	0,64	0,001			
	95									3162,06	3160,65	1,41
	86									3161,08	3159,68	1,41
97-86		99,87	0,42	0,42	0,199	200	11	0,43	0,001			
	97									3160	3158,60	1,41
	88									3159,05	3157,65	1,41
88-99		90,51	0,41	0,41	0,194	200	18	0,55	0,001			
	99									3157,41	3156,01	1,41
	92									3164,66	3163,26	1,41
92-95		78,57	0,95	0,95	0,451	200	33	0,77	0,001			
	95			0,47						3162,06	3160,65	1,41
95-97		98,91	0,41	1,83	0,867	200	21	0,69	0,003			
	97			0,42						3160,00	3158,60	1,41
97-98		47,13	0,19	2,44	1,158	200	31	0,85	0,003			
	98									3158,55	3157,14	1,41
98-99		62,81	0,29	2,73	1,294	200	18	0,71	0,005			

	99									3157,41	3156,01	1,41
	93									3164,10	3162,69	1,41
93-94		76,33	0,22	0,22	0,103	200	31	0,69	0,000			
	94									3161,72	3160,32	1,41
	95									3162,06	3160,65	1,41
95-94		36,12	0,12	0,12	0,055	200	9	0,38	0,000			
	94			0,22						3161,72	3160,32	1,41
94-107		69,18	0,28	0,61	0,291	200	15	0,52	0,001			
	107									3160,66	3159,26	1,41
	97									3160,00	3158,60	1,41
109-97		55,00	0,24	0,24	0,113	200	21	0,57	0,000			
	109									3158,84	3157,44	1,41
108-109		53,26	0,23	0,47	0,222	200	14	0,48	0,001			
	108									3158,11	3156,71	1,41
	99			3,14						3157,41	3156,01	1,41
122-99		61,34	0,32	3,46	1,640	200	23	0,83	0,005			
	122									3156,00	3154,60	1,41
122-121		46,618	0,22	3,68	1,744	200	22	0,83	0,006			
	121									3154,97	3153,57	1,41
	101									3169,89	3168,49	1,41
101-103		100	0,51	0,51	0,243	200	26	0,65	0,001			
	103									3167,34	3165,93	1,41
103-104		81,32	0,40	0,91	0,432	200	25	0,68	0,001			
	104			5,00						3165,28	3163,88	1,41
104-105		50	0,21	6,12	2,901	200	22	0,97	0,009			
	105									3164,20	3162,79	1,41
105-106		53,12	0,23	6,35	3,009	200	27	1,05	0,009			
	106			3,41						3162,78	3161,38	1,41
106-107		77,17	0,32	10,08	4,779	200	28	1,26	0,014			
	107			0,61						3160,66	3159,26	1,41
107-108		93,93	0,35	11,04	5,235	200	27	1,30	0,015			
	108									3158,11	3156,71	1,41
	104									3165,28	3163,88	1,41
115-104		100	0,51	0,51	0,241	200	15	0,50	0,001			
	115									3163,81	3162,40	1,41
114-115		100	0,55	1,06	0,504	200	17	0,58	0,002			
	114									3162,13	3160,72	1,41
114-113		50	0,16	1,22	0,581	200	13	0,53	0,002			
	113									3161,48	3160,07	1,41
	106									3162,78	3161,38	1,41
118-106		60,00	0,26	0,26	0,125	200	28	0,66	0,000			
	118									3161,11	3159,70	1,41
117-118		67,52	0,31	0,57	0,271	200	22	0,61	0,001			
	117									3159,62	3158,22	1,41

3.6.4 Cálculo de Presión Sobre la Tubería

La importancia de evitar un fallo en la tubería, que significaría el fallo en la vía sobre ella, nos lleva a definir y verificar las que las condiciones de los materiales utilizados resistan los esfuerzos a los que se los someta. En este caso las tuberías utilizadas son de PVC cuya carga admisible es aproximadamente 40 T/m² según datos generales de los proveedores.

Según datos de las “Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes” MOP-001-F-2002, el vehículo de mayor peso que puede pasar por encima de la tubería es el camión HS – MOP - 2000 de 25 toneladas dato que será asumido como crítico.

Condición Crítica

En este inciso se analiza la condición en la que el suelo ejerce la mayor presión sobre la tubería debido a su profundidad más la presión generada por los vehículos que circulan sobre la vía.

Para determinar la presión ejercida por el camión crítico se utilizara la formula de distribución puntual de esfuerzo para tener la carga máxima dado por los ejes del camión. La formula a utilizarse es la siguiente:

$$\sigma_z = \frac{3 \times P}{2 \times \pi \times Z^2}$$

Donde,

σ_z : Presión directa a una profundidad Z generada por el camión.

P: Carga puntual.

Z: Profundidad a la que se encuentra la tubería.

El camión HS – MOP – 2000 es un vehículo de 3 ejes, uno frontal y dos traseros, lo que indica que el mayor esfuerzo será generado en la parte posterior equivalente a un cuarenta por ciento del peso total del vehículo. Por esta razón la carga puntual sería la siguiente:

$$P = 0.4 \times \text{Peso crítico}$$

$$P = 0.4 \times 25 T$$

$$P = 10 T$$

La tubería más cercana a la superficie se encuentra a 1.20 m bajo la superficie.

Por lo tanto,

$$\sigma_z = \frac{3 \times 10}{2 \times \pi \times 1.20^2}$$

$$\sigma_z = 3.316 T/m^2$$

La presión ejercida por la capa de suelo sobre la tubería es determinada mediante la siguiente fórmula:

$$\sigma_o = \gamma \times Z$$

Donde,

σ_o : Presión ejercida por el suelo sobre la tubería.

γ : Peso específico predominante del suelo

Para el sector de Toacaso el suelo tiene un peso específico predominante de 1.55 T/m³.

$$\sigma_o = 1.55 \times 1.20$$

$$\sigma_o = 1.86 \text{ T/m}^2$$

$$\sigma_{Total} = \sigma_z + \sigma_o$$

$$\sigma_{Total} = 3.316 + 1.86$$

$$\sigma_{Total} = 5.176 \text{ T/m}^2$$

$$5.176 \text{ T/m}^2 \ll 40 \text{ T/m}^2$$

De acuerdo a este análisis la tubería de PVC resiste satisfactoriamente los esfuerzos de la condicione crítica.

3. 7 TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES

3. 7.1 Generalidades.

El término agua residual define un tipo de agua que está contaminada con sustancias fecales y orina, procedentes de desechos orgánicos humanos o animales. Su importancia es tal que requiere sistemas de canalización, tratamiento y desalojo. Su tratamiento nulo o indebido genera graves problemas de contaminación.

El término tratamiento de aguas es el conjunto de operaciones unitarias de tipo físico, químico o biológico cuya finalidad es la eliminación o reducción de la contaminación o las características no deseables de las aguas, bien sean naturales, de abastecimiento, de proceso o residuales (llamadas, en el caso de las urbanas, aguas negras). La finalidad de estas operaciones es obtener unas aguas con las características adecuadas al uso que se les vaya a dar, por lo que la combinación y naturaleza exacta de los procesos varía en función tanto de las propiedades de las aguas de partida como de su destino final.

3.7.2 Sistema de Depuración de Aguas Residuales

El sistema de depuración de este proyecto comienza con la recolección de las aguas residuales por medio de un sistema de alcantarillado sanitario, el que se encarga de llevarlas a su lugar de tratamiento

3.7.3 Diseño de Sistema de Tratamiento

Para el diseño se debe tomar en cuenta los siguientes factores:

- Características de las Aguas Negras

Las aguas negras o residuales que se van a tratar son las aguas servidas domésticas. El término agua negra es una palabra que combina el desecho de sustancias fecales y orinas. Su importancia es tal que requiere sistemas de canalización, tratamiento y desalojo. Su falta de tratamiento puede generar problemas de contaminación y generar enfermedades en la población.

- Mantenimiento.

Debemos evitar que se requiera de mantenimiento ya que esto genera gastos, el tipo de mantenimiento que se debe dar debe ser lo menos técnico para que los miembros de la comunidad puedan hacerlo.

Por esta razón se decide que el sistema que más se apega a estas condiciones es el tanque séptico.

- ❖ Complejidad

Con el fin de abaratar costos, se elegirán los procesos más simples posibles evitando el uso de maquinaria o artefactos eléctricos, de agentes químicos, y disponer de mano

de obra más económica tanto para la construcción como para el funcionamiento de la planta de tratamiento.

Por esta razón se optara por procesos físicos que serán suficientes para la depuración del efluente del sistema de alcantarillado sanitario

3.7.3.1 Tanque Séptico

Un tanque séptico es aquella fosa que recibe y trata las aguas servidas que provienen de una vivienda o edificación. En esta fosa la parte sólida de las aguas servidas es separada por un proceso de sedimentación.

3.7.3.1.1 Funcionamiento del Tanque Séptico.

La forma de funcionamiento del tanque séptico se conoce como PROCESO SEPTICO, que es la estabilización de la materia orgánica por acción de las bacterias anaeróbicas, convirtiéndola entonces en lodo inofensivo.

3.7.3.1.2 Cálculo y Diseño de los Tanques Sépticos.

Para cubrir la demanda de tratamiento de aguas residuales en el sector de la parroquia de Toacaso, se proyecta la construcción de una planta de tratamiento de aguas negras.

3.7.3.1.3 Diseño de los Tanque Sépticos.

- Se necesita el caudal de diseño final de la red de alcantarillado

En este caso es:

El Caudal de diseño final es de 28.15 l/s

Diseño del Sistema de Tanque Séptico

Datos:

Q_{diseño} =	28.15	(l/s)
Tiempo retención (T) =	2	(horas)
Relación largo (l) =	8	ancho
Profundidad (h) =	3	(m)
Profundidad total (H) =	h + 0.30	(m)

Área del tanque séptico

$$V = Q_{\text{diseño}} * T$$

$$V = 202680 \text{ Lts} = 202.68 \text{ m}^3$$

$$A = \frac{V}{h} = l * a$$

$$A = 67.56 \text{ m}^2$$

$$l = 8 a$$

$$a = 2.906 \text{ m} = 3 \text{ m}$$

$$l = 24 \text{ m}$$

Dimensiones del tanque

$$l = 24 \text{ m}$$

$$a = 3 \text{ m}$$

$$h = 3 \text{ m}$$

$$H = 3.3 \text{ m}$$

$$V = 216 \text{ m}^3$$

$$T = 2.0 \text{ horas}$$

Dimensiones de la cámara de digestión

$$V_1 = (2/3) V = 144 \text{ m}^3$$

$$a = 3 \text{ m}$$

$$l_1 = 16 \text{ m}$$

Dimensiones de cámara de pulimiento

$$V_2 = (1/3) V = 72 \text{ m}^3$$

$$a = 3 \text{ m}$$

$$l_2 = 8 \text{ m}$$

Medidas finales del tanque séptico

$$\text{Ancho del tabique divisor (t)} = 0.15 \text{ m}$$

$$\text{Largo (l)} = 24.15 \text{ m}$$

$$\text{Ancho (a)} = 3 \text{ m}$$

$$\text{Altura (H)} = 3.3 \text{ m}$$

Diseño del Filtro de Arena y Ripio

Datos

$$Q_{\text{diseño}} = 28.15 \text{ l/s} = 1689.0 \text{ l/min}$$

$$V_{\text{mín}} = 80 \text{ l/m}^2/\text{min}$$

$$a = 3 \text{ m}$$

Dimensiones del filtro

$$A = \frac{Q_{\text{diseño}}}{V_{\text{mín}}}$$

$$A = 21.11 \text{ m}^2$$

$$A = a \times b$$

$$b = 7.03 \text{ m} \quad 7.1 \text{ m}$$

Medidas finales del filtro

$$\text{Ancho del filtro (b)} = 7.1 \text{ m}$$

$$\text{Largo del filtro (a)} = 3 \text{ m}$$

- Prever un tiempo de retención de aguas servidas, en el tanque séptico, suficiente para la separación de los sólidos y la estabilización de los líquidos en este caso de escogió 2 horas.
- Se calcula el volumen del Tanque Séptico (V)

$$V=Qs*t$$

- Se estima una altura del espejo de agua "h1" para el diseño de este tanque es de 2 metros.
- Se escoge una relación largo-ancho en este caso 2 a 1

Siendo: L= largo del tanque séptico

a= ancho del tanque séptico

Entonces:

El volumen del tanque séptico es:

$$V=\text{área} * \text{altura}$$

$$V = (a * L) * h1$$

Reemplazando el valor de a tenemos:

$$V = 2a^2 * h1$$

Despejando a tenemos:

$$a = \sqrt{\frac{V}{2 * h1}}$$

Por lo que se puede determinar "a" ya que los valores de "V" y "h1" son datos, y con este el valor de "L"

Se debe tener en cuenta que debe haber un espacio libre sobre el espejo de agua de 30 cm.

Entonces:

- La altura total del tanque séptico es:

$$H_t = h_1 + 0.3$$

- La dimensión del sedimentador es los 2/3 del volumen total del tanque séptico.

$$L_{\text{sed}} = \frac{2}{3} * L$$

De esto:

L_{sed} = Largo de la cámara de sedimentación.

- La dimensión del clarificador es el 1/3 del volumen del tanque séptico

L_{clar} = largo de la cámara de clasificador.

3.7.3.1.4 Inspección de los Tanques Sépticos.

Inspección de lodos:

- Cada periodo de 6 meses, con la ayuda de una vara de tres metros de largo y

forrada 0.9m con un trapo blanco en uno de sus extremos, se mide la profundidad de la capa de lodo en el tanque séptico.

- Abra la primera tapa de registro e introduzca la vara con la punta forrada hacia abajo, hasta tocar el fondo del tanque, déjela allí unos 5 minutos y retírela lentamente.
- Mida la zona manchada sobre el trapo blanco (debe presentar una zona negra) si esta supera los 40 cm el pozo debe limpiarse.

Inspección de natas:

- Usando una vara de 2 metros de largo y una aleta articulada en un extremo(colador) de 15 x 15 cm, se hace la inspección empujando a través de la capa superficial. Hacer una marca en la vara donde está el nivel del borde superior de la nata.
- Luego se baja toda la vara, hasta cerca del fondo, se va subiendo lentamente, la aleta se pone en posición horizontal y se levanta hasta que si resistencia de la nata se sienta. Hacer una segunda marca en la vara. La distancia entre las marcas determina el espesor de la capa.
- si la diferencia entre las dos marcas registradas en la vara es mayor a 7.5cm, será necesaria la limpieza del tanque.

Mantenimiento Completo:

- Antes de limpiar el tanque, se debe dejar ventilar, para eliminar los gases evitando riesgos de explosión o asfixia.

- Se saca la mayoría de los lodos dejando una pequeña capa (el 20% de la capa existente) para garantizar la actividad bacteriana en los pozos.
- Transportar las natas y lodos en canecas tapadas sin agua, evitando cualquier derrame.
- Enterrar estos lodos y natas en un hueco previamente abierto en la tierra, agregando un poco de cal agrícola antes y después de hacer el vaciado de lodos, dejar tapando la excavación.

3.7.3.2 Diseño de Filtro de Arena

- Se calcula el caudal Q que sale de la planta de tratamiento.
- Se estima un tiempo de retención (t_f), para el diseño del filtro que será de 25 minutos.
- Se obtiene el volumen mediante la siguiente expresión :

$$V = Q \times t_f$$

- Se estima una altura de filtro de 1m.
- Para dimensionar el filtro se sigue los siguientes pasos:

Dimensionamiento:

$$V = L * a * h$$

Donde:

L=Largo del filtro

a=Ancho de cada filtro

- Se considera el ancho del filtro igual al ancho del tanque séptico, y en función de esto se obtiene "L"

$$L = \frac{V}{h * a}$$

- Las paredes del filtro deben levantarse 20cm por arriba de la cama de arena para evita que se derrame y que no salpique el efluente fuera del filtro.
- El filtro debe ser rellenado con arena con el fin de obtener una mejor calidad de las aguas servida a ser descargadas.
- se colocara una tubería de descarga en la parte inferior del filtro para desalojar finalmente el agua tratada a los cuerpos receptores.

3.7.3.3 Descarga

La descarga del agua previamente tratada se la va a hacer hacia el Rio Blanco.

CAPITULO 4

EVALUACION DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

4.1 Introducción

La Evaluación de Impacto Ambiental se la puede definir como un procedimiento administrativo que sirve para identificar, prevenir e interpretar los impactos ambientales que producirá un proyecto en su entorno en caso de ser ejecutado, todo ello con el fin de que la administración competente pueda aceptarlo, rechazarlo o modificarlo. Este procedimiento jurídico administrativo se inicia con la presentación de la memoria resumen por parte del promotor, sigue con la realización de consultas previas a personas e instituciones por parte del órgano ambiental, continua con la realización del EsIA (Estudio de Impacto Ambiental) a cargo del promotor y su presentación al órgano sustantivo. Se prolonga en un proceso de participación pública y se concluye con la emisión de la DIA (Declaración de Impacto Ambiental) por parte del Órgano Ambiental.

La parroquia de Toacaso tiene un sistema de agua entubada, pero la evacuación de aguas negras o aguas servidas no está definida, esta es la razón principal para la implementación de un sistema de recolección y tratamiento de las mismas, esto permitirá conservar los recursos naturales sin alterarlos o contaminarlos, ya que estas aguas son el foco de contaminación de suelos y escorrentías superficiales y subterráneas.

4.2. Características Físicas Ambientales

Aspecto Físico

Ubicación.

La parroquia Toacaso se encuentra ubicada al Norte del Cantón Latacunga, en las faldas mismas de lo Ilinizas, por ello dispone de fuentes de agua que por el momento está sirviendo para los barrios y comunidades de la parroquia e inclusive para algunas comunidades y barrios de Saquisilí y de la parte occidental de Latacunga, se ubica entre los 3.000 (Cuicuno Chico y riveras del Río Pumacunchi y 4.000 msnm (inicio de la parte seca y hielo de lo ilinizas).

Por la altitud y la formación vegetal y en función de datos de zonas agroecológicamente similares estas zonas receptan de 500 a 1.500 mm de precipitación por año, distribuido en los meses de septiembre de noviembre y de enero a mayo.



Fig. Ubicación de la Parroquia de Toacaso

Clima

Esta población posee un clima frío por las corrientes de aire que llegan desde el Cotopaxi su temperatura media en la zona es de 14° c, aunque existen temperaturas extremas en ciertas mañanas de los meses de noviembre, diciembre, febrero y agosto.

Hidrología

La hoya central oriental del Patate, en la que se encuentra la provincia del Cotopaxi, limita al Norte, con el nudo de Tiopullo y las montañas de Casaguala al sureste. Existen valles y paramos como los de Sigchos, Mulaló, Pastocalle, que modelan su orografía.

La orografía de la parroquia, es irregular, sin embargo hay basta zonas con poca pendiente, que son regadas por varios canales pertenecientes a varias juntas de regante, de entre ellas la más grande es la Central Toacaso, que tiene adjudicación original, porque hoy ha disminuido, de 208 litros por segundo del Río Blanco, son 376 usuarios divididos en 14 ramales secundarios que cubre 600 hectáreas. En la actualidad se está a medio construir el Sistema de Riego por Aspersión gracias a los apoyos financieros del Consejo Provincial, de la Corporación de Riego de Cotopaxi, de ONG's como SWISSAID y del aporte que hacen regularmente con cuotas de los usuarios, de acuerdo a las resoluciones de las Asambleas de la Junta.

Aire

La contaminación del aire es despreciable o ser considerada como nula, ya que en el sector donde se realiza el estudio del Impacto Ambiental es una zona agrícola y esto no perjudica en mínimo la calidad del aire.

Suelo.

En la parroquia predominan los suelos franco arenoso más o menos profundos, con más de 30% de materia orgánica, pH ligeramente ácido, derivados de materiales piroclásticos (materiales volcánicos como ceniza, piedra pómez y otras, que salieron en las erupciones).

En base de lo indicado, se puede concluir que por su calidad y capacidad, en las zonas no erosionadas, es regularmente apto para la agricultura; pero las heladas y granizadas que a veces se presentan en épocas atípicas más de una vez ha dejado desbastada la zona, perjudicando a la producción normal de los cultivos.

El Ministerio del Ambiente ha definido su manejo como área recreacional por sus componentes que determinan su fertilidad.

Ruido

La parroquia de Toacaso al ser una parroquia rural es un lugar donde no se presenta contaminación sonora perjudicial para las personas que viven aquí, ya que no existe una amplia circulación vehicular ni parques industriales que generan contaminación.

Aspectos Bióticos¹¹

Flora

En el territorio de la Parroquia de Toacaso se encuentra una exuberante vegetación nativa con árboles de la zona como es el Pumamaqui, Quishuar, Yagual, arbustos como el mortiño, el capulí, etc.

¹¹ Plan de Desarrollo Parroquial, SENPLADES, 2006.

Fauna

En las zonas del paramo existe variedad de fauna como: conejos, lobos, zorros, aves de la zona como curianguines, garzas, perdices, etc.

Medio Humano

El componente poblacional de esta zona es fundamentalmente indígena; la mayoría de pobladores entienden el idioma quichua, aunque los jóvenes no lo hablan.

Un conjunto de comunidades, cooperativas y barrios rurales de esta parroquia se congregaron desde 1984 en torno a la *UNION DE ORGANIZACIONES CAMPESINAS DEL NORTE DE COTOPAXI*. UNOCANC-, con dos objetivos: a) obtener la legalización de los títulos de propiedad de sus tierras y, b) ser beneficiarios de los programas de desarrollo rural que se iniciaban en La zona.

4.3 Necesidades de Evaluación de los Impactos Ambientales.

En el estudio de impacto ambiental del proyecto de alcantarillado sanitario de la parroquia de Toacaso, se identificaron y valorizaron los impactos (efectos) potenciales del proyecto, acciones normativas a los componentes físico químicos, bióticos, culturales y socioeconómicos del entorno. Tiene como propósito principal animar a que se tome en consideración el medio ambiente en la planificación y en la toma de decisiones, para que en definitiva, acabe definiendo actuaciones que sean más compatibles con el medio ambiente.

4.4 Determinación y Evaluación en los Sistemas de Alcantarillado

4.4.1 Bases de Diseño.

Para la evaluación de Impactos Ambientales se han tomado las características físico químicas, bióticas, culturales y socioeconómicas del entorno y el estado de conservación de cada uno de los componentes mencionados anteriormente y las actividades y riesgos inherentes al proyecto, que pueden alterar estas características.

4.4.2 Metodología de Evaluación.

Existen diferentes tipos de métodos usados en el proceso de evaluación del impacto ambiental (EIA) de proyectos. Sin embargo, ningún tipo de método por sí solo, puede ser usado para satisfacer la variedad y tipo de actividades que intervienen en un estudio de impacto, por lo tanto, el tema clave es seleccionar apropiadamente los métodos más adecuados que cumplan con las necesidades específicas de cada estudio de impacto.

Los métodos más usados vendrían a ser los más simples y por ende más fáciles de usar, incluyendo analogías, lista de verificación, opiniones de expertos (dictámenes profesionales), cálculos de balances de masa, matrices, etc. aun más los métodos de evaluación de impacto ambiental (EIA) son diferentes en cada país debido a diferencias de su legislación, marco de procedimientos y políticas ambientales.

Las características que necesitamos cumplir con estos métodos comprenden lo siguiente:

- Deben satisfacer las tareas a realizar con la identificación de impactos o la comparación de opciones.
- Ser independientes de los puntos de vista personales del equipo evaluador.

- Deben ser económicos en términos de costos y requerimientos de datos, tiempo de aplicación cantidad y tiempo de personal, equipo e instalaciones.

Cuando elegimos una metodología, tenemos que tener en cuenta algunas características importantes tales como: si cumple con la globalidad del proyecto, si es selectivo, mutuamente excluyente, si considera la incertidumbre, si es objetivo o interactivo.

En la lista de metodologías generales existente, se pueden seleccionar las siguientes:

- ❖ Matriz Causa-Efecto (Matriz de Leopold)
- ❖ Lista de chequeo
- ❖ Cuestionario
- ❖ Métodos gráficos

El método a utilizar en el presente proyecto para evaluar el impacto ambiental será el de Matriz de Leopold, por ser el más difundido y porque además permite una valoración cuantitativa de los impactos; la que posibilita categorizarlos en función de su relevancia.

El primer paso para la utilización de la matriz consiste en la identificación de las interacciones existentes, para lo cual se consideran primero las acciones (columnas) que pueden tener lugar dentro del proyecto en cuestión.

Cada cuadrícula marcada con una diagonal admite dos valores:

Magnitud

Es el valor de impacto a ser provocada, grado, extensión o escala se coloca en la mitad superior izquierda. Hace referencia a la intensidad, a la dimensión del impacto en sí mismo y se le califica del 1 al 10 de menor a mayor, anteponiendo un signo + o - para los efectos positivos o negativos respectivamente.

Importancia

Valor ponderal que da el peso relativo del potencial impacto, se lo coloca en la parte inferior derecha del cuadro. hace referencia a la relevancia del impacto sobre la calidad del medio; y a la extensión o zona territorial afectada, se califica también del 1 al 10 en orden creciente de importancia.

Acciones del proyecto	
Componentes Ambientales	Magnitud (positiva o negativa)
Importancia	

4.4.3 Asignación de Calificaciones para la Magnitud de los Impactos

MAGNITUD		
Calificación	Intensidad	Afectación
1	Baja	Baja
2	Baja	Media
3	Baja	Alta
4	Moderada	Baja
5	Moderada	Media
6	Moderada	Alta
7	Alta	Baja
8	Alta	Media
9	Alta	Alta
10	Muy Alta	Alta

4.4.4 Asignación de Calificaciones para la Importancia de los Impactos

IMPORTANCIA		
Calificación	Duración	Influencia
1	Ocasional	Puntual
2	Temporal	Puntual
3	Permanente	Puntual
4	Ocasional	Local
5	Temporal	Local
6	Permanente	Local
7	Ocasional	Regional
8	Temporal	Regional
9	Permanente	Regional
10	Permanente	Nacional

De acuerdo a estas tablas, se puede asignar con mayor especificación que clase de impacto ambiental es, solo se debe definir las características de intensidad, localización. etc. que presentara los impactos en el medio ambiente.

Se tendrá que realizar una suma algebraica de los valores de calificación de los impactos, definidos por las acciones en las columnas, como por el componente ambiental en las filas, de esta manera se sabrá cual acción es la que causara mas impacto y cual componente va a ser el más afectado.

4.4.5 Factores Ambientales.

Factores ambientales que pueden tener afectaciones por el proyecto

Medio físico (Abiótico)

❖ Componente Tierra

Factor:

- Suelo
- Morfología Original

❖ Componente Hídrico

Factor:

- Agua Superficial

❖ Componente Atmosférico

Factor:

- Aire
- Ruido

❖ Componente Paisajístico (estético)

Factor:

- Paisaje

Medio Biótico

❖ Componente Flora Factor:

- Vegetación nativa
- Fauna Acuática
- Avifauna
- Mamíferos

Medio Socioeconómico y Cultural

❖ Componente Humano

Factor:

- Productivo
- estilo de Vida, Usos y Costumbres
- Calidad de Vida
- Salud

❖ Componente Población

Factor:

- Turismo
- Estructura Ocupacional-Empleo

Matriz de Leopold

FACTORES AMBIENTALES		MATRIZ CAUSA - EFECTO																		MAGNITUD TOTAL	IMPORTANCIA TOTAL
		IMPACTOS EN LA CONSTRUCCION									IMPACTOS EN LA OPERACIÓN										
		LIMPIEZA Y DESBROCE		MOVIMIENTO DE TIERRAS		TRANS. ACARREO Y ACUMULACION DE MATERIALES		EJECUCION DE ESTRUCTURAS(PZ Y CAJAS DE REVISION, TUB. Y PLANTA DE DESALOJO DE ESCOMBROS		TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUALES		DESCARGA		LIMPIEZA DE LOS PZ. CAJAS DE REVISION Y TURBERIAS		LIMPIEZA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO					
		A1	A2	A3	A4		A5		A6		A7		A8		A9						
M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I				
AGUA	DRENAJE DE AGUA	-	-	-3	2	-	-	-2	2	-3	5	-	-	-8	10	-	-	-3	4	-19	23
	ALTERACION DE LA CALIDAD DEL AGUA SUPERFICIAL	-	-	-2	2	-	-	-1	2	-5	8	9	10	-7	10	-	-	-2	5	-8	32
AIRE	CONTAMINACION DEL AIRE	-	-	-6	6	-7	7	-5	6	-6	5	-3	5	-5	6	-5	5	-5	5	-42	45
SUELO	CAMBIO DE LA TOPOGRAFIA	-9	7	-9	9	-	-	-3	2	-6	4	-	-	-3	2	-	-	-	-	-30	24
	CONTAMINACION DEL SUELO	-	-	-3	2	-4	3	-6	5	-7	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-20	17
	EROSION DE SUELOS	-6	7	-8	8	-	-	-4	3	-5	4	-2	1	-5	5	-1	1	-2	2	-33	31
RUIDO	PERDIDA DE CAPACIDAD DE CARGA	-	-	-8	7	-	-	-2	2	-2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-12	11
	CONTAMINACION SONORA	-2	3	-9	9	-7	7	-4	5	-7	6	-2	3	-5	5	-3	3	-3	3	-42	44
VEGETACION Y FAUNA	TALA Y DESBROCE DE VEGETACION	-10	9	-2	1	-	-	-	-	-6	6	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-22	20
	ALTERACION DE ECOSISTEMAS	-5	7	-6	7	-4	4	-4	3	-6	6	-4	4	-5	6	-5	4	-5	4	-44	45
	DESTRUCCION DE HABITATS	-3	2	-3	3	-4	2	-5	5	-6	5	-7	9	-7	7	-4	6	-4	6	-43	44
	AFECTACIONES A LA FAUNA	-2	3	-4	3	-3	3	-2	3	-5	5	-5	5	-4	3	-2	1	-2	1	-29	27
MEDIO HUMANO	ATRACCION O SALIDA DE PERSONAS PROVOCADAS POR EL PROYECTO	-	-	-2	2	-	-	-2	3	-2	1	-2	3	-3	3	-1	1	-1	1	-13	14
	INTERFERENCIA CON EL TRAFICO VEHICULAR Y PERSONAL	-2	2	-4	5	-6	5	-	4	-	-	-	-	-	-	-6	6	-6	5	-28	27
	SALUD PUBLICA	-	-	-5	6	-4	5	-5	6	-5	7	9	10	-3	3	-2	2	-2	2	45	41
	GENERACION DE EMPLEO	7	6	4	5	3	4	7	8	4	3	2	3	2	4	8	8	8	8	45	51
	CALIDAD DE VIDA	-	-	-	-	-	-	6	7	-1	3	7	6	-	-	-	-	-	-	12	16
	TURISMO	-	-	-	-	-	-	4	5	-2	3	6	8	-	-	-	-	-	-	8	16
																		-275	534		

4.4.5.1 Análisis Ambiental del Sistema de Alcantarillado

Gracias al Análisis Ambiental del sistema de alcantarillado podemos formular las acciones necesarias y efectivas, a través de las cuales se logre prevenir, controlar, minimizar y compensar los daños que las diferentes actividades contempladas para las diferentes fases del protector sobre los componentes del ambiente y, brindar la protección necesaria a la población, a las áreas de interés Humano y ecológico en la zona de intervención y por lo mismo sirvan para una adecuada gestión de riesgo

ambiental por parte del ejecutor del proyecto, lo cual implica dar soluciones de tipo ambiental y estructural.

4.4.5.2 Aspectos Ambientales Operacionales y Mantenimiento

Los Aspectos Ambientales Operación y Mantenimiento se pueden definir como los elementos de las actividades, productos o servicios de un proyecto que puede interactuar con el medio ambiente.

- Descarga de aguas tratadas a cuerpos de agua
- Disminución de enfermedades hídricas
- Aumento de la plusvalía de los predios
- Mejoras en la influencia del turismo local
- Eliminación de pozos sépticos de las viviendas

4.4.5.3 Impactos Positivos durante la construcción

En la etapa de construcción del proyecto es donde se observa un menor porcentaje de impactos positivos, la mayoría son negativos, especialmente derivados de la generación de ruidos, polvo, erosión por la remoción de la capa vegetal.

4.4.5.4 Impactos Positivos durante la operación y mantenimiento

Los aspectos ambientales Operación y Mantenimiento se pueden observar que la mayoría de estos son beneficiosos para la población ya que posee un sistema de alcantarillado el cual recoge las aguas servidas las cuales son desembocadas en el Rio Blanco pero ante pasan por una planta de tratamiento, haciendo que esta ya no presente altos niveles de carga orgánica y bacterias fecales, con esto la población disminuye las enfermedades hídricas, mejorando la calidad de vida de los habitantes y también reduciendo la contaminación del medio ambiente.

4.5 Medidas De Mitigación

Medidas de mitigación es la implementación o aplicación de cualquier política, estrategia, obra o acción tendiente a eliminar o minimizar los impactos adversos que puedan presentarse durante las diversas etapas de ejecución del proyecto.

4.5.1 Medidas para Mitigar Impactos Ambientales negativos durante la ejecución

Medidas de mitigación, control y prevención de los impactos ambientales negativos identificados, estimados en el proyecto de la construcción del alcantarillado sanitario son:

Los equipos serán inspeccionados en su funcionamiento antes del ingreso al área para evitar derrames de aceites, lubricantes y otros residuos.

Los trabajadores deberán ser concientizados en su área de trabajo y deberán tener experiencia suficiente en el uso de su equipo. Se recomienda que el personal se le instruya en los siguientes temas:

- Manejo adecuado de desechos.
- Manejo de combustible.
- Uso y manejo de materiales peligrosos.
- Programa de Salud y Seguridad Industrial y Relaciones Comunitarias.

❖ Desbroce y limpieza

Consiste en la limpieza del terreno y el desbroce de la maleza de las zonas necesarias para la construcción.

La limpieza y el desbroce de la maleza y la capa vegetal del área deberá ser lo mínimo posible a fin de evitar la generación de grandes volúmenes de tierra y escombros.

Las actividades de desbroce y limpieza se realizarán a mano mediante el empleo de equipo mecánico, según las necesidades que se presentan en la obra, cuidado de no dañar las áreas o instalaciones aledañas.

El material resultante de esta actividad deberá ser dispuesta en un sitio al interior del terreno para posteriormente sea utilizado en programas de revegetación de áreas afectadas.

Todo el material removido del área deberá ser dispuesto de tal forma que no infiera el curso natural del drenaje de las aguas.

❖ Área de construcción

Todas las instalaciones a construirse deben estar provistas de las seguridades necesarias para evitar cualquier tipo de contingencias, tales como cintas de seguridad, vallas o rótulos informativos, conos de seguridad.

La fabricación de hormigón se realizará basándose en cemento Portland, agregados, seleccionados y calificados. Toda mezcla de hormigón deberá ser ensayada para garantizar la obra.

❖ Almacenamiento de combustibles.

Los cubetos para el almacenamiento de combustibles y lubricantes que se utilizarán temporalmente durante la construcción de la obra, serán hechos de sacos llenos de arcilla y ser revestidos con geomembrana para evitar impactos ambientales en caso de derrames.

CAPITULO 5

Especificaciones Técnicas de Construcción y Materiales

En este capítulo se detallan las especificaciones técnicas de construcción y materiales en base a las especificaciones proporcionadas por el manual “Especificaciones técnicas de construcción y materiales de construcción”, del departamento de Diseño de la Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Quito (EMAAP-Q).

5.1 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA CONSTRUCCIÓN

❖ Replanteo y nivelación

Definición

Replanteo y nivelación es la ubicación de un proyecto en el terreno, en base a los datos que constan en los planos respectivos y/o las órdenes del ingeniero fiscalizador; como paso previo a la construcción.

Especificaciones

Todos los trabajos de replanteo y nivelación deben ser realizados con aparatos de precisión y por personal técnico capacitado y experimentado. Se deberán colocar mojones de hormigón perfectamente identificados con la cota y abscisa correspondiente y su número estará de acuerdo a la magnitud de la obra y necesidad de trabajo y/u órdenes del ingeniero fiscalizador.

En el presente estudio existen referencias claras. En base de los puntos mencionados anteriormente el contratista procederá a replantear la obra a ejecutarse.

Forma de pago

El replanteo se medirá en metros lineales, con aproximación a dos decimales en el caso de zanjas y por metro cuadrado en el caso de estructuras. El pago se realizará en acuerdo con el proyecto y la cantidad real ejecutada medida en el terreno y aprobada por el ingeniero fiscalizador.

❖ Limpieza y desbroce

Definición

Consiste en despejar el terreno necesario para llevar a cabo la obra contratada, de acuerdo con las presentes especificaciones y demás documentos, en las zonas indicadas por el fiscalizador y/o señalados en los planos.

Se procederá a cortar, desenraizar y retirar árboles, incluidas sus raíces, arbustos, hierbas, etc., y cualquier vegetación presente en áreas de construcción, de servidumbre, de mantenimiento; y proceder a la disposición final en forma satisfactoria para el fiscalizador, de todo el material proveniente del desbroce y limpieza.

Especificaciones

Estas operaciones pueden ser efectuadas indistintamente a mano o mediante el empleo de equipos mecánicos.

Todo el material proveniente del desbroce y limpieza deberá colocarse fuera de las zonas destinadas a la construcción, en los sitios donde señale el ingeniero fiscalizador o los planos.

El material aprovechable proveniente del desbroce será propiedad del contratante y deberá ser estibado en los sitios que se indique, no pudiendo ser utilizado por el

constructor sin previo consentimiento de aquél. Todo material no aprovechable deberá ser retirado, tomándose las precauciones necesarias.

Los daños y perjuicios a propiedad ajena producidos por trabajos de desbroce efectuados indebidamente dentro de las zonas de construcción, serán de la responsabilidad del constructor.

Las operaciones de desbroce y limpieza deberán efectuarse invariablemente en forma previa a los trabajos de construcción.

Cuando se presenten en los sitios de las obras árboles que obligatoriamente deben ser retirados para la construcción, éstos deben ser retirados desde sus raíces tomando todas las precauciones del caso para evitar daños en las áreas circundantes. Deben ser medidos y cuantificados para proceder al pago por metro cúbico de desbosque.

Forma de pago

El desbroce y limpieza se medirá tomando como unidad el metro cuadrado con aproximación de dos decimales.

No se estimará para fines de pago el desbroce y limpieza que efectúe el constructor fuera de las áreas que se indiquen en el proyecto a menos que lo disponga el ingeniero fiscalizador de la obra.

❖ **Excavaciones**

Definición

Se entiende por excavaciones en general, el remover y quitar la tierra u otros materiales con el fin de conformar espacios para alojar elementos estructurales, planta de tratamiento, tuberías y colectores, incluyendo las operaciones necesarias para compactar o limpiar el replantillo y los taludes, el retiro del material producto de las

excavaciones y conservar éstas por el tiempo que se requiera hasta culminar satisfactoriamente la actividad planificada.

Especificaciones

La excavación será efectuada de acuerdo con los datos señalados en los planos, en cuanto a alineaciones, pendientes y niveles, excepto cuando se encuentren inconvenientes imprevistos, en cuyo caso, aquellos pueden ser modificados de conformidad con el criterio técnico del ingeniero fiscalizador.

El fondo de la zanja será lo suficientemente ancho para permitir el trabajo de los obreros y para ejecutar un buen relleno. En ningún caso, el ancho interior de la zanja será menor que el diámetro exterior del tubo más 0.50 [m], sin entibados, con entibamiento se considerará un ancho de la zanja no mayor que el diámetro exterior del tubo más 0.80 [m]. La profundidad mínima para zanjas de alcantarillado será 0.75 [m] más el diámetro exterior del tubo más 0.10 [m] al fondo que corresponderán al espacio necesario para conformar la cama de arena de apoyo para la tubería.

En ningún caso se excavará, tan profundo que la tierra de base de los tubos sea aflojada o removida.

Las excavaciones deberán ser afinadas de tal forma que cualquier punto de las paredes no difiera en más de 5 [cm] de la sección del proyecto, cuidándose de que esta desviación no se haga en forma sistemática.

La ejecución de los últimos 10 [cm] de la excavación se deberá efectuar con la menor anticipación posible a la colocación de la tubería o fundición del elemento estructural. Si por exceso de tiempo transcurrido entre la conformación final de la zanja y el tendido de las tuberías, se requiere un nuevo trabajo antes de tender la tubería, éste será por cuenta del constructor.

Se debe vigilar que desde el momento en que se inicie la excavación, hasta que termine el relleno, incluyendo la instalación y prueba de la tubería, no transcurra un

lapso mayor de siete días calendario, salvo en las condiciones especiales que serán absueltas por el ingeniero fiscalizador.

Cuando a juicio del ingeniero fiscalizador, el terreno que constituya el fondo de las zanjas sea poco resistente o inestable, se procederá a realizar sobre excavación hasta encontrar terreno conveniente; este material inaceptable se desalojará, y se procederá a reponer hasta el nivel de diseño, con tierra buena, replantillo de grava, piedra triturada o cualquier otro material que a juicio del ingeniero fiscalizador sea conveniente.

Si los materiales de fundación natural son aflojados y alterados por culpa del constructor, más de lo indicado en los planos, dicho material será removido, reemplazado, compactado, usando un material conveniente aprobado por el ingeniero fiscalizador y a costo del contratista.

Se debe tomar en cuenta que, al momento de realizarse este estudio, las vías de la comuna se encuentran en parte a nivel de subrasante, así como también existen vías que se encuentran planificadas y que al momento son inexistentes.

Todos los planos y mediciones entregados en este trabajo han sido realizados tomando como nivel superior el antes mencionado, por esto, el ingeniero fiscalizador deberá constatar el estado de los sitios de futuras excavaciones y/o rellenos, ya que existe la posibilidad de que sobre los niveles actuales se realicen obras de infraestructura vial que hagan variar los niveles utilizados como base para los cálculos presentados en la memoria técnica y por ende las cantidades de obra.

❖ EXCAVACIÓN A MANO EN TIERRA

Se entenderá por excavación a mano sin clasificar la que se realice en materiales que pueden ser aflojados por los métodos ordinarios, aceptando presencia de fragmentos rocosos cuya dimensión máxima no supere los 5 [cm] y el 40% del volumen excavado.

❖ EXCAVACIÓN A MANO EN CONGLOMERADO Y ROCA

Se entenderá por excavación a mano en conglomerado y roca, el trabajo de remover y desalojar fuera de la zanja los materiales que no pueden ser aflojados por los métodos ordinarios. Se entenderá por conglomerado la mezcla natural formada de un esqueleto mineral de áridos de diferente granulometría y un ligante, dotada de características de resistencia y cohesión, aceptando la presencia de bloques rocosos cuya dimensión se encuentre entre 5 [cm] y 60 [cm].

Se entenderá por roca todo material mineral sólido que se encuentre en estado natural en grandes masas o fragmentos con un volumen mayor de 200 [dm³] y que requieren el uso de explosivos y/o equipo especial para su excavación y desalojo.

Cuando haya que extraer de la zanja fragmentos de rocas o de mamposterías, que en sitio formen parte de macizos que no tengan que ser extraídos totalmente para erigir las estructuras, los pedazos que se excaven dentro de los límites presumidos, serán considerados como roca, aunque su volumen sea menor de 200 [dm³].

Cuando el fondo de la excavación, o plano de fundación tenga roca, se sobre excavará una altura conveniente y se colocará replantillo con material adecuado de conformidad con el criterio del ingeniero fiscalizador.

❖ EXCAVACIÓN CON PRESENCIA DE AGUA (FANGO)

La realización de esta excavación en zanja se ocasiona por la presencia de agua cuyo origen puede ser por diversas causas. Como el agua dificulta el trabajo y disminuye la seguridad de personas y de la obra misma, es necesario tomar las debidas precauciones y protecciones.

Los métodos y formas de eliminar el agua de las excavaciones pueden ser bombeo, drenaje, cunetas y otros.

En los lugares sujetos a inundaciones por aguas lluvias se debe limitar efectuar excavaciones en tiempo lluvioso. Todas las excavaciones deberán estar libres de agua

antes de colocar las tuberías y colectores; bajo ningún concepto se colocarán bajo agua.

Las zanjas se mantendrán secas hasta que las tuberías hayan sido completamente acopladas y en ese estado se conservarán por lo menos seis horas después de colocado el mortero y hormigón.

❖ EXCAVACIÓN A MÁQUINA EN TIERRA

Se entenderá por excavación a máquina de zanjas la que se realice según el proyecto para la fundición de elementos estructurales, alojar la tubería o colectores, incluyendo las operaciones necesarias para compactar, limpiar el replantillo y taludes de las mismas, la remoción del material producto de las excavaciones y conservación de las excavaciones por el tiempo que se requiera hasta una satisfactoria colocación de la tubería.

Excavación a máquina en tierra, comprenderá la remoción de todo tipo de material (sin clasificar) no incluido en las definiciones de roca, conglomerado y fango.

❖ EXCAVACIÓN A MÁQUINA EN CONGLOMERADO Y ROCA

Se entenderá por excavación a máquina en conglomerado y roca, el trabajo de romper y desalojar con máquina fuera de la zanja los materiales mencionados.

Se entenderá por conglomerado la mezcla natural formada de un esqueleto mineral de áridos de diferente granulometría y un ligante, dotada de características de resistencia y cohesión, con la presencia de bloques rocosos cuya dimensión se encuentre entre 5 [cm] y 60 [cm].

Se entenderá por roca todo material mineral sólido que se encuentre en estado natural en grandes masas o fragmentos con un volumen mayor de 200 [dm³] y, que requieren el uso de explosivos y/o equipo especial para su excavación y desalojo.

Cuando haya que extraer de la zanja fragmentos de rocas o de mamposterías, que en sitio formen parte de macizos que no tengan que ser extraídos totalmente para erigir

las estructuras, los pedazos que se excaven dentro de los límites presumidos, serán considerados como roca, aunque su volumen sea menor de 200 [dm³].

Cuando el fondo de la excavación, o plano de fundación tenga roca, se sobre excavará una altura conveniente y se colocará replantillo adecuado de conformidad con el criterio del ingeniero fiscalizador.

❖ EXCAVACIÓN A MÁQUINA CON PRESENCIA DE AGUA (EN FANGO)

La realización de excavación a máquina de zanjas con presencia de agua, puede ocasionarse por la aparición de agua proveniente por diversas causas.

Como el agua dificulta el trabajo y disminuye la seguridad de personas y de la obra misma, es necesario tomar las debidas precauciones y protecciones. Los métodos y formas de eliminar el agua de las excavaciones pueden ser bombeo, drenaje, cunetas y otros.

En los lugares sujetos a inundaciones por aguas lluvias se debe limitar efectuar excavaciones en tiempo lluvioso. Todas las excavaciones deberán estar libres de agua antes de colocar las tuberías y colectores, bajo ningún concepto se colocarán bajo agua.

Las zanjas se mantendrán secas hasta que las tuberías hayan sido completamente acopladas y en ese estado se conservarán por lo menos seis horas después de colocado el mortero y hormigón.

Forma de pago

La excavación sea a mano o a máquina se medirá en metros cúbicos [m³] con aproximación a la décima, determinándose los volúmenes en la obra según el proyecto y las disposiciones del fiscalizador. No se considerarán las excavaciones hechas fuera del proyecto sin la autorización debida, ni la remoción de derrumbes originados por causas imputables al constructor.

El pago se realizará por el volumen realmente excavado. Se tomarán en cuenta las sobre excavaciones cuando éstas sean debidamente aprobadas por el ingeniero fiscalizador.

Los rasanteos de zanjas, conformación y compactación de subrasante, conformación de rasante de vías y la conformación de taludes se medirán en metros cuadrados [m²] con aproximación a la décima.

- **Relleno y compactación**

Definición

Se entiende por relleno el conjunto de operaciones que deben realizarse para cerrar con materiales y técnicas apropiadas las excavaciones que se hayan realizado para alojar tuberías o estructuras auxiliares, hasta el nivel original del terreno o la calzada a nivel de subrasante sin considerar el espesor de la estructura del pavimento si existiera, o hasta los niveles determinados en el proyecto y/o las órdenes del ingeniero fiscalizador. Se incluye además los terraplenes que deben realizarse.

Especificaciones

❖ RELLENO

No se deberá proceder a efectuar ningún relleno de excavaciones sin antes obtener la aprobación del ingeniero fiscalizador, pues en caso contrario, éste podrá ordenar la total extracción del material utilizado en rellenos no aprobados por él, sin que el constructor tenga derecho a ninguna retribución por ello. El ingeniero fiscalizador debe comprobar la pendiente y alineación del tramo. El material y el procedimiento de relleno deben tener la aprobación del ingeniero fiscalizador. El constructor será responsable por cualquier desplazamiento de la tubería u otras estructuras, así como de los daños o inestabilidad de los mismos causados por el inadecuado procedimiento de relleno.

Las estructuras fundidas en sitio no serán cubiertas de relleno hasta que el hormigón haya adquirido la suficiente resistencia para soportar las cargas impuestas. El material de relleno no se dejará caer directamente sobre las tuberías o estructuras. Las operaciones de relleno en cada tramo de zanja serán terminadas sin demora y ninguna parte de los tramos de tubería se dejará parcialmente rellena por un largo período.

La primera parte del relleno, que debe incluir una sección de 0.10 [m] de espesor con el fin de ser utilizada como cama de apoyo para la tubería, se hará invariablemente empleando en ella tierra fina seleccionada, exenta de piedras, ladrillos, tejas y otros materiales duros; los espacios entre la tubería o estructuras y el talud de la zanja deberán rellenarse cuidadosamente con pala y apisonamiento suficiente hasta alcanzar un nivel de 30 [cm] sobre la superficie superior del tubo o estructuras; en caso de trabajos de jardinería, el relleno se hará en su totalidad con el material indicado.

Como norma general, el apisonado hasta los 60 [cm] sobre la tubería o estructura será ejecutado cuidadosamente y con pisón de mano; de allí en adelante se podrán emplear otros elementos mecánicos, como rodillos o compactadores neumáticos. Se debe tener el cuidado de no transitar ni ejecutar trabajos innecesarios sobre la tubería hasta que el relleno tenga un mínimo de 30 [cm] sobre ella o cualquier otra estructura.

Los rellenos que se hagan en zanjas ubicadas en terrenos de fuerte pendiente se terminarán en la capa superficial empleando material que contenga piedras lo suficientemente grandes para evitar el deslave del relleno motivado por el escurrimiento de las aguas pluviales, o cualquier otra protección que el fiscalizador considere conveniente.

En cada caso particular el ingeniero fiscalizador dictará las disposiciones pertinentes.

La construcción de las estructuras de los pozos de revisión requeridos en la calles, incluyendo la instalación de sus cercos y tapas metálicas, deberá realizarse simultáneamente con la terminación del relleno y capa de rodadura para restablecer el servicio del tránsito lo antes posible en cada tramo.

❖ COMPACTACIÓN

El grado de compactación que se debe dar a un relleno, varía de acuerdo a la ubicación de la zanja; así en las calles importantes o en aquellas que van a ser pavimentadas se requiere el 95% del AASHTO T-180; en calles de poca importancia o de tráfico menor y en zonas donde no existen calles ni posibilidad de expansión de la población, se requerirá el 90% de compactación del AASHTO T-180.

Para material cohesivo, esto es, material arcilloso, se usarán compactadores neumáticos, si el ancho de la zanja lo permite, se pueden utilizar rodillos pata de cabra. Cualquiera que sea el equipo, se pondrá especial cuidado para no producir daños en las tuberías.

Con el propósito de obtener una densidad cercana a la máxima, el contenido de humedad del material de relleno debe ser similar al óptimo; con ese objeto, si el material se encuentra demasiado seco se añadirá la cantidad necesaria de agua; en caso contrario, si existiera exceso de humedad es necesario secar el material extendiéndole en capas delgadas para permitir la evaporación del exceso de agua.

En el caso de material no cohesivo se utilizará el método de inundación con agua para obtener el grado deseado de compactación; en este caso se tendrá cuidado de impedir que el agua fluya sobre la parte superior del relleno. El material no cohesivo también puede ser compactado utilizando vibradores mecánicos o chorros de agua a presión.

Una vez que la zanja haya sido rellenada y compactada, el constructor deberá limpiar la calle de todo sobrante de material de relleno o cualquier otra clase de material. Si así no se procediera, el ingeniero fiscalizador podrá ordenar la paralización de todos

los demás trabajos hasta que la mencionada limpieza se haya efectuado y el constructor no podrá hacer reclamos por extensión del tiempo o demora ocasionada.

❖ MATERIAL PARA RELLENO: EXCAVADO, DE PRÉSTAMO

En el relleno se empleará preferentemente el producto de la propia excavación, cuando éste no sea apropiado se seleccionará otro material de préstamo, con el que, previo el visto bueno del ingeniero fiscalizador, se procederá a realizar el relleno.

En ningún caso el material de relleno deberá tener un peso específico en seco menor de 1600 [Kg/m³].

El material seleccionado puede ser cohesivo, pero en todo caso cumplirá con los siguientes requisitos:

- a) No debe contener material orgánico.
- b) En el caso de ser material granular, el tamaño del agregado será menor o a lo más igual que 5 [cm].
- c) Deberá ser aprobado por el ingeniero fiscalizador.

Forma de pago

El relleno y compactación de zanjas que efectúe el constructor le será medido para fines de pago en [m³], con aproximación de dos decimales. Al efecto se medirán los volúmenes efectivamente colocados en las excavaciones.

El material empleado en el relleno de sobre excavación o derrumbes imputables al constructor, no será cuantificado para fines de estimación y pago.

- **Acarreo y transporte de materiales**

Definición

❖ ACARREO

Se entenderá por acarreo de material, producto de excavaciones, la operación de cargar y transportar dicho material hasta los bancos de desperdicio o almacenamiento que se encuentren en la zona de libre colocación, que señale el proyecto y/o el ingeniero fiscalizador.

El acarreo comprenderá también la actividad de movilizar el material producto de las excavaciones, de un sitio a otro, dentro del área de construcción de la obra y a una distancia mayor de 100 [m], medida desde la ubicación original del material, en el caso de que se requiera utilizar dicho material para reposición o relleno. Si el acarreo se realiza en una distancia menor a 100 [m], su costo se deberá incluir en el rubro que ocasione dicho acarreo. El acarreo se podrá realizar con carretillas, al hombro o mediante cualquier otra forma aceptable para su cabal cumplimiento.

Si existiesen zonas en el proyecto a las que no se puede llegar hasta el sitio mismo de construcción de la obra con materiales pétreos y otros, sino que deben ser descargados cerca de ésta debido a que no existen vías de acceso carrozables, el acarreo de estos materiales será considerado dentro del análisis del rubro.

❖ TRANSPORTE

Se entiende por transporte todas las tareas que permiten llevar al sitio de obra todos los materiales necesarios para su ejecución, para los que en los planos y documentos de la obra se indicará cuales son; y el desalojo desde el sitio de obra a los lugares determinados por el fiscalizador, de todos los materiales producto de las excavaciones, que no serán aprovechados en los rellenos y deben ser retirados. Este rubro incluye: carga, transporte y volteo final.

Especificaciones

❖ ACARREO

El acarreo de materiales producto de las excavaciones o determinado por documentos de la obra, autorizados por la fiscalización, se deberá realizar por medio de equipo mecánico adecuado en buenas condiciones, sin ocasionar la interrupción de tráfico de vehículos ni causar molestias a los habitantes. Incluyen las actividades de carga, transporte y volteo.

❖ TRANSPORTE

El transporte del material se realizará previa autorización del fiscalizador y a los sitios dispuestos por fiscalización; este trabajo se ejecutará con los equipos adecuados y de tal forma que no cause molestias a los usuarios de las vías ni a los moradores de los sitios de acopio.

El transporte deberá hacerse a los sitios señalados y por las rutas de recorrido fijadas por el fiscalizador; si el contratista decidiera otra ruta u otro sitio de recepción de los materiales desalojados o transportados, la distancia para el pago será aquella determinada por el fiscalizador.

Forma de pago

❖ ACARREO

Los trabajos de acarreo de material producto de la excavación se medirán para fines de pago en la forma siguiente:

- El acarreo del material producto de la excavación en una distancia dentro de la zona de libre colocación se medirá para fines de pago en metros cúbicos [m³] con dos decimales de aproximación, de acuerdo a los precios estipulados en el contrato, para el concepto de trabajo correspondiente.

- Por zona de libre colocación se entenderá la zona comprendida entre el área de construcción de la obra y 1 (uno) kilómetro alrededor de la misma.

❖ TRANSPORTE

El transporte para el pago será calculado como el producto del volumen realmente transportado, por la distancia desde el centro de gravedad del lugar de las excavaciones hasta el sitio de descarga señalado por el fiscalizador.

Para el cálculo del transporte, el volumen transportado será el realmente excavado, medido en metros cúbicos en el sitio de obra, y la distancia en kilómetros y fracción de kilómetro será la determinada por el fiscalizador en la ruta definida desde la obra al sitio de depósito.

- **Encofrado y desencofrado**

Definición

Se entenderá por encofrados las formas volumétricas, que se confeccionan con piezas de madera, metálicas o de otro material resistente, para que soporten el vaciado del hormigón, con el fin de amoldarlo a la forma prevista.

Desencofrado se refiere a aquellas actividades mediante las cuales se retiran los encofrados de los elementos fundidos, luego de que ha transcurrido un tiempo prudencial y el hormigón vertido ha alcanzado cierta resistencia.

Especificaciones

Los encofrados contruidos de madera pueden ser rectos o curvos, de acuerdo a los requerimientos definidos en los diseños finales; deberán ser lo suficientemente fuertes para resistir la presión resultante del vaciado y vibración del hormigón, estar sujetos rígidamente en su posición correcta y lo suficientemente impermeables para evitar la pérdida de la lechada.

Los encofrados para tabiques o paredes delgadas estarán formados por tableros compuestos de tablas y bastidores o de madera contrachapada de un espesor adecuado al objetivo del encofrado, pero en ningún caso menores de 1 [cm].

Los tirantes y los espaciadores de madera, que formarán el encofrado, por si solos resistirán los esfuerzos hidráulicos del vaciado y vibrado del hormigón. Los apuntalamientos y riostras servirán solamente para mantener a los tableros en su posición, vertical o no, pero en todo caso no resistirán esfuerzos hidráulicos.

Al colar hormigón contra las formas, éstas deberán estar libres de incrustaciones de mortero, lechada u otros materiales extraños que pudieran contaminar el hormigón. Antes de depositar el hormigón, las superficies del encofrado deberán aceitarse con aceite comercial para encofrados, de origen mineral.

Los encofrados metálicos pueden ser rectos o curvos, de acuerdo a los requerimientos definidos en los diseños finales; deberán ser lo suficientemente fuertes para resistir la presión resultante del vaciado y vibración del hormigón, estar sujetos rígidamente en su posición correcta y lo suficientemente impermeables para evitar la pérdida de la lechada. En caso de ser tablero metálico de tol, su espesor no debe ser inferior a 2 [mm].

Las formas se dejarán en su lugar hasta que fiscalización autorice su remoción y se removerán con cuidado para no dañar el hormigón. La remoción se autorizará y efectuará tan pronto como sea factible para evitar demoras en la aplicación del compuesto, para sellar o realizar el curado con agua y permitir lo más pronto posible la reparación de los desperfectos del hormigón.

Con la máxima anticipación posible para cada caso, el constructor dará a conocer a la fiscalización los métodos y material que empleará para construcción de los encofrados. La autorización previa del fiscalizador para el procedimiento del colado no

relevará al constructor de sus responsabilidades en cuanto al acabado final del hormigón dentro de las líneas y niveles ordenados.

Después de que los encofrados para las estructuras de hormigón hayan sido colocados en su posición final, serán inspeccionados por la fiscalización para comprobar que son adecuados en construcción, colocación y resistencia, pudiendo exigir al constructor el cálculo de elementos encofrados que justifiquen esa exigencia.

El uso de vibradores exige el empleo de encofrados más resistentes que cuando se usan métodos de compactación a mano.

Forma de pago

Los encofrados se medirán en metros cuadrados [m²] con aproximación de dos decimales. Al efecto, se medirán directamente en la estructura las superficies de hormigón que fueran cubiertas por las formas al tiempo que estén en contacto con los encofrados empleados. No se medirán para efectos de pago las superficies de encofrado empleadas para confinar hormigón que debió ser vaciado directamente contra la excavación y que debió ser encofrada por causa de sobre excavaciones u otras causa imputables al constructor, ni tampoco los encofrados empleados fuera de las líneas y niveles del proyecto.

La obra falsa de madera para sustentar los encofrados estará incluida en el pago.

El constructor podrá sustituir, al mismo costo, los materiales con los que está constituido el encofrado (otro material más resistente), siempre y cuando se mejore la especificación, previa la aceptación del ingeniero fiscalizador.

- **Trabajos finales**

Definición

El trabajo de limpieza final de obra consiste en la eliminación de basura, escombros y materiales sobrantes de la construcción en toda el área, dentro de los límites de la obra.

Especificaciones

La limpieza final de la obra se llevará a cabo con el equipo adecuado a las condiciones particulares del terreno, lo cual deberá decidirse de común acuerdo con el fiscalizador. No se permitirá la quema de la basura; los restos de materiales y residuos producto de las obras deberán ser dispuestos en sitios aprobados por el Municipio y conforme con la fiscalización.

Forma de pago

La medida será el número de metros cuadrados de limpieza con aproximación de dos decimales. El pago será por la cantidad de metros cuadrados de limpieza ejecutados, al precio establecido en el contrato.

- **Construcción de pozos de revisión**

Definición

Se entenderán por pozos de revisión, las estructuras diseñadas y destinadas para permitir el acceso al interior de las tuberías o colectores de alcantarillado, especialmente para limpieza. Incluye material, transporte e instalación.

Especificaciones

Los pozos de revisión serán construidos en donde señalen los planos y/o el ingeniero fiscalizador durante el transcurso de la instalación de tuberías o construcción de colectores.

Los pozos de revisión se construirán de acuerdo a los planos del proyecto, tanto los de diseño común como los de diseño especial que incluyen a aquellos que van sobre los colectores.

La construcción de la cimentación de los pozos de revisión deberá hacerse previamente a la colocación de la tubería o colector, para evitar que se tenga que excavar bajo los extremos.

Todos los pozos de revisión deberán ser construidos en una fundación adecuada, de acuerdo a la carga que estos producen y de acuerdo a la calidad del terreno soportante.

Se usarán para la construcción los planos de detalle existentes. Cuando la subrasante está formada por material poco resistente, será necesario renovarla y reemplazarla por material granular o con hormigón de espesor suficiente para construir una fundación adecuada en cada pozo.

Los pozos de revisión serán construidos de hormigón simple $f'c = 210$ [Kg/cm²] y de acuerdo a los diseños del proyecto. En la planta de los pozos de revisión se realizarán los canales de media caña correspondientes, debiendo pulirse y acabarse perfectamente de acuerdo con los planos. Los canales se realizarán con uno de los procedimientos siguientes:

- Al hacerse el fundido del hormigón de la base se formarán directamente las "medias cañas", mediante el empleo de cerchas.
- Se colocarán tuberías cortadas a "media caña" al fundir el hormigón, para lo cual se continuarán dentro del pozo los conductos de alcantarillado, colocando después del hormigón de la base, hasta la mitad de los conductos del alcantarillado, cortándose la mitad superior de los tubos después de que se endurezca suficientemente el hormigón. La utilización de este método no implica el pago adicional de longitud de tubería.

Para la construcción, los diferentes materiales se sujetarán a lo especificado en los numerales correspondientes de estas especificaciones y deberá incluir en el costo de este rubro los siguientes materiales: hierro, cemento, agregados, agua, encofrado del pozo, cerco y tapa de hierro fundido. Se deberá dar un acabado liso a la pared interior del pozo, en especial al área inferior ubicada hasta un metro del fondo.

Para el acceso por el pozo se dispondrá de estribos o peldaños formados con varillas de hierro de 16 [mm] de diámetro, con recorte de aleta en las extremidades para empotrarse, en una longitud de 20 [cm] y colocados a 40 [cm] de espaciamiento; los peldaños irán debidamente empotrados y asegurados formando un saliente de 15 [cm] por 30 [cm] de ancho, deberán ser pintados con dos manos de pintura anticorrosiva y deben colocarse en forma alternada.

La construcción de los pozos de revisión incluye la instalación del cerco y la tapa. Los cercos y tapas pueden ser de hierro fundido u hormigón armado. Los cercos y tapas de hierro fundido cumplirán con la Norma ASTM C-48 tipo C. La armadura de las tapas de hormigón armado estará de acuerdo a los respectivos planos de detalle y el hormigón será de $f'c = 210$ [Kg/cm²].

Forma de pago

La construcción de los pozos de revisión se medirá en unidades, determinándose en obra el número construido de acuerdo al proyecto y órdenes del ingeniero fiscalizador, de conformidad a los diversos tipos y profundidades.

La construcción del pozo incluye: losa de fondo, paredes, estribos, cerco y tapa de hierro fundido. La altura que se indica en estas especificaciones corresponde a la altura libre del pozo. El pago se hará con los precios unitarios estipulados en el contrato.

- **Construcción de conexiones domiciliarias**

Definición

Se entiende por construcción de cajas domiciliarias de hormigón simple, al conjunto de acciones que debe ejecutar el constructor para poner en obra la caja de revisión que se unirá con una tubería a la red de alcantarillado sanitario, y en su respectivo caso, a la red de alcantarillado pluvial.

Especificaciones

Las cajas domiciliarias sanitarias deberán ser independientes de las cajas domiciliarias pluviales.

Las cajas domiciliarias serán de hormigón simple de 180 [Kg/cm²] y de profundidad variable de 0.60 [m] a 1.50 [m], se colocarán a 1 [m] de distancia frente a todo lote, en la mitad de la longitud de su flanco frontal.

La posición de las cajas domiciliarias en casos especiales puede ser definida o variada con el criterio técnico del ingeniero fiscalizador. Las cajas domiciliarias frente a los predios sin edificar se dejarán igualmente a la profundidad adecuada, y la guía que sale de la caja de revisión se taponará con bloque o ladrillo y un mortero pobre de cemento Portland.

Cada propiedad deberá tener una acometida propia al alcantarillado, con caja de revisión y tubería con un diámetro mínimo del ramal de 110 [mm] al ser caja domiciliaria sanitaria y de 160 [mm] al tratarse de caja domiciliaria pluvial. Cuando por razones topográficas sea imposible garantizar una salida independiente al alcantarillado, se permitirá para uno o varios lotes que por un mismo ramal auxiliar, éstos se conecten a la red.

Los tubos de conexión deben ser enchufados a las cajas domiciliarias de hormigón simple, en ningún punto el tubo de conexión sobrepasará las paredes interiores, para permitir el libre curso del agua.

Una vez que se hayan terminado de instalar las tuberías y accesorios de las conexiones domiciliarias, con la presencia del fiscalizador, se harán las pruebas correspondientes de funcionamiento y la verificación de que no existan fugas.

Forma de pago

Las cantidades a cancelar por las cajas domiciliarias de hormigón simple de las conexiones domiciliarias serán las unidades efectivamente realizadas.

- **Construcción de sumideros de calzada**

Definición

Se entiende por sumideros de calzada o de acera, a la estructura que permite la concentración y descarga del agua lluvia a la red de alcantarillado. El constructor deberá realizar todas las actividades para construir dichas estructuras, de acuerdo con los planos de detalle y en los sitios que indique el proyecto y/u ordene el ingeniero fiscalizador. Incluye suministro, transporte e instalación.

Especificaciones

Los sumideros de calzada para aguas lluvias serán construidos en los lugares señalados en planos y de acuerdo a los perfiles longitudinales transversales y planos de detalles; estarán localizados en la parte más baja de la calzada favoreciendo la concentración de aguas lluvias en forma rápida e inmediata.

Los sumideros de calzada irán localizados en la calzada propiamente dicha, junto al bordillo o cinta gotera y generalmente al iniciarse las curvas en las esquinas.

Los sumideros se conectarán directamente a los pozos de revisión y únicamente en caso especial o detallado en los planos, a la tubería. El tubo de conexión deberá quedar perfectamente recortado en la pared interior del pozo formando con este una superficie lisa.

Para el enchufe en el pozo no se utilizarán piezas especiales y únicamente se realizará el orificio en el mismo, a fin de obtener el enchufe mencionado.

La conexión del sumidero al pozo será mediante tubería de 200 [mm] de diámetro. En la instalación de la tubería se deberá cuidar que la pendiente no sea menor del 2% ni mayor del 20%.

El cerco y rejilla se asentarán en los bordes del sumidero utilizando mortero de proporción 1:3. Se deberá tener mucho cuidado en los niveles de tal manera de obtener superficies lisas en la calzada.

Se deberá dar un acabado liso a las paredes interiores del sumidero.

❖ REJILLA

De acuerdo con los planos de detalle, las rejillas deben tener una sección de 0.60 [m] por 1 [m]; las rejillas se colocarán sujetas al cerco mediante goznes de seguridad con pasadores de diámetro 1.60 [cm] puestos a presión a través de los orificios dejados en el cerco.

La fundición de hierro gris será de buena calidad, de grano uniforme, sin protuberancias, cavidades, ni otros defectos que interfieran con su uso normal.

Todas las piezas serán limpiadas antes de su inspección y luego cubiertas por una capa gruesa de pintura bitumástica uniforme, que en frío dé una consistencia tenaz y elástica (no vidriosa).

La fundición de los cercos y rejillas de hierro fundido para alcantarillado debe cumplir con la Norma ASTM A-48.

Forma de pago

La construcción de sumideros de calzada o acera, en sistemas de alcantarillado, se medirá en unidades.

Al efecto se determinará en obra el número de sumideros construidos de acuerdo a los planos y/u órdenes del ingeniero fiscalizador.

En el precio unitario se deberá incluir materiales como cemento, agregados, encofrado, el cerco y la rejilla (en el caso de que el rubro considere la provisión del cerco y rejilla).

- **Mantenimiento**

Definición

Se entiende por mantenimiento al conjunto de acciones que deberá realizar el Municipio o la entidad encargada de dicha actividad para conservar en buenas condiciones el sistema de alcantarillado diseñado.

Especificaciones

Debido al bajo caudal que el sistema de alcantarillado sanitario presenta en algunos sectores del recinto, en ciertos tramos de la red se producen velocidades inferiores a 0.30 [m/s], lo cual no permite que el flujo por su propia acción genere una labor de auto limpieza. Por esto, la entidad encargada de mantener la red deberá, tras la verificación de velocidades existentes en planos, determinar los tramos de tubería que requieren de aumentos de caudales periódicos que aseguren la limpieza y buen funcionamiento de las tuberías mediante el método que la mencionada empresa estime conveniente.

Los períodos de tiempo que deben transcurrir entre mantenimiento y mantenimiento estarán relacionados al sistema que la empresa elija para cumplir el propósito ya expuesto.

Forma de pago

La medición del trabajo de mantenimiento estará en relación directa al sistema elegido por la entidad ejecutora de dicha acción para cumplir el mencionado propósito.

- **Medidas para control de polvo**

Definición

Esta medida consiste en la aplicación de agua como paliativo para controlar el polvo que se producirá por la construcción de la obra, por el tráfico público que transita por el proyecto, entre otros.

Especificaciones

El agua será distribuida de modo uniforme por un carro cisterna el cual irá a una velocidad máxima de 5 [Km/h] equipado con un sistema de rociador a presión. La hora de aplicación será determinada de acuerdo con el grado de afectación, el cual se establecerá en obra.

Para evitar la generación de polvo al transportar material producto de excavaciones, movimiento de tierra, movimiento de escombros, construcción de la red y sus estructuras, se cubrirá con lona el material transportado por los volquetes.

Se ejecutará este procedimiento mientras dure la obra, especialmente en movimiento de tierra y escombros.

Forma de pago

La unidad es por miles de litros o [m³] y se pagará a los precios que consten en el contrato.

- **Medidas para la prevención y control de contaminación del aire**

Definición

Establece pautas para prevenir y controlar los efectos ambientales negativos que se generan por efecto de las emisiones de gases contaminantes producidos por la maquinaria, equipos a combustión y vehículos de transporte pesado, que son utilizados para la ejecución del proyecto.

Especificaciones

El contratista está obligado a controlar las emisiones de humos y gases mediante un adecuado mantenimiento de sus equipos y maquinaria propulsada por motores de combustión interna.

Forma de pago

Los trabajos que deban realizarse dentro de esta medida, por su naturaleza, no se pagarán en forma directa, sino que se consideran en los rubros del contrato.

- **Medidas para la prevención y control de ruidos y vibraciones**

Definición

Ruido es todo sonido indeseable percibido por el receptor, que al igual que las vibraciones, puede generar repercusiones en la salud humana, en la fauna que habita en el sector y en animales domésticos.

Especificaciones

Por orden del fiscalizador, la maquinaria, equipos y vehículos de transporte que generen ruidos superiores a 75 [db], deben ser movilizados desde los sitios de obra a los talleres para ser reparados y solo retornar una vez que se cumpla la norma.

Forma de pago

Estos trabajos no serán medidos ni pagados, dado que está bajo responsabilidad del contratista el mantenimiento y buen estado en lo que respecta al funcionamiento de sus equipos y maquinaria.

Medidas en construcción o adecuación de campamento y talleres

Definición

De acuerdo con las Especificaciones técnicas del Ministerio de Obras Públicas, este rubro comprende las construcciones provisionales y obras conexas que el contratista debe realizar con el fin de proporcionar alojamiento y facilidades para el desempeño del personal que ejecuta la obra.

En el campamento y taller de máquinas deben amoblarse: oficina, bodegas, vivienda ocasional para porteros y guardianes, sitios de primeros auxilios, entre otros.

Especificaciones

El campamento deberá estar provisto de instalaciones básicas como son: agua potable, servicios sanitarios, duchas, energía eléctrica, entre otros. Se debe proveer un sitio cómodo para cuidar la salud de los trabajadores.

❖ UBICACIÓN

El campamento debe estar ubicado en el sitio mismo del proyecto, este campamento debe ser de fácil desmontaje.

❖ OPERACIÓN

Ya en operación, el contratista garantizará que el campamento satisfaga las necesidades sanitarias, higiénicas y de seguridad, lo cual se logrará únicamente contando con sistemas adecuados de provisión de servicios básicos ya detallados.

❖ DESMANTELAMIENTO

El procedimiento de levantar el campamento debe cumplir con las normas establecidas para el efecto.

Forma de pago

Los trabajos descritos en esta sección se medirán por unidad completa o sea los montos globales incluidos en el contrato.

• **Medidas ambientales para el tratamiento de escombreras**

Definición

Se trata de los sitios destinados al depósito de escombros o botaderos, los cuales recibirán el material que se extraerá en la excavación de tierra para la construcción de la red de alcantarillado separado y la planta de tratamiento.

Especificaciones

El lugar de depósito de material producto de las excavaciones que se ejecutarán en la obra lo determinará el Municipio, en sitios donde crea conveniente dicha acción. El procedimiento de esta actividad lo determinará la autoridad competente del Municipio del cantón Mejía, responsable de la reubicación y utilización de estos materiales.

Forma de pago

No se pagará valor alguno por escombreras o similares.

- **Educación y concienciación ambiental**

Definición

Este programa conlleva la ejecución por parte del Municipio del cantón Mejía de una serie de actividades cuya finalidad es la de fortalecer el conocimiento y puesta en práctica de principios de convivencia en los grupos focales: la población directamente involucrada y el personal técnico y obrero que ejecuta y está en contacto permanente con la obra y el entorno.

Especificaciones

El cumplimiento de esta medida debe ser realizado de una manera planificada y pondrá a consideración los contenidos, cronograma y metodología de ejecución para su aprobación. Se utilizará principalmente el método de charlas de concienciación, las cuales estarán dirigidas a los habitantes del sector que están directamente relacionados tanto con el desarrollo de la obra civil como con su funcionamiento y explotación final. Los temas a desarrollar en estas charlas se especificarán en un estudio definitivo de impacto ambiental.

Forma de pago

Por estar a cargo del Municipio, este rubro no será pagado.

5.2 Especificaciones técnicas de materiales

- **Acero de refuerzo**

Definición

El trabajo consiste en el suministro, transporte, corte, figurado y colocación de barras de acero, para el refuerzo de estructuras, pozos, tanques, disipadores de energía, alcantarillas, descargas, cajas de revisión, etc., de conformidad con los diseños y detalles mostrados en los planos en cada caso y/o las órdenes del ingeniero fiscalizador.

Especificaciones

El constructor suministrará, dentro de los precios unitarios consignados en su propuesta, todo el acero en varillas necesario; estos materiales deberán ser nuevos y aprobados por el ingeniero fiscalizador de la obra. Se usarán barras redondas corrugadas con esfuerzo de fluencia de 4200 [Kg/cm²], grado 60, de acuerdo con los planos y cumplirán las normas ASTM A-615 o ASTM A-617. El acero usado o instalado por el constructor sin la respectiva aprobación será rechazado.

Las distancias a que deben colocarse las varillas de acero que se indique en los planos serán consideradas de centro a centro, salvo que específicamente se indique otra cosa; la posición exacta, el traslape, el tamaño y la forma de las varillas deberán ser las que se consignan en los planos.

Antes de precederse a su colocación, las varillas de acero deberán limpiarse del óxido, polvo, grasa u otras sustancias y deberán mantenerse en estas condiciones hasta que queden sumergidas en el hormigón.

Las varillas deberán ser colocadas y mantenidas exactamente en su lugar, por medio de soportes, separadores, etc., preferiblemente metálicos, o moldes de hormigón simple, que no sufran movimientos durante el vaciado del hormigón hasta el vaciado inicial de éste. Se deberá tener el cuidado necesario para utilizar de la mejor forma la longitud total de la varilla de acero de refuerzo.

A pedido del ingeniero fiscalizador, el constructor está en la obligación de suministrar los certificados de calidad del acero de refuerzo que utilizará en el proyecto, o realizará ensayos mecánicos que garanticen su calidad.

Forma de pago

La medición del suministro y colocación de acero de refuerzo se medirá en kilogramos [Kg] con aproximación a la décima. Para determinar el número de kilogramos de acero de refuerzo colocados por el constructor, se verificará el acero colocado en la obra con la respectiva planilla de aceros del plano estructural.

- **Hormigones**

Definición

Se entiende por hormigón al producto endurecido resultante de la mezcla de cemento Portland, agua y agregados pétreos (áridos) en proporciones adecuadas. Este puede tener aditivos con el fin de obtener cualidades especiales.

- ❖ **GENERALIDADES**

Aquí se incluyen todas las características que deberán cumplir los materiales que formarán parte del hormigón a ser fabricado, así como los procesos que se tendrán

que seguir para obtener un hormigón correctamente dosificado, transportado, manipulado y vertido. De esta manera se obtendrán los acabados y resistencias requeridas.

❖ CLASES DE HORMIGÓN

Las clases de hormigón a utilizar en la obra serán aquellas señaladas en los planos u ordenadas por el fiscalizador.

La clase de hormigón está relacionada con la resistencia requerida, el contenido de cemento, el tamaño máximo de agregados gruesos, contenido de aire y las exigencias de la obra para el uso del hormigón.

Se reconocen 3 clases de hormigón conforme se indica a continuación.

Tabla. Tipos de hormigón.

TIPO DE HORMIGÓN	f's (Kg/cm ²)	USO GENERAL
HS	210	Estructuras, pozos, tanques.
HS	180	Cajas de revisión domiciliaria, sumideros, replantillo.
HS	140	Replantillo.

Todos los hormigones a ser utilizados en la obra deberán ser diseñados en un laboratorio calificado por la entidad contratante.

El contratista realizará diseños de mezclas y mezclas de prueba con los materiales a ser empleados que se acopien en la obra, y sobre esta base, de acuerdo a los requerimientos del diseño entregado por el laboratorio, dispondrá la construcción de los hormigones.

Los cambios en la dosificación contarán con la aprobación del fiscalizador.

❖ NORMAS

Forman parte de estas especificaciones todas las regulaciones establecidas en el Código Ecuatoriano de la Construcción.

El hormigón será medido en metros cúbicos con dos decimales de aproximación, determinándose directamente en la obra las cantidades correspondientes.

Las estructuras de hormigón prefabricado se medirán en unidades.

- **Juntas de construcción**

Definición

Se entenderá por juntas de PVC, la cinta de ancho indicado en los planos y que sirve para impermeabilizar aquel plano de unión que forman dos hormigones que han sido vertidos en diferentes tiempos, que pertenecen a la misma estructura, y además tienen que formar un todo monolítico.

Especificaciones

Las juntas de PVC serán puestas en los sitios y forma que indique los planos del proyecto y/o la fiscalización.

Los planos que formen las juntas de PVC estarán colocados en los puntos de mínimo esfuerzo cortante.

Antes de verter el hormigón nuevo las superficies de construcción serán lavadas y cepilladas con un cepillo de alambre y rociadas con agua, hasta que estén saturadas y mantenidas así hasta que el hormigón sea vaciado. Si la fiscalización así lo indica se pondrán chicotes de barras extras para garantizar de esta forma unión monolítica entre las partes.

Forma de pago

Las cintas o juntas de PVC serán medidas en metros lineales, con dos decimales de aproximación, determinándose directamente en obra las cantidades correspondientes.

El área de empate entre la estructura antigua y la nueva se medirá en metros cuadrados, con dos decimales de aproximación.

- **Morteros**

Definición

Mortero es la mezcla homogénea de cemento, arena y agua en proporciones adecuadas.

Especificaciones

Los componentes de los morteros se medirán por volumen mediante recipientes especiales de capacidad conocida.

Se mezclarán convenientemente hasta que el conjunto resulte homogéneo en color y plasticidad, tenga consistencia normal y no haya exceso de agua.

El mortero podrá prepararse a mano o con hormigonera, según convenga de acuerdo con el volumen que se necesita.

En el primer caso la arena y el cemento, en las proporciones indicadas, se mezclarán en seco hasta que la mezcla adquiera un color uniforme, agregándose después la cantidad de agua necesaria para formar una pasta trabajable. Si el mortero se prepara en la hormigonera tendrá una duración mínima de mezclado de 1.5 minutos. El mortero de cemento debe ser usado inmediatamente después de preparado, por ningún motivo debe usarse después de 40 minutos de preparado, ni tampoco rehumedecido, mucho menos de un día para otro.

La dosificación de los morteros varía de acuerdo a las siguientes necesidades:

- a) **Masilla de dosificación 1:0**, utilizada regularmente para alisar los enlucidos de todas las superficies en contacto con el agua.

- b) **Mortero de dosificación 1:2**, utilizado regularmente en enlucidos de obras de captación, superficies bajo agua, enlucidos de base y zócalos de pozos de revisión, con impermeabilizante para enlucidos de fosas de piso e interiores de paredes de tanques.
- c) **Mortero de dosificación 1:3**, utilizado regularmente en enlucidos de superficie en contacto con el agua, exteriores de paredes de tanques.
- d) **Mortero de dosificación 1:6**, utilizado regularmente para mamposterías sobre el nivel de terreno y enlucidos generales de paredes.
- e) **Mortero de dosificación 1:7**, utilizado regularmente para mamposterías de obras provisionales.

Forma de pago

Los morteros de hormigón se medirán en metros cúbicos, con dos decimales de aproximación. Se determinaran las cantidades directamente en obra y en base de lo indicado en el proyecto y/o las órdenes del ingeniero fiscalizador.

- **Rótulos y señales**

Definición

Es indispensable que, conjuntamente con el inicio de la obra, el contratista suministre e instale un letrero cuyo diseño lo facilitará el Municipio del cantón Mejía.

Especificaciones

El letrero será de tol recubierto con pintura anticorrosiva y esmalte de colores, asegurado a un marco metálico; será construido en taller y se sujetará a las especificaciones de trabajos en metal y pintura existentes para el efecto y a entera satisfacción del fiscalizador.

Deberá ser colocado en un lugar visible y que no interfiera al tránsito vehicular ni peatonal.

Forma de pago

El suministro e instalación del rotulo con características del proyecto se medirá en metros cuadrados con aproximación de un decimal.

- **Peldaños**

Definición

Se entenderá por estribo o peldaño de hierro, al conjunto de operaciones necesarias para cortar, doblar, formar ganchos, a las varillas de acero y luego colocarlas en las paredes de las estructuras del sistema de alcantarillado, con la finalidad de tener acceso a ellos.

Especificaciones

El constructor suministrará, dentro de los precios unitarios consignados en su propuesta, todo el acero en varillas necesario y de la calidad estipulada en los planos. Estos materiales deberán ser nuevos y aprobados por el ingeniero fiscalizador de la obra. El acero usado o instalado por el constructor sin la respectiva aprobación será rechazado.

El acero deberá ser doblado en forma adecuada y en las dimensiones que indiquen los planos, previamente a su empleo en las estructuras de tanques, cámaras o pozos.

Las distancias a que deben colocarse los estribos de acero será las que se indique en los planos, la posición exacta, el traslape, el tamaño y la forma de las varillas deberán ser los que se consignan en los planos.

Antes de precederse a su colocación, los estribos de hierro deberán limpiarse del óxido, polvo, grasa u otras sustancias y deberán mantenerse en estas condiciones hasta que queden empotrados en la pared de hormigón del pozo. El empotramiento de los estribos deberá ser simultáneo con la fundición de las paredes de manera que quede como una unión monolítica.

Forma de pago

La colocación de estribos de acero se medirá en unidades; el pago se hará de acuerdo con los precios unitarios estipulados en el contrato.

- **Suministro e instalación de tubería plástica PVC de alcantarillado**

Definición

Comprende el suministro, instalación y prueba de la tubería plástica para alcantarillado, la cual corresponde a conductos circulares provistos de un empalme adecuado, que garantice la hermeticidad de la unión, para formar en condiciones satisfactorias una tubería continua.

Especificaciones

❖ SUMINISTRO

La tubería plástica a suministrar deberá cumplir con la Norma INEN 2059, cuarta revisión, "Tubos perfilados de PVC rígido de pared estructurada e interior lisa y accesorios para alcantarillado".

El oferente presentará su propuesta para la tubería plástica, siempre sujetándose a la Norma INEN 2059, cuarta revisión, tubería de pared estructurada, en función de cada serie y diámetro, a fin de facilitar la construcción de las redes y permitir optimizar el mantenimiento del sistema de alcantarillado.

La superficie interior de la tubería deberá ser lisa. En el precio de la tubería a ofertar se deberán incluir las uniones correspondientes.

❖ INSTALACIÓN Y PRUEBA DE LA TUBERÍA PLÁSTICA

Corresponde a todas las operaciones que debe realizar el constructor, para instalar la tubería y luego probarla, a satisfacción de la fiscalización.

Entiéndase por tubería de plástico todas aquellas tuberías fabricadas con un material que contiene como ingrediente principal una sustancia orgánica de gran peso molecular. La tubería plástica de uso generalizado se fabrica de materiales termoplásticos.

Dada la poca resistencia relativa de la tubería plástica contra impactos, esfuerzos internos y aplastamientos, es necesario tomar ciertas precauciones durante el transporte y almacenaje.

Las pilas de tubería plástica deberán colocarse sobre una base horizontal durante su almacenamiento y se las hará de acuerdo a las recomendaciones del fabricante. La altura de las pilas y en general la forma de almacenamiento será la que recomiende el fabricante.

Debe almacenarse la tubería de plástico en los sitios que autorice el ingeniero fiscalizador de la obra, de preferencia bajo cubierta, o protegida de la acción directa del sol y recalentamiento.

No se deberá colocar ningún objeto pesado sobre la pila de tubos de plástico.

Dado el poco peso y gran manejabilidad de las tuberías plásticas, su instalación es un proceso rápido. A fin de lograr el acoplamiento correcto de los tubos para los diferentes tipos de uniones, se tomará en cuenta lo siguiente:

- Uniones soldadas con solventes

Las tuberías de plástico de espiga y campana se unirán por medio de la aplicación de una capa delgada del pegante suministrado por el fabricante.

Se limpian primero las superficies de contacto con un trapo impregnado con solvente y se las lija, luego se aplica una capa delgada de pegante, mediante una brocha o espátula. Dicho pegante deberá ser uniformemente distribuido eliminando todo exceso, si es necesario se aplicarán dos o tres capas. A fin de evitar que el borde liso del tubo remueva el pegante en el interior de la campana formada, es conveniente preparar el extremo liso con un ligero chaflán. Se enchufa luego el extremo liso en la campana dándole una media vuelta aproximadamente, para distribuir mejor el pegante. Esta unión no deberá ponerse en servicio antes de las 24 horas de haber sido confeccionada.

- Uniones de sello elastomérico

Consisten en un acoplamiento de un manguito de plástico con ranuras internas para acomodar los anillos de caucho correspondientes. La tubería termina en extremos lisos provistos de una marca que indica la posición correcta del acople.

Se coloca primero el anillo de caucho dentro del manguito de plástico en su posición correcta, previa limpieza de las superficies de contacto. Se limpia luego la superficie externa del extremo del tubo, aplicando luego el lubricante de pasta de jabón o similar.

Se enchufa la tubería en el acople hasta más allá de la marca. Después se retira lentamente las tuberías hasta que la marca coincide con el extremo del acople.

- Uniones con adhesivos especiales

Deben ser los recomendados por el fabricante y garantizarán la durabilidad y buen comportamiento de la unión.

❖ PROCEDIMIENTO DE INSTALACIÓN

La instalación de la tubería de plástico, dado su poco peso y fácil manejabilidad, es un proceso relativamente sencillo.

Las tuberías serán instaladas de acuerdo a las alineaciones y pendientes indicadas en los planos. Cualquier cambio deberá ser aprobado por el ingeniero fiscalizador.

La pendiente se dejará marcada en estacas laterales 1.00 [m] fuera de la zanja, o con el sistema de dos estacas, una a cada lado de la zanja, unidas por una pieza de madera rígida y clavada horizontalmente de estaca a estaca y perpendicular al eje de la zanja.

La instalación de la tubería se hará de tal manera que en ningún caso se tenga una desviación mayor a 5,0 [mm], de la alineación o nivel del proyecto.

Cada pieza deberá tener un apoyo seguro y firme en toda su longitud, de modo que se colocará de tal forma que descansa en toda su superficie el fondo de la zanja, que se lo prepara previamente utilizando una cama de material granular fino, preferentemente arena. No se permitirá colocar los tubos sobre piedras, calzas de madera y/o soportes de cualquier otra índole.

La instalación de la tubería se comenzará por la parte inferior de los tramos y se trabajará hacia arriba, de tal manera que la campana quede situada hacia la parte más alta del tubo.

Los tubos serán cuidadosamente revisados antes de colocarlos en la zanja, rechazándose los deteriorados por cualquier causa.

Entre dos bocas de visita consecutivas la tubería deberá quedar en alineamiento recto, a menos que el tubo sea visitable por dentro o que vaya superficialmente, como sucede a veces en los colectores marginales.

No se permitirá la presencia de agua en la zanja durante la colocación de la tubería para evitar que flote o se deteriore el material pegante.

A costo del contratista, el fondo de la zanja en una altura no menor a 10 [cm] en todo su ancho, debe adecuarse utilizando material granular fino, por ejemplo arena.

Las juntas de las tuberías de plástico serán las que se indica en la Norma INEN 2059, cuarta revisión. El oferente deberá incluir en el costo de la tubería el costo de la junta que utilice para unir la tubería.

El interior de la tubería deberá quedar completamente liso y libre de suciedad y materias extrañas. Las superficies de los tubos en contacto deberán quedar rasantes en sus uniones.

Cuando por cualquier motivo sea necesaria una suspensión de trabajos, deberá corcharse la tubería con tapones adecuados. Una vez terminadas las juntas con pegamento, éstas deberán mantenerse libres de la acción perjudicial del agua de la zanja hasta que haya secado el material pegante; así mismo se las protegerá del sol.

A medida que los tubos plásticos sean colocados, será puesto a mano suficiente relleno de material fino compactado a cada lado de los tubos para mantenerlos en el sitio y luego se realizará el relleno total de las zanjas según las especificaciones respectivas.

Cuando por circunstancias especiales, en el lugar donde se construya un tramo de alcantarillado esté la tubería a un nivel inferior del nivel freático, se tomarán cuidados especiales en la impermeabilidad de las juntas, para evitar la infiltración y la exfiltración.

La impermeabilidad de los tubos plásticos y sus juntas, serán probados por el constructor en presencia del ingeniero fiscalizador y según lo determine este último, en una de las dos formas mostradas a continuación. Las juntas en general, cualquiera que sea la forma de empate, deberán llenar los siguientes requisitos:

- Impermeabilidad o alta resistencia a la filtración, para lo cual se harán pruebas cada tramo de tubería entre pozo y pozo de visita, cuando más.
- Resistencia a la penetración, especialmente de las raíces.
- Resistencia a roturas.
- Posibilidad de poner en uso los tubos, una vez terminada la junta.
- Resistencia a la corrosión especialmente por el sulfuro de hidrógeno y por los ácidos.
- No deben ser absorbentes.
- Economía de costos de mantenimiento.

Métodos de prueba:

a) *Prueba hidrostática accidental*

Esta prueba consistirá en dar a la parte más baja de la tubería, una carga de agua que no excederá de un tirante de 2 [m]. Se hará anclando con relleno de material producto de la excavación, la parte central de los tubos y dejando completamente libre las juntas de los mismos. Si las juntas están defectuosas y acusaran fugas, el constructor procederá a descargar las tuberías y rehacer las juntas defectuosas. Se repetirán estas pruebas hasta que no existan fugas en las juntas y el ingeniero fiscalizador quede satisfecho. Esta prueba hidrostática accidental se hará solamente en los casos siguientes:

1. Cuando el ingeniero fiscalizador tenga sospechas fundadas de que las juntas están defectuosas.
2. Cuando el ingeniero fiscalizador reciba provisionalmente, por cualquier circunstancia, un tramo existente entre pozo y pozo de visita.

3. Cuando las condiciones del trabajo requieran que el constructor rellene zanjas en las que, por cualquier circunstancia, se puedan ocasionar movimientos en las juntas; en este último caso el relleno de las zanjas servirá de anclaje de la tubería.

b) Prueba hidrostática sistemática

Esta prueba se hará en todos los casos en que no se haga la prueba accidental.

Consiste en vaciar, en el pozo de visita aguas arriba del tramo por probar, el contenido de 5 [m³] de agua, que desagüe al mencionado pozo de visita con una manguera de 15 [cm] (6") de diámetro, dejando correr el agua libremente a través del tramo a probar. En el pozo de visita aguas abajo, el contratista colocará una bomba para evitar que se forme un tirante de agua. Esta prueba tiene por objeto comprobar que las juntas estén bien hechas, ya que de no ser así presentarán fugas en estos sitios. Esta prueba debe hacerse antes de rellenar las zanjas. Si se encuentran fallas o fugas en las juntas al efectuar la prueba, el constructor procederá a reparar las juntas defectuosas, y se repetirán las pruebas hasta que no se presenten fallas y el ingeniero fiscalizador apruebe.

El ingeniero fiscalizador solamente recibirá del constructor tramos de tubería totalmente terminados entre pozo y pozo de visita o entre dos estructuras sucesivas que formen parte del alcantarillado; habiéndose verificado previamente la prueba de permeabilidad y comprobado que la tubería se encuentra limpia, libre de escombros u obstrucciones en toda su longitud.

Forma de pago

El suministro, instalación y prueba de las tuberías de plástico se medirá en metros lineales, con dos decimales de aproximación. Su pago se realizará a los precios estipulados en el contrato.

Se tomará en cuenta solamente la tubería que haya sido aprobada por la fiscalización.

Las muestras para ensayo que utilice la fiscalización y el costo del laboratorio, son de cuenta del contratista.

- **Suministro e instalación de accesorios de PVC para tubería de alcantarillado**

Definición

Se refiere a la instalación de los accesorios de PVC para tuberías de alcantarillado, los mismos que se denominan sillas, silletas, monturas o galápagos. Las silletas son aquellos accesorios que sirven para realizar la conexión de la tubería domiciliaria con la tubería matriz.

Especificaciones

Las sillas a utilizar deberán cumplir con la Norma INEN 2059, cuarta revisión, “Tubos perfilados de PVC rígido de pared estructurada e interior lisa y accesorios para alcantarillado”

La curvatura de la silleta dependerá del diámetro y posición de la tubería domiciliaria y de la matriz colectora de recepción. El pegado entre las dos superficies se efectuará con cemento solvente y de ser el caso, se empleará adhesivo plástico.

La conexión entre la tubería principal de la calle y el ramal domiciliario se ejecutará por medio de los acoples, de acuerdo con las recomendaciones constructivas que consten en el plano de detalles.

La inclinación de los accesorios entre 45° y 90° dependerá de la profundidad a la que esté instalada la tubería.

Forma de pago

Se medirá por unidad instalada, incluyendo el suministro. Las cantidades determinadas serán pagadas a los precios contractuales para el rubro que conste en el contrato.

- **Tapas y cercos**

Definición

Se entiende por colocación de cercos y tapas, al conjunto de operaciones necesarias para poner en obra, las piezas especiales que se colocan como remate de los pozos de revisión, a nivel de la calzada.

Especificaciones

Los cercos y tapas para los pozos de revisión pueden ser de hierro fundido y de hormigón armado; su localización y tipo a emplear se indican en los planos respectivos.

Los cercos y tapas de hierro fundido para pozos de revisión deberán cumplir con la Norma ASTM A-48. La fundición de hierro gris será de buena calidad, de grano uniforme, sin protuberancias, cavidades, ni otros defectos que interfieran con su uso normal. Todas las piezas serán limpiadas antes de su inspección y luego cubiertas por

una capa gruesa de pintura bitumástica uniforme, que dé en frío una consistencia tenaz y elástica (no vidriosa). Llevarán las marcas ordenadas para cada caso.

Las tapas de hormigón armado deben ser diseñadas y construidas para el trabajo al que van a ser sometidas, el acero de refuerzo será de resistencia $f_y = 4200$ [Kg/cm²] y el hormigón mínimo de $f'_c = 210$ [Kg/cm²].

Los cercos y tapas deben colocarse perfectamente nivelados con respecto a pavimentos y aceras; serán asentados con mortero de cemento-arena de proporción 1:3.

Forma de pago

Los cercos y tapas de pozos de revisión serán medidos en unidades, determinándose su número en obra y de acuerdo con el proyecto y/o las órdenes del ingeniero fiscalizador.

- **Empates**

Definición

Se entiende por construcción de empate a colector, al conjunto de acciones que debe ejecutar el constructor, para hacer la perforación en el colector a fin de enchufar la tubería de los servicios domiciliarios y de los sumideros.

Se entiende por construcción de empate a tubería, al conjunto de acciones que debe ejecutar el constructor, para hacer la perforación en la tubería a fin de enchufar la tubería de los servicios domiciliarios y de los sumideros.

Se entiende por construcción de empate a pozo, al conjunto de acciones que debe ejecutar el constructor, para hacer la perforación en pozos a fin de enchufar la tubería de los servicios domiciliarios y de los sumideros.

Especificaciones

Los tubos de conexión deben ser enchufados al colector o tubería, de manera que la corona del tubo de conexión quede por encima del nivel máximo de las aguas que circulan por el canal central. En ningún punto el tubo de conexión sobrepasará las paredes del colector al que es conectado, para permitir el libre curso del agua. Se emplearán las piezas especiales que se necesiten para realizar el empate.

Forma de pago

La construcción de empate a colectores, tuberías, pozos, se medirá en unidades. Al efecto se determinará directamente en la obra el número de empates hechos por el constructor.

CAPITULO 6

Presupuestos Y Programación De Las Obras

El presupuesto de una obra es el informe que detalla el costo que demanda la ejecución de la misma. Para su determinación se deben considerar los distintos componentes que intervienen en la obra como son los gastos directos por material, mano de obra, transporte, herramientas y equipos, más los costos indirectos se obtiene el costo total referencial para la realización del proyecto.

En este capítulo se desarrolla el presupuesto y el cronograma de obra del sistema de alcantarillado sanitario y pluvial.

6.1 Componentes De Precios Unitarios

6.1.1 Costos Directos

Costos directos son aquellos que se asigna directamente a una unidad de producción. Por lo general se asimilan a los costos variables y se ven reflejados directamente en la obra como materiales, mano de obra, herramienta, maquinaria o labores involucrados en la construcción física.

Los precios unitarios de materiales, herramientas incluyendo su transporte serán obtenidos de proveedores del sector.

Los precios unitarios de mano de obra serán estimados por datos y rendimientos de proyectos anteriores en el cantón y referencias obtenidas por los mismos proveedores de materiales, dentro de estos estarán incluidos los costos adicionales por los parámetros establecidos en el Código de Trabajo y en la Ley de Seguro Social Obligatorio.

6.1.2 Costos Indirectos

Costos indirectos son aquellos que no se pueden asignar directamente a un producto o servicio, sino que se distribuyen entre las diversas unidades productivas mediante algún criterio de reparto.

Dentro de estos costos se encuentra los gastos administrativos, como son los servicios y materiales de oficina, combustible y mantenimiento de vehículos. También dentro de estos se incluyen los gastos financieros, legales, seguros, asesorías y utilidades.

Generalmente para la realización de un presupuesto de obra, los componentes de costos indirectos se determinan como porcentajes del costo directo final. Para este proyecto se utilizaran porcentajes obtenidos por datos de experiencia los que se observan a continuación:

Tabla 6-1. Porcentaje de costos indirectos.

COSTO INDIRECTO	% de Costo Directo
Planificación	4.00%
Honorarios y administración	15.00%
Tasas e impuestos legales	3.00%
Vehículos y transporte	3.00%
Servicios públicos	0.50%
Garantías y seguros	1.00%
Costos financieros	2.00%
Otros gastos	1.00%
TOTAL	29.50%

6.2 COSTOS BÁSICOS DE LOS MATERIALES Y MANO DE OBRA

La determinación de los costos se la realizo viendo las alternativas más económicas del sector que cumplan con las características requeridas para este tipo de proyectos.

Dentro del costo de materiales no está incluido el transporte, puesto que este será promediado con los precios locales de transporte e ingresado como costo indirecto.

A continuación se muestran las tablas de costos básicos con las que desarrollará el presupuesto.

Tabla 6-2. Costos básicos de mano de obra.

ÍTEM	MANO DE OBRA	SALARIO REAL HORA
1	Maestro de obra	2.01
2	Inspector	2.01
3	Cadenero	2.01
4	Albañil	2.01
5	Ayudante en general	2.01
6	Ayudante de maquinaria	2.01
7	Peón	2.01
8	Topógrafo 3	2.01
9	Cadenero	2.01
10	Chofer licencia "E"	3.19
11	Operador Equipo pesado 1 (OEP 1)	2.11
12	Operador Equipo pesado 2 (OEP 2)	2.04

Tabla 6-3. Costos básicos de equipo y maquinaria.

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	COSTO
13	Herramienta Menor	Hora	0,62
14	Cortadora dobladora de hierro	Hora	0,97
15	Concreteira 1 saco	Hora	1,31
16	Soldadora eléctrica	Hora	0,44
17	Vibrador	Hora	1,28
	Tecla	Hora	0,50
18	Equipo de topografía	Hora	0,40
19	Encofrado	Hora	0,05

20	Excavadora	Hora	40,00
21	Gallineta	Hora	32,00
22	Cargadora	Hora	35,00
23	Bomba de agua 4"	Hora	1,93
24	Volqueta	Hora	14
25	Mixer	Hora	25,00
26	Vibro apisonador	Hora	2,50
27	Planta de hormigón	Hora	34,79
28	Concretera 2 sacos	Hora	5,00

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	COSTO
Material de encofrado			
29	Encofrado metálico	m ² /hora	0.02
30	Alfajía 7x7	m	1.04
31	Pingos	m	0.63
32	Tabla de monte 0.30m	m	0.5
33	Rieles para encofrado	u	1.68
34	Aceite quemado	gl	0.5
35	Clavos	kg	1.67
Agregados			
36	Arena	m ³	6,4
37	Ripio	m ³	13,36
38	Agua	m ³	0,5
39	Lastre	m ³	6,5
40	Piedra bola	m ³	13,36
Aglomerante			
41	Cemento tipo I	kg	0.13
Acero en varillas			
42	Acero de refuerzo fy= 4200kg/cm ²	kg	1,02
43	Alambre galvanizado #18	kg	1,22
Material para red de alcant.			
44	Tubo plástico alc. D. interno 50mm	m	1,1
45	Tubo plástico alc. D. interno 75mm	m	1,42
46	Tubo plástico alc. D. interno 110mm	m	2,6
47	Tubo plástico alc. D. interno 200mm	m	6.42
48	Tubo plástico alc. D. interno 250mm	m	12,87
49	Silla yee 200 x110 mm de PVC	u	12.13
50	Silla yee 250 x160 mm de PVC	u	17.97
51	Codo 1 EC 200mm x 90° PVC	u	53,64
52	Pegamento tuberías plásticas	gl	35,03
53	Polipega	gl	36

54	Hormigón simple f'c= 180 kg/cm ²	m ³	54,2
55	Hormigón simple f'c= 210 kg/cm ²	m ³	56,7
56	Cinta impermeable (Chova)	m	1,16
57	Polilímpia	gl	19,5
58	Tapa de H.A. para cajas de revisión	u	14,61
Alcantarilla Metálica			
59	Tapa de HF para pozo D= 600mm	u	67.8
60	Cerco de hierro fundido D= 600mm	u	21.47
61	Estribos de hierro (pozo alc.)	u	1.66
Entibado			
62	Clavos	kg	1,8
63	Pingos	m	0,95
64	Tabla de encofrado 0.20 m	m	1,5
65	Tira de madera 4x4 cm	m	0,5
Válvulas de descarga			
66	Válvula Compuerta 04"	U	51,93
67	Válvula Compuerta 03"	U	23,49
Otros			
68	Tira de eucalipto 2.5x2 cm	M	0,35
69	Estacas , piola	gl	0.33
70	Rejilla rectangular	u	67,8
71	Cerco rectangular	u	21,47

6.3 ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

A continuación se analizará los precios unitarios de cada rubro que intervienen en los dos sistemas de alcantarillado, ocupando los costos especificados en el inciso anterior y las cantidades de obra obtenidas de los diseños.

6.3.1 Rubros del Sistema de Alcantarillado Sanitario

A continuación se muestra una tabla con los principales rubros que intervienen en el sistema de alcantarillado sanitario, estos serán ocupados para el desarrollo de su presupuesto.

Tabla 6-5. Rubros en el sistema de alcantarillado sanitario.

RUBRO	UNIDAD
Limpieza y desbroce	m ²
Replanteo y nivelación de zanjas	m
Instalación tubería PVC 200	m
Instalación silla yee 200 x 110 mm	u
Instalación pozo de revisión Dint = 1.20 m H.S f'c = 210 kg/cm ²	u
Excavación de zanja a máquina h = 0.00 - 3.00 m	m ³
Encamado tuberías con material fino	m ³
Relleno compactado (material de excavación)	m ³
Entibado (apuntalamiento zanjas)	m ²
Rasanteo de zanja a mano	m ²
Cajas de revisión 0.60 x 0.60 m con tapa H.A.	u
Replanteo y nivelación de estructuras	m ²
Replanteo f'c = 180 kg/cm ²	m ³
Acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm ²	Kg
Hormigón simple f'c = 210 kg/cm ²	m ³
Instalación tubería PVC 110 mm	m
Instalación válvula de descarga 4"	u
Instalación válvula de descarga 3"	u
Instalación tubería PVC 110 mm en planta de tratamiento	m
Instalación tubería PVC 75 mm en planta de tratamiento	m
Instalación tubería PVC 50 mm en planta de tratamiento	m
Junta impermeable de PVC 15 cm	m

6.3.2 Análisis de Precios Unitarios

Análisis de Precios Unitarios

Proyecto: Sistema de Alcantarillado Sanitario-Toacaso **Código:** 1
Calculista: Ricardo Ramos **Rubro:** Limpieza y desbroce
Fecha: 2010 **Unidad:** m
 Equipo y Herramientas

Descripción	Cantidad	Tarifa/hora	Rendimiento (h/u)	Costo Unitario	%
Herramienta Menor	2	0,62	0,04	0,05	19,79
Total Equipo				0,05	19,79

Material

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio / U	Costo Unitario	%
Total Material				0	0

Mano de Obra

Descripción	Cantidad	S.R.H	Rendimiento (h/u)	Costo Unitario	%
Peón	2	2,01	0,04	0,16	64,17
Albañil	0,5	2,01	0,04	0,04	16,04
Total Mano de Obra				0,201	80

	Costo Unitario	%
Costo Directo	0,25	100
Costo Indirecto	0,07	29,5
Precio Unitario del Rubro \$	0,32	

Análisis de Precios Unitarios

Proyecto: Sistema de Alcantarillado Sanitario-Toacaso
Calculista: Ricardo Ramos
Fecha: 2010
Equipo y Herramientas

Código: 2
Rubro: Replanteo y Nivelación de zanjas
Unidad: m

Descripción	Cantidad	Tarifa/hora	Rendimiento (h/u)	Costo Unitario.	%
Herramienta menor	1	0,62	0,05	0,03	5
Equipo de Topografía	1	0,4	0,05	0,02	3,23
Total Equipo				0,05	8,23

Material

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio / U	Costo Unitario	%
Tira de eucalipto 2,5x2,5cm	m	0,05	0,35	0,02	2,82
	global	1	0,33	0,33	53,26
Total Material				0,35	56,08

Mano de Obra

Descripción	Cantidad	S.R.H	Rendimiento (h/u)	Costo Unitario	%
Peón	1	2,01	0,05	0,1	16,22
Cadenero	0,6	2,01	0,05	0,06	9,73
Topógrafo	0,6	2,01	0,05	0,06	9,73
Total Mano de Obra				0,22	35,68

	Costo Unitario	%
Costo Directo	0,62	100
Costo Indirecto	0,18	29,5
Precio Unitario del Rubro \$	0,8	

Análisis de Precios Unitarios

Proyecto: Sistema de Alcantarillado Sanitario-Toacaso
Calculista: Ricardo Ramos
Fecha: 2010
Equipo y Herramientas

Código: 3
Rubro: Instalación de tuberías PVC 200mm
Unidad: m

Descripción	Cantidad	Tarifa/hora	Rendimiento (h/u)	Costo Unitario	%
Herramienta Menor	1	0,62	0,2	0,12	1,63
Total Equipo				0,12	1,63

Material

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio / U	Costo Unitario	%
Tubo plástico D interno 200mm	m	1	6,42	6,42	84,6
Pegamento Tuberías plásticas	global	0,004	35,03	0,14	1,85
Total Material				6,56	86,45

Mano de Obra

Descripción	Cantidad	S.R.H	Rendimiento (h/u)	Costo Unitario	%
Peón	1	2,01	0,2	0,4	5,3
Albañil	1	2,01	0,2	0,4	5,3
Maestro de Obra	0,25	2,01	0,2	0,1	1,32
Total Mano de Obra				0,9	11,92

	Costo Unitario	%
Costo Directo	7,59	100
Costo Indirecto	2,24	29,5
Precio Unitario del Rubro \$	9,83	

Análisis de Precios Unitarios

Proyecto: Sistema de Alcantarillado

Código: 4

Sanitario-Toacaso

Rubro: Instalación silla yee

Calculista: Ricardo Ramos

200x110mm

Fecha: 2010

Unidad: u

Equipo y Herramientas

Descripción	Cantidad	Tarifa/hora	Rendimiento (h/u)	Costo Unitario	%
Herramienta Menor	1	0,62	0,2	0,12	0,9
Total Equipo				0,12	0,9

Material

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio / U	Costo Unitario	%
Silla yee 200x160mm	U	1	12,13	12,13	88,14
Pegamento Tuberías plásticas	global	0,004	35,03	0,14	1,02
Alambre galvanizado #18	m3	0,05	1,22	0,061	0,44
Total Material				12,33	89,61

Mano de Obra

Descripción	Cantidad	S.R.H	Rendimiento (h/u)	Costo Unitario	%
Peón	1	2,01	0,2	0,4	2,92
Albañil	1	2,01	0,2	0,4	2,92
Ayudante en general	1	2,01	0,2	0,4	
Maestro de Obra	0,25	2,01	0,2	0,1	
Total Mano de Obra				1,31	5,84

	Costo Unitario.	%
Costo Directo	13,76	96
Costo Indirecto	4,06	29,5
Precio Unitario del Rubro \$	17,82	

Análisis de Precios Unitarios

Proyecto: Sistema de Alcantarillado

Código: 5

Sanitario-Toacaso

Rubro: Instalación de Pozo de revisión Dint.=1,2m

Calculista: Ricardo Ramos

Fecha: 2010

Unidad: u

Equipo y Herramientas

Descripción	Cantidad	Tarifa/hora	Rendimiento (h/u)	Costo Unitario	%
Herramienta menor	10	0,62	6	37,2	14,43
Concretera 1 saco	1	1,31	6	7,86	3,05
Vibrador	1	1,28	6	7,86	2,98
Total Equipo				52,74	20,45

Material

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio / U	Costo Unitario	%
Cemento tipo 1	kg	75	0,13	9,75	3,78
Arena	m ³	0,7	6,4	4,48	1,74
Ripio	m ³	0,7	13,36	9,352	3,63
Agua	m ³	0,5	0,5	0,25	0,1
Acero de refuerzo	kg	24	1,02	24,48	9,49
Cerco de hierro fundido D=600mm	u	1	21,47	21,47	8,33
Tapa de HF para Pozo D=600mm	u	2	67,8	67,8	26,29
Total Material				137,58	53,36

Mano de Obra

Descripción	Cantidad	S.R.H	Rendimiento (h/u)	Costo Unitario	%
Maestro de Obra	0,6	2,01	6	7,24	2,81
Inspector	1	2,01	6	12,06	4,68
Albañil	2	2,01	6	24,12	9,35
Peón	2	2,01	6	24,12	9,35
Total Mano de Obra				67,54	26,19

	Costo Unitario	%
Costo Directo	257,86	100
Costo Indirecto	76,07	29,5
Precio Unitario del Rubro \$	333,93	

Análisis de Precios Unitarios

Proyecto: Sistema de Alcantarillado

Sanitario-Toacaso

Código: 6

Rubro: Excavación de zanja maquina h=0,00-3,00

Calculista: Ricardo Ramos

Fecha: 2010

Equipo y Herramientas

Unidad: m³

Descripción	Cantidad	Tarifa/hora	Rendimiento (h/u)	Costo Unitario	%
Herramienta Menor	3	0,62	0,05	0,09	4,43
Retroexcavadora	1	0,05	0,05	1,6	76,19
Total Equipo				1,69	80,62

Material

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio / U	Costo Unitario	%
Total Material				0	0

Mano de Obra

Descripción	Cantidad	S.R.H	Rendimiento (h/u)	Costo Unitario	%
Peón	2	2,01	0,05	0,2	9,57
Inspector	0,8	2,01	0,05	0,08	3,83
Ayudante de Maquinaria	0,2	2,01	0,05	0,02	0,96
Operador equipo pesado 1	1	2,11	0,05	0,11	5,02
Total Mano de Obra				0,41	19,38

	Costo Unitario	%
Costo Directo	2,1	100
Costo Indirecto	0,62	29,5
Precio Unitario del Rubro \$	2,72	

Análisis de Precios Unitarios

Proyecto: Sistema de Alcantarillado

Código: 7

Sanitario-Toacaso

Rubro: Encamado tuberías

Calculista Ricardo Ramos

con
material fino

Fecha: 2010

Unidad: m³

Equipo y
Herramientas

Descripción	Cantidad	Tarifa/hora	Rendimiento (h/u)	Costo Unitario	%
Herramienta Menor	2	0,62	0,4	0,5	5,28
Total Equipo				0,5	5,28

Material

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio / U	Costo Unitario.	%
Arena	m ³	1,1	6,4	7,04	74,94
Agua	m ³	0,5	0,5	0,25	2,66
Total Material				7,29	77,6

Mano de Obra

Descripción	Cantidad	S.R.H	Rendimiento (h/u)	Costo Unitario	%
Peón	1	2,01	0,4	0,8	8,56
Albañil	1	2,01	0,4	0,8	8,56
Total Mano de Obra				1,61	17,12

	Costo Unitario	%
Costo Directo	9,39	100
Costo Indirecto	2,77	29,5
Precio Unitario del Rubro \$	12,17	

Análisis de Precios Unitarios

Proyecto: Sistema de Alcantarillado

Código: 8

Sanitario-Toacaso

Rubro: Relleno Compactado

Calculista: Ricardo Ramos

Fecha: 2010

Unidad: m³

Equipo y Herramientas

Descripción	Cantidad	Tarifa/hora	Rendimiento (h/u)	Costo Unitario	%
Herramienta Menor	1	0,62	0,2	0,12	5,77
Vibro apisonador	1	2,5	0,2	0,5	23,27
Total Equipo				0,62	29,04

Material

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio / U	Costo Unitario	%
Agua	m ³	0,1	6,4	0,64	29,79
Total Material				0,64	29,79

Mano de Obra

Descripción	Cantidad	S.R.H	Rendimiento (h/u)	Costo Unitario	%
Peón	1	2,01	0,2	0,4	18,71
Albañil	1	2,01	0,2	0,4	18,71
Inspector	0,2	2,01	0,2	0,4	3,74
Total Mano de Obra				0,88	41,17

	Costo Unitario	%
Costo Directo	2,15	100
Costo Indirecto	0,63	29,5
Precio Unitario del Rubro \$	2,78	

Análisis de Precios Unitarios

Proyecto: Sistema de Alcantarillado
Sanitario-Toacaso

Código: 9
Rubro: Entibado

Calculista: Ricardo Ramos

Fecha: 2010

Unidad: m²

Equipo y Herramientas

Descripción	Cantidad	Tarifa/hora	Rendimiento (h/u)	Costo Unitario	%
Herramienta Menor	1	0,62	0,167	0,1	3,73
Total Equipo					

Material

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio / U	Costo Unitario	%
Clavos	kg	0,05	1,67	0,08	3,01
Pingos	m	1	0,63	0,63	22,71
Tabla de Monte ,3m	m	0,9	0,5	0,45	16,22
Tira de madera 40x40 cm	m	1	0,5	0,5	18,02
Total Material				1,66	59,97

Mano de Obra

Descripción	Cantidad	S.R.H	Rendimiento (h/u)	Costo Unitario	%
Peón	2	2,01	0,167	0,67	24,2
Albañil	1	2,01	0,167	0,34	12,1
Total Mano de Obra				1,01	36,3

	Costo Unitario	%
Costo Directo	2,77	100
Costo Indirecto	0,82	29,5
Precio Unitario del Rubro \$	3,59	

Análisis de Precios Unitarios

Proyecto: Sistema de Alcantarillado
Sanitario-Toacaso

Código: 10
Rubro: Rasanteo de zanja
a mano

Calculista: Ricardo Ramos

Fecha: 2010

Unidad: m²

Equipo y Herramientas

Descripción	Cantidad	Tarifa/hora	Rendimiento (h/u)	Costo Unitario	%
Herramienta Menor	1	0,62	0,06	0,04	12,55
Total Equipo				0,04	12,55

Material

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio / U	Costo Unitario	%
Total Material				0	0

Mano de Obra

Descripción	Cantidad	S.R.H	Rendimiento (h/u)	Costo Unitario	%
Peón	2	2,01	0,06	0,24	81,35
Inspector	0,15	2,01	0,06	0,02	6,1
Total Mano de Obra				0,26	87,45

	Costo Unitario	%
Costo Directo	0,3	100
Costo Indirecto	0,09	29,5
Precio Unitario del Rubro \$	0,38	

Análisis de Precios Unitarios

Proyecto: Sistema de Alcantarillado

Código: 11

Sanitario-Toacaso

Rubro: Cajas de revisión
0.6x

Calculista: Ricardo Ramos

0,6 m con tapa H.A.

Fecha: 2010

Unidad: u

Equipo y Herramientas

Descripción	Cantidad	Tarifa/hora	Rendimiento (h/u)	Costo Unitario	%
Herramienta menor	2	0,62	2	2,48	8
Concretera 1 saco	1	1,31	2	2,62	8,45
Vibrador	1	1,28	2	2,56	8,26
Total Equipo				7,66	24,71

Material

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio / U	Costo Unitario	%
Hormigón simple f'c=180kg/cm2	m3	0,091	54,2	4,93	15,91
Acero de refuerzo	kg	2,63	1,02	2,68	8,65
Tabla de monte 0,3m	m	2,5	0,5	1,25	4,03
Total Material				8,86	28,6

Mano de Obra

Descripción	Cantidad	S.R.H	Rendimiento (h/u)	Costo Unitario	%
Peón	2	2,01	2	8,04	25,94
Albañil	1	2,01	2	4,02	12,97
Maestro de obra	0,6	2,01	2	2,41	7,78
Total Mano de Obra				14,47	46,69

	Costo Unitario	%
Costo Directo	31	100
Costo Indirecto	9,14	29,5
Precio Unitario del Rubro	40,14	

Análisis de Precios Unitarios

Proyecto: Sistema de Alcantarillado Sanitario-
Toacaso

Código: 12
Rubro: Replanteo y nivelación de estructuras
Unidad: m2

Calculista: Ricardo Ramos

Fecha: 2010

Equipo y Herramientas

Descripción	Cantidad	Tarifa/hora	Rendimiento (h/u)	Costo Unitario.	%
Herramienta menor	1	0,62	0,04	0,02	2,37
Total Equipo				0,02	2,37

Material

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio / U	Costo Unitario.	%
Tira de Eucalipto 2,5x2,0 cm	m	1,8	0,35	0,63	60,19
Estacas y piola	global	0,7	0,33	0,23	22,07
Total Material				0,86	82,27

Mano de Obra

Descripción	Cantidad	S.R.H	Rendimiento (h/u)	Costo Unitario	%
Peón	1	2,01	0,04	0,08	7,68
Cadenero	1	2,01	0,04	0,08	7,68
Total Mano de Obra				0,16	15,36

	Costo Unitario	%
Costo Directo	1,05	100
Costo Indirecto	0,31	29,5
Precio Unitario del Rubro \$	1,36	

Análisis de Precios Unitarios

Proyecto: Sistema de Alcantarillado
Sanitario-Toacaso

Código: 13
Rubro: Replanto fc=180

Calculista: Ricardo Ramos

kg/cm²

Fecha: 2010

Unidad: m³

Equipo y Herramientas

Descripción	Cantidad	Tarifa/hora	Rendimiento (h/u)	Costo Unitario	%
Herramienta menor	2	0,62	0,08	0,1	0,16
Total Equipo				0,1	0,16

Material

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio / U	Costo Unitario	%
Hormigón simple fc=180 kg/cm ²	m ³	1,1	54,2	59,62	98,95
Total Material				59,62	98,95

Mano de Obra

Descripción	Cantidad	S.R.H	Rendimiento (h/u)	Costo Unitario	%
Peón	2	2,01	0,08	0,32	0,53
Albañil	1	2,01	0,08	0,16	0,27
Inspector	0,3	2,01	0,08	0,05	0,08
Total Mano de Obra				0,53	0,88

	Costo Unitario	%
Costo Directo	60,25	100
Costo Indirecto	17,77	29,5
Precio Unitario del Rubro\$	78,02	

Análisis de Precios Unitarios

Proyecto: Sistema de Alcantarillado
Sanitario-Toacaso

Código: 14
Rubro: Acero de refuerzo

Calculista: Ricardo Ramos

fy=4200 kg/cm²

Fecha: 2010

Unidad: kg

Equipo y Herramientas

Descripción	Cantidad	Tarifa/hora	Rendimiento (h/u)	Costo Unitario	%
Herramienta menor	1	0,62	0,02	0,01	0,76
Cortadora dobladora de hierro	1	0,97	0,02	0,02	1,19
Total Equipo				0,03	1,95

Material

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio / U	Costo Unitario	%
Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm ²	kg	1	1,02	1,02	62,68
Alambre galvanizado #18	kg	0,05	1,22	0,06	3,75
Total Material				1,08	66,43

Mano de Obra

Descripción	Cantidad	S.R.H	Rendimiento (h/u)	Costo Unitario	%
Albañil	2	2,01	0,08	0,32	19,76
Ayudante en general	1	2,01	0,08	0,16	9,88
Maestro de obra	0,2	2,01	0,08	0,03	1,98
Total Mano de Obra				0,51	31,62

	Costo Unitario	%
Costo Directo	1,63	100
Costo Indirecto	0,48	29,5
Precio Unitario del Rubro	2,11	

Análisis de Precios Unitarios

Proyecto: Sistema de Alcantarillado
Sanitario-Toacaso

Código: 15
Rubro: Hormigón simple
fc=210 kg/cm2

Calculista: Ricardo Ramos

Fecha: 2010

Unidad: m³

Equipo y Herramientas

Descripción	Cantidad	Tarifa/hora	Rendimiento (h/u)	Costo Unitario	%
Herramienta menor	4	0,62	0,8	1,98	2,81
Concreteira 1 saco	1	1,31	0,8	1,05	1,49
Vibrador	1	1,28	0,8	1,02	1,45
Total Equipo				4,06	5,75

Material

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio / U	Costo Unitario	%
Hormigón simple fc=210kg/cm2	m ³	1	56,7	56,7	80,43
Tabla de monte 0,3m	m	3,67	0,5	1,84	2,6
Pingos	m	0,5	0,63	0,32	0,45
Clavos	kg	0,02	1,67	0,03	0,05
Total Material				58,88	83,53

Mano de Obra

Descripción	Cantidad	S.R.H	Rendimiento (h/u)	Costo Unitario	%
Peón	3	2,01	0,8	4,82	6,84
Albañil	1	2,01	0,8	1,61	2,28
Maestro de obra	0,7	2,01	0,8	1,13	1,6
Total Mano de Obra				7,56	10,72

	Costo Unitario	%
Costo Directo	70,5	100
Costo Indirecto	20,8	29,5
Precio Unitario del Rubro\$	91,29	

Análisis de Precios Unitarios

Proyecto: Sistema de Alcantarillado
Sanitario-Toacaso

Código: 16
Rubro: Instalación tubería
de PVC 110 mm

Calculista: Ricardo Ramos

Fecha: 2010

Unidad: m

Equipo y Herramientas

Descripción	Cantida d	Tarifa/hor a	Rendimient o (h/u)	Costo Unitario	%
Herramienta menor	3	0,62	0,04	0,07	1,98
Total Equipo				0,07	1,98

Material

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio / U	Costo Unitario	%
Tubo plástico alc. Dint=110mm	m	1	2,6	2,6	69,13
Pegamento tubería plástica	global	0,02	35,03	0,7	18,63
Total Material				3,3	87,76

Mano de Obra

Descripción	Cantida d	S.R.H	Rendimient o (h/u)	Costo Unitario	%
Peón	2	2,01	0,04	0,16	4,28
Albañil	1	2,01	0,04	0,08	2,14
Ayudante en general	1	2,01	0,04	0,08	2,14
Maestro de obra	0,8	2,01	0,04	0,06	1,71
Total Mano de Obra				0,39	10,26

	Costo Unitario	%
Costo Directo	3,76	100
Costo Indirecto	1,11	29,5
Precio Unitario del Rubro\$	4,87	

Análisis de Precios Unitarios

Proyecto: Sistema de Alcantarillado
Sanitario-Toacaso

Código: 17
Instalación de tubería
Rubro: PVC
110mm en planta de
trata.

Calculista: Ricardo Ramos
Fecha: 2010
Equipo y Herramientas

Unidad: m

Descripción	Cantidad	Tarifa/hora	Rendimiento (h/u)	Costo Unitario	%
Herramienta menor	1	0,62	0,04	0,02	0,66
Total Equipo				0,02	0,66

Material

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio / U	Costo Unitario.	%
Tubo plástico alc. Dint=110mm	m	1	2,6	2,6	69,45
Pegamento tuberías plásticas	global	0,02	36,03	0,7	18,72
Total Material				3,3	88,17

Mano de Obra

Descripción	Cantidad	S.R.H	Rendimiento (h/u)	Costo Unitario.	%
Peón	1	2,01	0,08	0,16	4,3
Albañil	1	2,01	0,08	0,16	4,3
Inspector	0,6	2,01	0,08	0,1	2,58
Total Mano de Obra				0,42	11,17

	Costo Unitario	%
Costo Directo	3,74	100
Costo Indirecto	1,1	29,5
Precio Unitario del Rubro\$	4,85	

Análisis de Precios Unitarios

Proyecto: Sistema de Alcantarillado
Sanitario-
Toacaso

Código: 18
Instalación de
tubería PVC
Rubro: 75 mm en planta
de trat.

Calculista
:
Ricardo Ramos

Fecha: 2010

Unidad: m

Equipo y
Herramientas

Descripción	Cantida d	Tarifa/h ora	Rendimie nto (h/u)	Costo Unitario	%
Herramienta menor	1	0,62	0,04	0,02	0,9
Total Equipo				0,02	0,9

Material

Descripción	Unidad	Cantida d	Precio / U	Costo Unitario	%
Tubo plástico alc. Dint=110mm	m	1	1,42	1,42	55,4 3
Pegamento tuberías plásticas	global	0,02	36,03	0,7	27,3 5
Total Material				2,12	82,7 8

Mano de Obra

Descripción	Cantida d	S.R.H	Rendimie nto (h/u)	Costo Unitario	%
Peón	1	2,01	0,08	0,16	6,28
Albañil	1	2,01	0,08	0,16	6,28
Inspector	0,6	2,01	0,08	0,1	3,77
Total Mano de Obra				0,42	16,3 2

	Costo Unitario	%
Costo Directo	2,56	100
Costo Indirecto	0,76	29,5
Precio Unitario del Rubro\$	3,32	

Análisis de Precios Unitarios

Proyecto: Sistema de Alcantarillado

Código: 19

Sanitario-Toacaso

Rubro: Instalación de tubería
PVC

Calculista: Ricardo Ramos

50 mm en planta de trat.

Fecha: 2010

Unidad: m

Equipo y Herramientas

Descripción	Cantidad	Tarifa/hora	Rendimiento (h/u)	Costo Unitario	%
Herramienta menor	1	0,62	0,04	0,02	1,11
Total Equipo				0,02	1,11

Material

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio / U	Costo Unitario	%
Tubo plástico alc. Dint=110mm	m	1	1,1	1,1	49,03
Pegamento tuberías plásticas	global	0,02	35,03	0,7	31,23
Total Material				1,8	80,26

Mano de Obra

Descripción	Cantidad	S.R.H	Rendimiento (h/u)	Costo Unitario	%
Peón	1	2,01	0,08	0,16	7,17
Albañil	1	2,01	0,08	0,16	7,17
Inspector	0,6	2,01	0,08	0,1	4,3
Total Mano de Obra				0,42	18,64

	Costo Unitario	%
Costo Directo	2,24	100
Costo Indirecto	0,66	29,5
Precio Unitario del Rubro\$	2,91	

Análisis de Precios Unitarios

Proyecto: Sistema de Alcantarillado

Código: 20

Sanitario-Toacaso

Rubro: Junta impermeable de

Calculista: Ricardo Ramos

PVC 15 cm

Fecha: 2010

Unidad: m

Equipo y Herramientas

Descripción	Cantidad	Tarifa/hora	Rendimiento (h/u)	Costo Unitario	%
Herramienta menor	1	0,62	0,067	0,04	2,82
Total Equipo				0,04	2,82

Material

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio / U	Costo Unitario	%
Cinta impermeable	m	1	1,16	1,16	78,86
Total Material				1,16	78,86

Mano de Obra

Descripción	Cantidad	S.R.H	Rendimiento (h/u)	Costo Unitario	%
Peón	1	2,01	0,067	0,13	9,16
Inspector	1	2,01	0,067	0,13	9,16
Total Mano de Obra				0,27	18,31

	Costo Unitario	%
Costo Directo	1,47	100
Costo Indirecto	0,43	29,5
Precio Unitario del Rubro\$	1,9	

Análisis de Precios Unitarios

Proyecto: Sistema de Alcantarillado

Código: 21

Sanitario-Toacaso

Rubro: Instalación

Calculista: Ricardo Ramos

válvula

Fecha: 2010

de descarga 3 in

Equipo y

Unidad: u

Herramientas

Descripción	Cantidad	Tarifa/hora	Rendimiento (h/u)	Costo Unitario	%
Herramienta menor	1	0,62	0,85	0,53	1,59
Tecla	1	0,5	0,85	0,43	1,29
Total Equipo				0,95	2,88

Material

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio / U	Costo Unitario	%
Hormigón simple $f_c=180\text{kg/cm}^2$	m3	0,02	54,2	1,08	3,28
válvula compuerta de 03 in	u	1	23,49	23,49	71,09
Total Material				24,57	74,37

Mano de Obra

Descripción	Cantidad	S.R.H	Rendimiento (h/u)	Costo Unitario	%
Peón	2	2,01	0,85	3,42	10,34
Albañil	1	2,01	0,85	1,71	5,17
Ayudante General	0,6	2,01	0,85	1,03	3,1
Maestro de Obra	0,8	2,01	0,85	1,37	4,14
Total Mano de Obra				7,52	22,75

	Costo Unitario	%
Costo Directo	33,04	100
Costo Indirecto	9,75	29,5
Precio Unitario del Rubro	42,79	

Análisis de Precios Unitarios

Proyecto: Sistema de Alcantarillado
Sanitario-Toacaso

Código: 22
Rubro: Instalación válvula
de descarga 4 in

Calculista: Ricardo Ramos

Fecha: 2010

Unidad: u

Equipo y
Herramientas

Descripción	Cantidad	Tarifa/hora	Rendimiento (h/u)	Costo Unitario	%
Herramienta menor	1	0,62	0,85	0,53	0,85
Tecele	1	0,5	0,85	0,43	0,69
Total Equipo				0,95	1,54

Material

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio / U	Costo Unitario	%
Hormigón simple f ^c =180kg/cm ²	m ³	0,027	54,2	1,46	2,37
válvula compuerta de 04 in	u	1	51,93	51,93	83,94
Total Material				53,39	86,31

Mano de Obra

Descripción	Cantidad	S.R.H	Rendimiento (h/u)	Costo Unitario	%
Peón	2	2,01	0,85	3,42	5,52
Albañil	1	2,01	0,85	1,71	2,76
Ayudante General	0,6	2,01	0,85	1,03	1,66
Maestro de Obra	0,8	2,01	0,85	1,37	2,21
Total Mano de Obra				7,52	12,15

	Costo Unitario	%
Costo Directo	61,86	100
Costo Indirecto	18,25	29,5
Precio Unitario del Rubro	80,11	

Análisis de Precios Unitarios

Proyecto: Sistema de Alcantarillado
Sanitario-
Toacaso

Código: 23

Calculista: Ricardo Ramos

Rubro: Desalojo material
sobrante

Fecha: 2010

Unidad: m3

Equipo y
Herramientas

Descripción	Cantidad	Tarifa/hora	Rendimiento (h/u)	Costo Unitario	%
Herramienta menor	2	0,62	0,05	0,06	6,07
volqueta	1	14	0,05	0,7	68,49
Total Equipo				0,76	74,56

Material

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio / U	Costo Unitario	%
Total Material				0	0

Mano de Obra

Descripción	Cantidad	S.R.H	Rendimiento (h/u)	Costo Unitario	%
Peón	1	2,01	0,05	0,1	9,83
Chofer licencia E	1	3,19	0,05	0,16	15,61
Total Mano de Obra				0,26	25,44

	Costo Unitario	%
Costo Directo	1,02	100
Costo Indirecto	0,3	29,5
Precio Unitario del Rubro	1,32	

6.4 Presupuesto De Obra

Presupuesto del Sistema de Alcantarillado Sanitario

Código	Rubro	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Subtotal\$
1	Limpieza y desbroce	m2	5643,5	0,32	1805,92
2	Replanteo y Nivelación de zanjas	m	11287	1,39	15688,9
3	Suministro e Instalación de tuberías PVC de 200mm	m	11287	9,83	110951
4	Suministro e Instalación silla yee 200x110mm	u	450	17,82	8019
5	Pozo de revisión de Dint=1,2 m	u	127	333,93	42409,1
6	Excavación de zanja a maquina h=0,00-3,00m	m3	7930	2,72	21569,6
7	Encamado tuberías con material fino	m3	282,18	12,17	3434,13
8	Relleno compactado(material de excavación)	m3	7600	2,78	21128
9	Entibado(apuntalamiento zanjas)	m2	2821,8	3,59	10130,1
10	Rasanteo de zanja a mano	m2	5643,5	0,38	2144,53
11	Cajas de revisión 0.6x0,6 m con tapa H.A.	u	260	40,14	10436,4
12	Replanteo y Nivelación de estructuras	m2	100	1,36	136
13	Replanteo f'c=180kg/cm2	m3	12,92	78,02	1008,02
14	Acero de refuerzo fy=4200kg/cm2	kg	6405,7	2,11	13516
15	Hormigón simple f'c=210 kg/cm2	m3	279,82	91,29	25544,8
16	Suministro e Instalación de tubería PVC de 110mm	m	1350	4,87	6574,5
17	Suministro e Instalación de tubería PVC de 110mm en la planta de tratamiento	m	5	4,85	24,25
18	Suministro e Instalación de tubería PVC de 75mm en la planta de tratamiento	m	5	3,32	16,6
19	Suministro e Instalación de tubería PVC de 50mm en la planta de tratamiento	m	10	2,91	29,1
20	Junta impermeable de PVC 15 cm	m	1230	1,9	2337
21	Suministro e Instalación válvula de 3 in	u	1	42,79	42,79
22	Suministro e instalación de válvula de 4 in	u	1	80,11	80,11
23	Desalojo material sobrante	m	354	1,32	467,28
Sub Total \$					297493
IVA 12%					35699,2
TOTAL					333193

6.5 Cronograma de Ejecución

Para la determinación de los tiempos de ejecución de los rubros se tomo en cuenta: los rendimientos para el análisis de precios unitarios especificados en el inciso 6.3.3 y tiempos adicionales que suelen tener estas actividades debido al transporte, clima e inconvenientes.

El calendario utilizado respeta los días no laborables (días festivos y fines de semana) y una jornada laboral de ocho horas diarias.

A continuación se detallan los cronogramas de ejecución de obra el sistema de alcantarillado.

Alcantarillado Sanitario

Id.	Nombre de Tarea	Duración (Días)	Calendar																																
			abr-12			may-12			jun-12			jul-12			ago-12			sep-02			oct-12			nov-12			dic-12			ene-13			feb-12		
1		210 d																																	
2	ALCANTARILLADO SANITARIO																																		
3	ACTIVIDADES PRELIMINARES	30d																																	
4	Limpieza y desbroce	7d																																	
5	Replanteo y Nivelación de zanjas	30d																																	
6	Replanteo y Nivelación de estructuras	3d																																	
7	MOVIMIENTO DE TIERRAS	150d																																	
8	Escavación de zanja a máquina h=0,00-3,00m	32d																																	
9	Rasanteo de zanja a mano	21d																																	
10	Enladrado (puntalamiento zanjas)	28d																																	
11	Encamado tuberías con material fino	10d																																	
12	Relleno compactado (material de excavación)	80d																																	
13	TUBERIAS	170d																																	
14	Instalación de tuberías PVC de 200mm	170d																																	
15	Instalación de tubería PVC de 110mm	10d																																	
16	Instalación silla yee 200x110mm	11d																																	
17	Junta impermeable de PVC 15 cm	8d																																	
18	POZOS DE REVISION	155d																																	
19	Replanteo f _c =180kg/cm ²	5d																																	
20	acero de refuerzo f _y =4200kg/cm ²	10d																																	
21	Hormigon simple f _c =210 kg/cm ²	21d																																	
22	Instalación de pozo de revision de Dint=1,2 m	40d																																	
23	Cajas de revision 0,6x0,6 m con tapa H.A.	150d																																	
24	PLANTA DE TRATAMIENTO	12d																																	
25	Instalación de tubería PVC de 110mm en la planta de tratamiento	3d																																	
26	Instalación de tubería PVC de 75mm en la planta de tratamiento	3d																																	
27	Instalación de tubería PVC de 50mm en la planta de tratamiento	3d																																	
28		10d																																	
29		10d																																	
30	TRABAJOS COMPLEMENTARIOS	8d																																	
31	Desalojo material sobrante	8d																																	

CAPÍTULO 7

Conclusiones Y Recomendaciones

Conclusiones

- ❖ Gracias a la investigación y trabajos de campo se pudo realizar la realidad de la zona, en el aspecto social, económico y técnico, pudiendo así diseñar un alcantarillado de acuerdo a la capacidad económica de la población.
- ❖ Utilizando un plan de manejo ambiental adecuado, se podrá dar un manejo de los recursos hídricos y un mayor control en los procesos constructivos, lo que impedirá impactos ambientales significativos y más bien se fomentará los aspectos positivos resultados del desarrollo del proyecto.
- ❖ El factor ambiental más beneficiado es el mejoramiento de la Salud Pública.
- ❖ Durante el proceso de construcción y mantenimiento de operación se crean fuentes de trabajo.

Recomendaciones

- ❖ La Junta Parroquial de Toacaso conjuntamente con el Municipio de Latacunga, debe promover, con charlas y propagandas, el buen manejo del agua y el uso adecuado de los nuevos sistemas para garantizar que éstos cumplan con su objetivo.
- ❖ Se recomienda contar con un fiscalizador que esté presente en la obra para asegurar que todos los procesos constructivos sean realizados según las especificaciones establecidas, teniendo un cuidado especial en la construcción de la planta de tratamiento.

- ❖ Realizar un mantenimiento adecuado de los pozos de revisión y tuberías, para evitar la acumulación de sedimentos y basura en su interior.

Bibliografía :

- ✓ INSTITUTO ECUATORIANO DE OBRAS SANITARIAS IEOS, Normas tentativas para el diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable y sistemas de alcantarillado, urbano y rurales “, Ediciones IEOS, Quito-Ecuador, 1986.
- ✓ SUBSECRETARÍA DE SALUD PÚBLICA, Manual de operación, Normas para el estudio y diseño de sistemas de agua potable y disposición de aguas residuales, Quito-Ecuador, 1993.
- ✓ EHLYER, Víctor. Saneamiento Urbano y Rural
- ✓ FAIR, GEYER, Water Supply and Wastewater disposal, Jhon Wiley & Sons, 1956.
- ✓ BURBANO, Guillermo, “Criterios básicos de diseño para sistemas de agua potable y alcantarillado” Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito-Ecuador, 2005.
- ✓ SUBSECRETARÍA DE SALUD PÚBLICA, Manual de operación, mantenimiento y control de sistemas de agua potables rurales, Quito-Ecuador, 1994.
- ✓ INSTITUTO ECUATORIANO DE OBRAS SANITARIAS IEOS. Código Ecuatoriano de la Construcción CEC. Diseño de instalaciones Sanitarias: Código de Practica para el Diseño de Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable, Disposición de Excretas y Residuos Líquidos en el Área Rural (CPE INEN 5 Parte 9.2:97 Segunda Revisión). Quito, INEN, 1998.
- ✓ INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN. INEN Código Ecuatoriano de la Construcción. CEC. Diseño de Instalaciones Sanitarias: Código de

- Practica para el diseño de Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable, Disposición de Excretas y Residuos Líquidos en el Área Rural (CPE INEN 5 Parte 9.2:97 Segunda Revisión). Quito, INEN, 1998.
- ✓ Becerril, E. **HIDROMECHANICA**. Editorial Dossat, S. A. 1960.
 - ✓ SUBSECRETARÍA DE SALUD PÚBLICA, Manual de operación, Normas para el estudio y diseño de sistemas de agua potable y disposición de aguas residuales para poblaciones menores a 1000 habitantes, Quito-Ecuador, 1994.
 - ✓ Robert C. Rosaler, Manual de mantenimiento Industrial, James O. Rice, Tomo II, Editorial McGraw – Hill.
 - ✓ W.G. HOLZBOCK, Instrumentación para medición y control, Publicaciones C.E.C. S.A.
 - ✓ Webber, N. **FLUID MECHANICS FOR CIVIL ENGINEERS**. Science Paperbacks. William Clowes & Sons Ltda. Great Britain. 1968.
 - ✓ Streeter, V. **MECANICA DE FLUIDOS**. McGraw-Hill. Novena Edición. 2000.
 - ✓ SAWYERR, Clair, MCARTY, Perry, Parkin, Gene, “Química para ingeniería Ambiental”, Editorial McGraw-Hill, Bogotá-Colombia, 2001.
 - ✓ Castro, Fernando. Apuntes de la Materia de Impacto Ambiental. Quito: PUCE, 2009.
 - ✓ *Fernández Vitora, Vicente Conesa*, Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental, 3ª edición, Ediciones Mundi Prensa, Madrid, 1997
 - ✓ *Moliner, M.*, Diccionario de uso del español. Madrid: Gredos; 1988.
 - ✓ *Pardo Buendía, Mercedes*, Evaluación del Impacto Ambiental y Social para el Siglo XXI, 1a. Teorías, Procesos, Metodología, 2002.
 - ✓ *Menou MJ*. Measuring the impact of information on development. Ottawa: International Development Research Centre; 1993.

- ✓ *Espinoza, Guillermo*, Fundamentos de la evaluación de impacto ambiental, Consultoría para el BID-CED, Chile, 2001.
- ✓ *Canter L.W. (1998)*, Manual de evaluación de impacto ambiental. Técnicas para la elaboración de estudios de impacto, McGraw-Hill. Madrid.

ANEXOS

