

**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 PLUVIAL DE LA**  
**COMUNIDAD DE EL CHAUPI, DEL CANTÓN MEJÍA**

**AUTORES**

**GAVILÁNEZ ALARCÓN ESTEBAN RENÁN**  
**PILLAJO DE LA CRUZ ERNESTO ANDRÉS**

**DIRECTOR: ING. HERNÁN ROMERO**

**QUITO, 2010**

## **DEDICATORIA**

A nuestros padres, que con su apoyo constante e inmenso cariño, nos impulsan a cumplir siempre con los objetivos de nuestras vidas.

A nuestros hermanos, que siempre nos han acompañado y brindado sabios consejos para continuar en esta incansable lucha.

A nuestros familiares, por estar siempre a nuestro lado.

A nuestros profesores, que han sido una excelente guía y nos han preparado de la mejor manera con todas sus enseñanzas.

A Dios, por cada una de sus bendiciones y sabiduría que han aportado para nuestro crecimiento en la vida.

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios, nuestras familias, tutores, amigos y a todas aquellas personas que hicieron posible la presente disertación de grado.

# TABLA DE CONTENIDO

	PÁGINA
<b>GLOSARIO</b> .....	<b>XIII</b>
<b>CONCEPTOS GENERALES</b> .....	<b>XV</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>XVIII</b>
<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
<b>GENERALIDADES</b>	
<b>1.1</b> <b>Introducción</b> .....	<b>1</b>
<b>1.2</b> <b>Objetivos</b> .....	<b>3</b>
<b>1.3</b> <b>Descripción general de la zona</b> .....	<b>4</b>
<i>1.3.1</i> <i>Situación geográfica</i> .....	<i>7</i>
1.3.1.1    Ubicación geográfica .....	7
1.3.1.2    Límites .....	7
1.3.1.3    Coordenadas geográficas .....	8
<i>1.3.2</i> <i>Situación socioeconómica</i> .....	<i>8</i>
1.3.2.1    Descripción social .....	8
1.3.2.2    Descripción económica .....	10

<b>CAPÍTULO 2.....</b>	<b>13</b>
------------------------	-----------

## **INVESTIGACIONES Y TRABAJOS DE CAMPO**

<b>2.1 Objetivo y Alcance .....</b>	<b>13</b>
<b>2.2 Hidrología .....</b>	<b>13</b>
<b>2.3 Climatología.....</b>	<b>14</b>
<b>2.4 Estudios topográficos .....</b>	<b>19</b>
2.4.1 <i>Planimetría del área.....</i>	<i>19</i>
2.4.2 <i>Altimetría del área.....</i>	<i>20</i>
<b>2.5 Geología del sector .....</b>	<b>20</b>

<b>CAPÍTULO 3.....</b>	<b>22</b>
------------------------	-----------

## **DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y**

### **PLUVIAL**

<b>3.1 Diseño del sistema de alcantarillado sanitario .....</b>	<b>22</b>
3.1.1 <i>Objetivo y alcance.....</i>	<i>22</i>
3.1.2 <i>Disposiciones generales .....</i>	<i>23</i>
3.1.3 <i>Disposiciones específicas.....</i>	<i>23</i>
3.1.4 <i>Análisis conceptual de la alternativa de diseño .....</i>	<i>23</i>
3.1.5 <i>Bases de diseño .....</i>	<i>23</i>

3.1.5.1	Período de diseño .....	23
3.1.5.2	Población futura .....	24
3.1.5.2.1	Método geométrico de crecimiento .....	26
3.1.5.2.2	Densidad poblacional .....	27
3.1.5.3	Áreas tributarias .....	28
3.1.5.4	Dotación .....	29
3.1.5.5	Caudales de diseño .....	31
3.1.5.5.1	Caudal de aguas servidas .....	31
3.1.5.5.2	Caudal de infiltración .....	32
3.1.5.5.3	Caudal de aguas lluvias ilícitas .....	33
3.1.6	<i>Hidráulica del sistema de alcantarillado</i> .....	34
3.1.6.1	Recomendaciones para el diseño de la red de alcantarillado sanitario	36
3.1.6.1.1	Pendiente .....	36
3.1.6.1.2	Control de sulfuros .....	37
3.1.6.1.3	Caudales de aportación .....	38
3.1.6.1.4	Separación de la tubería de agua potable .....	38
3.1.6.1.5	Ubicación .....	39
3.1.6.1.6	Profundidad .....	39
3.1.6.1.7	Tuberías .....	40
3.1.6.1.8	Diámetros .....	40
3.1.6.1.9	Velocidades .....	40
3.1.6.1.10	Pozos de revisión .....	42

3.1.6.1.11	Transiciones .....	43
3.1.6.1.12	Pozos de salto.....	45
3.1.6.1.13	Capacidad a utilizarse.....	46
3.1.6.1.14	Cajas domiciliarias .....	47
3.1.6.1.15	Obras especiales .....	47
3.1.6.2	Cálculos hidráulicos de la red de alcantarillado sanitario.....	48
3.1.6.3	Resultados del sistema de alcantarillado sanitario .....	56
3.1.6.4	Cálculo de presión sobre la tubería .....	59
3.1.7	<i>Tratamiento de las aguas residuales</i> .....	63
3.1.7.1	Generalidades.....	63
3.1.7.2	Sistema de depuración de aguas residuales .....	63
3.1.7.2.1	Características del agua a tratar .....	63
3.1.7.2.2	Disponibilidad de espacio .....	63
3.1.7.2.3	Operación y mantenimiento .....	64
3.1.7.2.4	Complejidad .....	64
3.1.7.3	Tratamiento primario.....	64
3.1.7.4	Componentes del sistema .....	65
3.1.7.4.1	Tanque séptico.....	65
3.1.7.4.2	Filtros de arena y grava .....	66
3.1.7.4.3	Sistema colector del agua filtrada .....	70
3.1.7.5	Diseño del sistema de tratamiento.....	71
3.1.7.6	Limpieza de los tanques sépticos .....	78

<b>3.2</b>	<b>Diseño del sistema de alcantarillado pluvial.....</b>	<b>80</b>
3.2.1	<i>Objetivo y alcance.....</i>	80
3.2.2	<i>Disposiciones generales.....</i>	80
3.2.3	<i>Disposiciones específicas.....</i>	81
3.2.4	<i>Análisis conceptual de la alternativa de diseño.....</i>	81
3.2.5	<i>Bases de diseño.....</i>	81
3.2.5.1	Caudales de diseño.....	81
3.2.5.1.1	Caudal de aguas lluvias.....	82
3.2.6	<i>Hidráulica del sistema de alcantarillado.....</i>	87
3.2.6.1	Recomendaciones para el diseño de la red de alcantarillado pluvial... 87	
3.2.6.1.1	Diámetros.....	87
3.2.6.1.2	Velocidades.....	87
3.2.6.1.3	Capacidad a utilizarse.....	88
3.2.6.1.4	Ubicación.....	88
3.2.6.1.5	Sumideros de aguas lluvias.....	88
3.2.6.2	Cálculos hidráulicos y resultados de la red de alcantarillado pluvial....	90
3.2.6.3	Cálculo de presión sobre la tubería.....	100

**CAPÍTULO 4..... 103**

**EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES**

<b>4.1</b>	<b>Aspectos físico ambientales.....</b>	<b>103</b>
4.1.1	<i>Aspecto físico.....</i>	103
4.1.1.1	Relieve.....	103
4.1.1.2	Tipo y uso del suelo.....	103
4.1.2	<i>Aspectos bióticos.....</i>	104
4.1.2.1	Flora.....	104
4.1.2.2	Fauna.....	105
4.1.3	<i>Aspectos socioeconómicos.....</i>	106
<b>4.2</b>	<b>Necesidades de evaluación de los impactos.....</b>	<b>107</b>
<b>4.3</b>	<b>Caracterización de los medios.....</b>	<b>108</b>
4.3.1	<i>Caracterización del medio físico.....</i>	109
4.3.2	<i>Caracterización del medio biótico.....</i>	110
4.3.3	<i>Caracterización del medio socioeconómico.....</i>	110
<b>4.4</b>	<b>Determinación y evaluación de los sistemas de alcantarillado.....</b>	<b>111</b>
4.4.1	<i>Bases de diseño.....</i>	111
4.4.2	<i>Metodología de evaluación.....</i>	111
4.4.2.1	Caracterización de los impactos ambientales.....	112
4.4.2.2	Importancia del impacto.....	115

4.4.3	<i>Impactos ambientales evaluados</i> .....	118
4.4.3.1	Impactos en el medio físico .....	118
4.4.3.1.1	Calidad del aire .....	118
4.4.3.1.2	Suelo .....	119
4.4.3.1.3	Calidad del agua .....	120
4.4.3.2	Impactos en el medio biótico .....	121
4.4.3.2.1	Flora .....	121
4.4.3.2.2	Fauna .....	122
4.4.3.3	Impactos en el medio socioeconómico .....	122
4.4.3.3.1	Tránsito y medios de transporte .....	122
4.4.3.3.2	Turismo y comercio.....	123
4.4.3.3.3	Generación de empleo.....	123
4.4.3.3.4	Infraestructura .....	124
<b>4.5</b>	<b>Plan de prevención y mitigación de impactos .....</b>	<b>124</b>
4.5.1	<i>Emisiones a la atmósfera</i> .....	125
4.5.2	<i>Ruido</i> .....	126
4.5.3	<i>Residuos sólidos</i> .....	126
4.5.4	<i>Calidad del agua</i> .....	127
4.5.5	<i>Paisaje</i> .....	128
4.5.6	<i>Medio biótico</i> .....	128
4.5.6.1	Flora.....	128
4.5.6.2	Fauna.....	129

4.5.7	<i>Medio socioeconómico</i> .....	129
4.5.7.1	<i>Economía y la población</i> .....	129
4.5.7.2	<i>Turismo y comercio</i> .....	130

**CAPÍTULO 5..... 131**

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN Y**

**MATERIALES**

<b>5.1</b>	<b>Especificaciones técnicas de la construcción</b> .....	<b>131</b>
5.1.1	<i>Replanteo y nivelación</i> .....	131
5.1.2	<i>Limpieza y desbroce</i> .....	132
5.1.3	<i>Excavaciones</i> .....	134
5.1.4	<i>Relleno y compactación</i> .....	140
5.1.5	<i>Acarreo y transporte de materiales</i> .....	145
5.1.6	<i>Encofrado y desencofrado</i> .....	148
5.1.7	<i>Trabajos finales</i> .....	150
5.1.8	<i>Construcción de pozos de revisión</i> .....	151
5.1.9	<i>Construcción de conexiones domiciliarias</i> .....	154
5.1.10	<i>Construcción de sumideros de calzada</i> .....	155
5.1.11	<i>Mantenimiento</i> .....	158
5.1.12	<i>Medidas para control de polvo</i> .....	159
5.1.13	<i>Medidas para la prevención y control de contaminación del aire</i> .....	160

5.1.14	<i>Medidas para la prevención y control de ruidos y vibraciones .....</i>	160
5.1.15	<i>Medidas en construcción o adecuación de campamento y talleres.....</i>	161
5.1.16	<i>Medidas ambientales para el tratamiento de escombreras .....</i>	163
5.1.17	<i>Educación y concienciación ambiental .....</i>	163
<b>5.2</b>	<b>Especificaciones técnicas de materiales.....</b>	<b>164</b>
5.2.1	<i>Acero de refuerzo .....</i>	164
5.2.2	<i>Hormigones.....</i>	166
5.2.3	<i>Juntas de construcción .....</i>	169
5.2.4	<i>Morteros.....</i>	170
5.2.5	<i>Rótulos y señales.....</i>	172
5.2.6	<i>Peldaños.....</i>	173
5.2.7	<i>Suministro e instalación de tubería plástica PVC de alcantarillado .....</i>	174
5.2.8	<i>Suministro e instalación de accesorios de PVC para tubería de alcantarillado .....</i>	182
5.2.9	<i>Tapas y cercos.....</i>	183
5.2.10	<i>Empates.....</i>	184

**CAPÍTULO 6..... 186**

**PRESUPUESTOS Y PROGRAMACIÓN DE LAS OBRAS**

**6.1 Componentes de precios unitarios ..... 186**

6.1.1 *Costo directo*..... 186

6.1.2 *Costo indirecto*..... 187

**6.2 Costos básicos de mano de obra, materiales y equipo ..... 188**

**6.3 Análisis de precios unitarios ..... 192**

6.3.1 *Análisis de precios unitarios para sistema de alcantarillado sanitario* . 192

6.3.1.1 Rubros y rendimientos ..... 192

6.3.1.2 Análisis de precios unitarios ..... 193

6.3.2 *Análisis de precios unitarios para sistema de alcantarillado pluvial* ....217

6.3.2.1 Rubros y rendimientos .....217

6.3.2.2 Análisis de precios unitarios .....218

**6.4 Presupuesto de obra .....250**

6.4.1 *Presupuesto del sistema de alcantarillado sanitario*.....250

6.4.2 *Presupuesto del sistema de alcantarillado pluvial* .....251

**6.5 Cronograma de ejecución .....252**

6.5.1 *Cronograma de ejecución de la construcción del sistema de alcantarillado sanitario*.....252

6.5.2	<i>Cronograma de ejecución de la construcción del sistema de alcantarillado pluvial</i> .....	254
<b>CAPÍTULO 7</b> .....		<b>256</b>
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>		
7.1	<b>Conclusiones</b> .....	<b>256</b>
7.2	<b>Recomendaciones</b> .....	<b>257</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....		<b>259</b>
<b>TABLA DE ILUSTRACIONES</b> .....		<b>263</b>

## GLOSARIO

<b>Aguas residuales</b>	Aguas procedentes de domicilios, comercios o industrias que se recogen y se transportan a través del sistema de alcantarillado.
<b>Albañal</b>	Es la tubería que conecta la salida sanitaria de una edificación al sistema de alcantarillado sanitario.
<b>Alcantarillado</b>	Sistema de estructuras y tuberías usadas para la recolección y transporte de aguas residuales o servidas (alcantarillado sanitario), de aguas de lluvia, (alcantarillado pluvial), o combinado, desde el lugar en que se generan hasta el sitio en que se vierten o se tratan.
<b>Calado</b>	Es la altura que alcanza la superficie del agua dentro de la tubería.
<b>Caudal</b>	Volumen de líquido que circula a través de una tubería en una unidad de tiempo determinado.
<b>Cota invert</b>	Es la cota inferior o el punto más bajo del diámetro interno de la tubería.
<b>Colector principal</b>	Sucesión de tuberías que recogen y transportan el agua tanto de colectores secundarios como de laterales.

<b>Colector secundario</b>	Tuberías que recolectan y transportan aguas servidas o lluvias a partir de las tuberías laterales.
<b>Conexión domiciliar</b>	Sistema de drenaje interno que conduce las aguas residuales fuera del domicilio.
<b>Descarga</b>	Vertido de aguas residuales provenientes del sistema de alcantarillado.
<b>Isoyeta</b>	Es la línea que dentro de un mapa une los puntos que tienen el mismo índice de pluviosidad.
<b>Laterales</b>	Tuberías que inician el proceso de recolección de aguas servidas o lluvias.
<b>Medio receptor</b>	Es todo aquel terreno, quebrada o cuerpo hídrico en el cual se vierten las aguas residuales. Estas deben tener un tratamiento previo.
<b>Período de diseño</b>	Tiempo en el cual la obra prestará servicios para la que fue diseñada sin necesidad de ser ampliada.
<b>Planta de tratamiento</b>	Estructura que combina procesos y operaciones de tipo físico, químico y biológico con la finalidad de eliminar el residuo sólido, la materia orgánica y organismos patógenos de las aguas servidas.
<b>Servidumbre de paso</b>	Es el derecho sobre un terreno ajeno que permite que un sistema de conducción o evacuación pase a través de este.

## CONCEPTOS GENERALES

**Elementos de un sistema de alcantarillado:** Para la recolección de aguas servidas se emplea un sistema de alcantarillado que consta de varios elementos como se menciona a continuación. Las aguas servidas de las casas se colectan por medio de tubos de pequeño diámetro llamados albañales o conexiones de casa los cuales descargan a las tuberías laterales. La tubería que recibe el caudal de dos o más laterales se conoce como ramal o secundario. Un tubo principal, o cloaca troncal, lleva el caudal de un área considerable, quizá el de un área de drenaje total. Una alcantarilla de descarga puede transportar las aguas servidas al punto de tratamiento. A intervalos frecuentes se instalan pozos de revisión en cada tubo para permitir el acceso para limpieza e inspección. En las tuberías que llevan aguas lluvia, ya sea únicamente o en combinación con aguas servidas, se condicionan tomas o bocas de tormenta para permitir la entrada del agua de tormenta de las cunetas de las calles.

**Tipos de aguas negras:** Las aguas negras se clasifican generalmente por su origen. Aquellas que provienen de residencias, instituciones, y edificios comerciales son las aguas negras domésticas, sanitarias o caseras; aquellas que son resultado de procesos de manufacturación o industriales son las aguas industriales o comerciales; el escurrimiento de las calles durante e inmediatamente después de las tormentas forman las aguas lluvia o aguas negras de tormenta.<sup>1</sup>

**Requisitos de un sistema de alcantarillado:** Se debe proyectar un sistema de alcantarillado que colecte las aguas negras de las casas y las transporte a una

---

<sup>1</sup> Hardenbergh, W. A. y Edward B. Rodie, Ingeniería Sanitaria, Editorial Continental, 3<sup>ra</sup> edición, México, 1974, pág. 17.

instalación para tratamiento o a un sitio de descarga como quebradas. Usualmente los desperdicios deben recibirse de los sótanos de las casas, lo que significa que las alcantarillas deben estar por lo menos a 1,2 de profundidad. El flujo debe ser por gravedad en tanto sea posible, y las alcantarillas deben tenderse con una pendiente que permita una velocidad de flujo razonable. Generalmente se debe proveer de un tratamiento de las aguas negras.

Como resultado del esfuerzo por obtener un flujo por gravedad, lo que es de desear por razones económicas, la planta de tratamiento de aguas negras usualmente debe estar localizado en un área baja. Así, además del trabajo de proyectar una planta de tratamiento complicada, el ingeniero a menudo debe considerar la instalación de artefactos para la protección, en caso de inundaciones, durante la construcción de la misma.

**Drenaje pluvial:** La función de este sistema de drenaje es retirar el agua lluvia de calles y otras áreas con el fin de prevenir daños a la propiedad, inundaciones, paralización del tráfico, entre otros. Son necesarios sumideros de gran capacidad para evacuar el agua obtenida de las grandes precipitaciones que ocurren frecuentemente en el sector de estudio. Así, el ingeniero se enfrenta siempre con el problema de escoger la intensidad de lluvia de proyecto. Es práctica común no proyectar para las tormentas más severas ya que se considera más económico el aceptar daños y molestias que resulten de vez en cuando. El problema del proyecto se complica debido a que, a medida que un distrito se edifica y las áreas de los techos, calzadas y otras superficies impermeables se incrementan, el escurrimiento de las lluvias futuras también aumenta.

En algunas poblaciones antiguas los sistemas alcantarillados están proyectados para transportar en la misma tubería tanto aguas negras como aguas lluvia. Como

resultado de esto, los tubos son mucho más grandes de lo necesario para transportar aguas negras solamente. Estos sistemas, en la actualidad, nunca o casi nunca se construyen debido a que es más económico el proporcionar sistemas separados, especialmente cuando se deben tratar las aguas negras.

**Planta de tratamiento:** El objetivo principal de la planta de tratamiento es generar efluente tratado o agua limpia y residuo sólido o lodo, lo suficientemente aceptables para no causar un fuerte impacto sobre el medio ambiente. Esto contempla la depuración del agua servida mediante procesos y operaciones físicas, químicas y biológicas que remueven el residuo sólido, la materia orgánica, organismos patógenos y cuando es necesario nutrientes como el nitrógeno y fósforo que en ciertas cantidades pueden ser tóxicos para peces o invertebrados que habitan dentro del medio receptor.

Generalmente el tratamiento de aguas residuales empieza por la separación de sólidos grandes mediante un sistema de rejillas para luego separar los sólidos densos como la arena a través de desarenadores. A continuación se realiza la sedimentación primaria, que es un proceso que separa los sólidos suspendidos en el agua para posteriormente descomponer la materia orgánica mediante bacterias presentes dentro del agua residual. Luego de separar la masa biológica (sedimentación secundaria), el agua puede pasar por procesos de desinfección, filtración, entre otros (tratamiento terciario). Finalmente el efluente tratado puede descargarse al medio receptor.

## RESUMEN

La presente disertación de grado fue elaborada como una contribución de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador hacia los pobladores de El Chaupi, perteneciente a Machachi, en el cantón Mejía.

Esta consta de siete capítulos. En el primero se mencionan todas las generalidades del diseño en estudio, así como objetivos y descripción general de la zona.

El segundo capítulo se enfoca a los trabajos de campo e investigaciones como son la climatología y las áreas que constituyen este sector.

El tercer capítulo consta el diseño de los sistemas de alcantarillado sanitario y pluvial.

En el capítulo cuarto mencionaremos los impactos ambientales causados y las posibles medidas de mitigación.

En el capítulo quinto se darán a conocer las especificaciones técnicas usadas en este diseño como también los materiales que se van a emplear para la realización del mismo.

En el capítulo sexto se dará a conocer el presupuesto de la obra; y,

Por último en el capítulo séptimo se dará a conocer las conclusiones y recomendaciones. Se mencionan las consideraciones sobre la planificación de un sistema de drenaje sanitario y otra de drenaje pluvial incluyendo los planos finales.

# **CAPÍTULO 1**

## **GENERALIDADES**

### **1.1 Introducción**

A través 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 viviendas, comercios e industrias son de suma importancia.

La vida en comunidades organizadas y asentamientos poblacionales no puede existir sin los servicios de abastecimiento de agua y eliminación de las aguas negras. Estos son servicios que la gente no puede proporcionarse por sí mismo y que son, por lo tanto, responsabilidad de la comunidad. El proyecto, construcción y operación de las obras necesarias para proporcionar un abastecimiento de agua apropiada y tratar las aguas negras resultantes son problemas de ingeniería sanitaria. Ambos requieren un alto grado de habilidad y criterio, debido a la naturaleza del trabajo y porque cada fase del problema involucra la salud de los ciudadanos.

Las obras de abastecimiento de agua y eliminación de las aguas negras son un punto importante en el presupuesto de la población promedio, tanto en su construcción inicial como en su operación y mantenimiento. Además de su utilidad doméstica, para beber, asearse, cuidados de la casa y usos sanitarios, el agua es esencial para muchos otros usos de la comunidad. Se necesita en la industria y de hecho muchas industrias utilizan cantidades muy grandes. Es esencial en las

operaciones mercantiles diarias, para extinguir incendios, para aire acondicionado, para limpieza de las calles y muchos otros fines.

El abastecimiento de agua y la eliminación de aguas negras deben considerarse como una unidad. En donde exista un abastecimiento de agua bajo presión, con plomería interior, se producirán aguas negras. Si no se eliminan adecuadamente, los desperdicios de una comunidad pueden crear molestias intolerables, esparcir enfermedades y reducir el valor de las propiedades. En áreas rurales se pueden tratar las aguas negras con pozos negros y tanques sépticos, proporcionándose su instalación cada vecino.

En efecto, los problemas de abastecimiento de agua para la comunidad y la eliminación de las aguas negras consisten en los siguiente: la obtención de agua de un área mas o menos distante; su tratamiento, si es necesario y su transportación a la comunidad; que proporcione agua al sistema de plomería de cada casa; un sistema de colección, que también llegue a todas las casas, en donde descarguen las aguas negras por medio de albañales; líneas de alcantarillado para trasportar las aguas negras al punto de tratamiento o zona de descarga; y una planta de tratamiento para remover de las aguas negras los constituyentes orgánico y de cualquiera otra índole que hace de ellas un peligro para la salud y un serio problema potencial.

En el presente trabajo de graduación se propone el diseño del alcantarillado sanitario y pluvial de la comunidad de El Chaupi, del Cantón Mejía. Se menciona también las especificaciones técnicas que deberán considerarse a la hora de llevar a cabo la ejecución física e incluye la descripción técnica del proyecto con sus limitantes y características propias, así también los componentes a utilizarse en cada uno.

## **1.2 Objetivos**

### **GENERAL**

Realizar un diseño ajustado a la realidad, con las actuales recomendaciones técnicas y económicas de alcantarillado pluvial y sanitario del sector de El Chaupi, para mejorar la calidad de vida de los habitantes de esta parroquia.

### **ESPECÍFICOS**

1. Determinar las dimensiones de las tuberías necesarias para la mejor evacuación de las aguas servidas y lluvias desde el punto de vista técnico y económico.
2. Calcular las cantidades de obra para la elaboración del presupuesto respectivo que permitan obtener financiamiento para la construcción del proyecto.
3. Determinar mediante el estudio de Impacto Ambiental los efectos negativos que pudieran ocasionarse por la ejecución del proyecto.
4. Determinar soluciones adecuadas para mitigar los impactos ambientales negativos que puedan generarse.

### 1.3 Descripción general de la zona


Etimológicamente la palabra quechua “*Chaupi*” significa “*mitad o del medio*”. Esta parroquia forma parte del cantón Mejía, perteneciente a la provincia de Pichincha.

De acuerdo al último censo realizado en el año 2009, El Chaupi tiene una población de mil quinientos cincuenta y tres habitantes (1553 hab).<sup>2</sup> Sin embargo, la población que se requiere para el diseño es la población urbana de la parroquia que consta de 568 [hab].<sup>3</sup>

La parte urbana de El Chaupi posee un área de aporte de dieciocho punto sesenta y tres hectáreas (18.63 Ha) con la cual se realizó el diseño del sistema de alcantarillado pluvial y sanitario.

A continuación se muestran algunos datos importantes de la zona.

**Tabla 1-1** Datos importantes de la parroquia El Chaupi

PARROQUIA EL CHAUPI	DATOS GENERALES	
	PROVINCIA	Pichincha
	CANTÓN	Mejía
	SUPERFICIE	138 Km <sup>2</sup>
	POBLACIÓN <sub>(2001)</sub>	1322 hab
	POBLACIÓN <sub>(2009)</sub>	1553 hab
	ALTITUD	3000 a 4000 m.s.n.m.
<b>Fotografía 1-1</b> Zona del proyecto	TEMPERATURA	9° - 11°

*FUENTE: Plan de desarrollo participativo 2002 – 2012 de la parroquia El Chaupi*

<sup>2</sup> FUENTE: Junta parroquial de El Chaupi.

<sup>3</sup> FUENTE: Dr. Manuel Zurita, encargado del centro de salud de la parroquia.

### ***Reseña histórica***<sup>4</sup>

Los documentos históricos señalan que después de las guerras de la Independencia, los terrenos que actualmente corresponden a la parroquia de El Chaupi, fueron de propiedad de la señora Doña Manuela Carcelén conocida también como La Marquesa de Solanda, quien a la muerte de su esposo el Mariscal Antonio José de Sucre, contrajo segundas nupcias con el General Isidro Barriga.

Con el paso de los años, esta hacienda pasó a ser propiedad de los esposos italianos señores José Domingo Bruzzone y María Dolores Cancela; entre los años 1930 y 1940 se la fraccionó y sus nuevos dueños le dieron diversos nombres como: Santa Elena, Mariscal, La Bolivia, Umbría, Chisinche, Chiguactilí, Santa Inés, el Prado, Unambiro, Rancho Grande, entre otros.

De la primera división de la gran hacienda Chisinche, los señores Bruzzone, sus propietarios, se reservaron un área de terreno a la cual bautizaron con el nombre de El Cortijo de Solanda que posteriormente pasó a ser propiedad de su hijo señor Pedro Bruzzone Cancela y de su esposa señora doña Enma Solórzano, éste conjuntamente con el señor Gonzalo Román Checa, al ser elegidos como Concejales del Cantón Mejía en 1948, se convierten en los gestores de la creación de la parroquia rural El Chaupi. En efecto, estos ilustres ciudadanos presentaron la propuesta ante el Concejo el 10 de febrero de 1949.

Esta solicitud fue aprobada por el Presidente de la República de ese entonces, el Dr. José María Velasco Ibarra, el 23 de mayo de 1949 mediante acuerdo ejecutivo No. 265, elevando a la categoría de parroquia rural al caserío El Chaupi del cantón Mejía y desmembrándolo de la parroquia Aloasí.

---

<sup>4</sup> Gobierno de la provincia de Pichincha, Plan de desarrollo participativo 2002-2012 de la parroquia El Chaupi, Editorial Pedro Jorge Vera – CCE, Quito, 2004, pág. 15.

“Parroquia en la cual sus hijos han ido forjando su espíritu, su carácter y la interminable lucha con el ganado, labor que se ha visto reflejada en la gran habilidad de estos “chagras” demostrada en distintas partes del país, en eventos de rodeo, lazo y doma de toros. Lugar de historia y leyendas que hasta la actualidad deja recuerdos y anécdotas que contar, “tierra de buenos chagras””.<sup>5</sup>

### ***Vías de acceso***

Se puede llegar a la parroquia El Chaupi desde cualquier punto geográfico del país. Aproximadamente a 40 Km de Quito, por la Panamericana Sur, a la altura del puente Jambelí, a mano derecha existe un camino empedrado de entrada a la parroquia continuando con un tramo asfaltado que llega a la parte urbana de esta. Sin duda, a futuro se contará con una vía totalmente asfaltada para llegar a El Chaupi.



**Fotografía 1-2** Vías de acceso a la parroquia El Chaupi

<sup>5</sup> Gobierno Parroquial, “Chaupi, tierra de los auténticos chagras”. Internet. [www.joyasdequito.com](http://www.joyasdequito.com). Acceso: 12/04/2010.

## 1.3.1 Situación geográfica

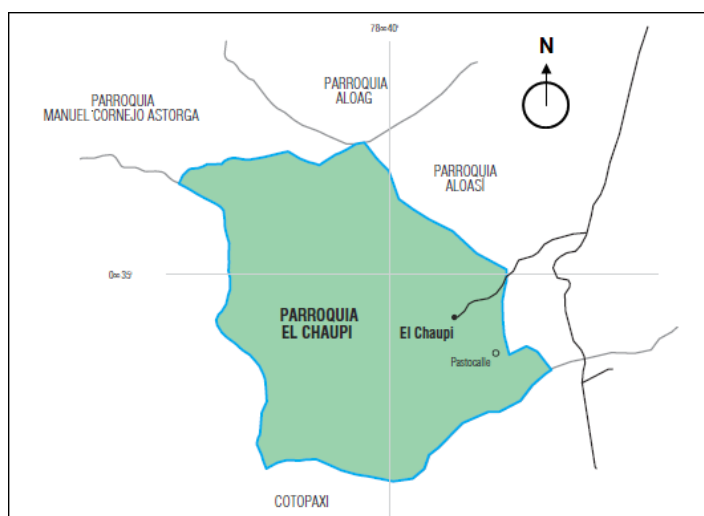
### 1.3.1.1 Ubicación geográfica

La parroquia El Chaupi se encuentra en el Cantón Mejía, al Sur – Oeste de Machachi, la cabecera cantonal, en la provincia de Pichincha. Está ubicada 40 Km. de la ciudad de Quito; aproximadamente una hora y media de viaje en automóvil a través de la Panamericana Sur.

### 1.3.1.2 Límites

El Chaupi tiene los siguientes límites geográficos:

<b>Norte</b>	Parroquias Aloasí, Aloag y Manuel Cornejo Astorga
<b>Sur</b>	Provincia de Cotopaxi
<b>Este</b>	Parroquia Aloasí
<b>Oeste</b>	Provincia de Cotopaxi



**Figura 1-1** Límites de la parroquia El Chaupi <sup>6</sup>

<sup>6</sup> Ilustre Municipio del cantón Mejía, "Parroquia El Chaupi, 2007 - 2009". Internet. [www.municipiodemejia.gov.ec](http://www.municipiodemejia.gov.ec). Acceso: 24/03/2010.

### 1.3.1.3 *Coordenadas geográficas*<sup>7</sup>

Sus coordenadas geográficas con respecto al meridiano de Greenwich son:

**Latitud**      0° 11' 00" S

**Longitud**    78° 31' 00" W

## 1.3.2 *Situación socioeconómica*

### 1.3.2.1 *Descripción social*

#### ***Grupos étnicos***

La población está compuesta por mestizos e indígenas, variedad étnica que ha sido impuesta por influencia de la migración a este lugar. “En la parroquia hablar de mestizos, cholos, indios y blancos no responde a una división clasista.”<sup>8</sup> La lengua que se emplea es el castellano.

#### ***Educación***

De acuerdo con la información disponible en el Plan de Desarrollo de la parroquia El Chaupi, existen 3 establecimientos educativos fiscales: un jardín de infantes (Los Ilinizas), una escuela (Luz Emilia Zaa) y un colegio; además cuenta con un centro artesanal dedicado a la enseñanza de Corte y Confección que funciona regularmente con aproximadamente 20 alumnas y 5 profesores de los cuales 4 son fiscales y uno es por contrato.

---

<sup>7</sup> La Tierra, “América del Sur: Chaupi”. Internet. [www.tutiempo.net](http://www.tutiempo.net). Acceso: 17/04/2010.

<sup>8</sup> Gobierno Parroquial, “Chaupi, tierra de los auténticos chagras”. Internet. [www.joyasdequito.com](http://www.joyasdequito.com). Acceso: 12/04/2010.

A la escuela asisten 142 alumnos, atendidos por 8 profesores, 6 profesores de planta y 2 particulares. El jardín de infantes cuenta aproximadamente con 16 niños cada año, atendidas por 1 profesora.

Hoy en día el colegio funciona normalmente luego de haber desaparecido debido a que el número de estudiantes se redujo drásticamente a 14 en años pasados.

La parroquia de El Chaupi presentó para 1990 una tasa de analfabetismo del 22%, aproximadamente el doble de la observada en Machachi (13%). El nivel de escolaridad de la población que asistió a centros de formación educativa alcanza a 3.96 grados, calificación que demuestra un bajo nivel educativo de los habitantes de la parroquia.<sup>9</sup>

### **Salud**

La parroquia cuenta con el subcentro de salud N° 16 que es atendido por una enfermera permanente y un médico cuya atención es irregular.

Según el Plan de desarrollo, no existen establecimientos privados de salud y muchas veces los pacientes que acuden al subcentro por una emergencia no pueden ser atendidos porque el médico no se encuentra en el establecimiento, hecho que obliga a los pacientes a desplazarse fuera de la parroquia en busca de atención médica principalmente a la ciudad de Machachi.

Esta situación sugiere que el servicio de salud en la parroquia es deficitario principalmente por la persistente falta de suministros y personal médico. Es importante mencionar que de acuerdo al presidente de la Junta parroquial, las instalaciones del subcentro de salud son insuficientes.

---

<sup>9</sup> Gobierno de la provincia de Pichincha, Plan de desarrollo participativo 2002-2012 de la parroquia El Chaupi, Editorial Pedro Jorge Vera – CCE, Quito, 2004, pág. 21.

La situación actual de El Chaupi no ha cambiando mucho con la descrita tiempo atrás en un artículo del diario El Comercio del 9 de noviembre del 2005:

“En los barrios del centro y en los de la parte alta no hay alcantarillado. Las familias tienen pozos sépticos y queman la basura. Esta es la causa de varias enfermedades, según lo explica Fanny Yuccha, auxiliar del Subcentro de Salud de la parroquia. “Los niños y adultos padecen parasitosis, vaginosis, granos en la piel, que son enfermedades producidas por la falta de aseo”. En este subcentro solo hay una auxiliar y un odontólogo. Un médico rural visita el lugar un día a la semana, de 09:00 a 12:00. Él no cobra por la consulta, pero sí por los medicamentos, porque en la parroquia no hay una farmacia. Cuando hay una emergencia, varias personas deben caminar más de 30 minutos y subirse a un bus que los lleve al Hospital de Machachi.”<sup>10</sup>

Aquí radica la importancia de la realización del sistema de alcantarillado para la comunidad.

### 1.3.2.2 Descripción económica<sup>11</sup>

#### ***Economía de la parroquia***

En la parroquia, debido a las características de su suelo predominan actividades agrícolas y ganaderas, aunque últimamente se ha instalado una empresa florícola con una creciente demanda de empleo, especialmente femenina. No obstante a las potencialidades de su suelo, la adopción de tecnologías mejoradas, la falta de financiamiento, la poca capacitación productiva y la deficiente disponibilidad de

---

<sup>10</sup> El Comercio, “El Chaupi, un rincón olvidado en Mejía”. Internet. [www.elcomercio.com](http://www.elcomercio.com). Acceso: 26/05/2010.

<sup>11</sup> Gobierno de la provincia de Pichincha, Plan de desarrollo participativo 2002-2012 de la Parroquia El Chaupi, Editorial Pedro Jorge Vera – CCE, Quito, 2004, págs. 20 - 21.

infraestructura vial adecuada, constituyen limitantes para un mejor aprovechamiento de los recursos naturales. Estos factores determinan niveles de producción y productividad que impiden competir en condiciones más ventajosas que el resto de las parroquias del cantón Mejía.

Sin embargo, por su ubicación se ha desarrollado una creciente demanda de servicios turísticos, misma que podría constituir una fuente de recursos importantes para una parte de la población de la parroquia.

### ***Ocupaciones de la población por ramas de actividad***

Debido a las características de la base económica de la parroquia, la proporción de la población económicamente activa (PEA) ocupada en actividades agropecuarias significa el 68.4%, de las cuales el 43% percibe una remuneración por su trabajo, el resto de actividades no son significativas. En efecto, en el sector manufacturero se ocupa el 5.1% de la PEA y el resto se dedica a las ramas de comercio y servicios.

A partir de los indicadores estimados para la parroquia, alrededor del 46% de la población mayor de 13 años se califica como población económicamente activa y remunerada, un 29% de la PEA corresponde a mujeres.

### ***Producción***

Esta parroquia es una zona eminentemente ganadera; gran parte de sus suelos están ocupados por pastos naturales o plantados. Con relación la producción agrícola, sus cultivos, ocupan menos espacio que los pastos, siendo especialmente importantes los cultivos de cereales como la cebada a los 3600 m de altura. Existen también cultivos de hortalizas que están entre los 3000 y los 3100 m.

Los principales productos son: papas, habas, mellocos, col, zanahorias, lechugas, remolacha, entre otros.

Es importante señalar que en los últimos años se ha instalado en ésta zona una empresa florícola denominada “Flores del Páramo S.A.”, con tecnología moderna acorde a las exigencias del mercado lo cual constituye un foco principal de producción en la zona.

### ***Turismo***

Desde esta parroquia hay una ruta de ascenso por senderos bien delimitados, que permiten llegar sin riesgo de pérdida hacia los nevados “Los Illinizas”, en los cuales se puede apreciar los drásticos cambios de temperatura, vertientes de aguas cristalinas y sulfurosas y gran variedad de áreas silvestres. Camino al cerro “El Corazón” existe la Asociación San Marcos, sitio estratégico para acampar y observar la belleza de sus paisajes.

### ***Fiestas***<sup>12</sup>

Las celebraciones en la parroquia constituyen una excelente fuente de ingreso debido al número de turistas que asisten. Sus principales fiestas son:

**10 de Febrero** Fiestas de parroquialización, durante todo este mes se realizan diferentes programas.

**24 de Abril** Festividades en honor a San Marcos, patrono de los Chagras.

**2 de Agosto** Fiesta en honor a la Santísima Virgen de los Ángeles.

---

<sup>12</sup> Gobierno Parroquial, “Chaupi, tierra de los auténticos chagras”. Internet. [www.joyasdequito.com](http://www.joyasdequito.com). Acceso: 12/04/2010.

## **CAPÍTULO 2**

### **INVESTIGACIONES Y TRABAJOS DE CAMPO**

#### **2.1 Objetivo y Alcance**

##### **OBJETIVO**

Recopilar información necesaria para realizar el diseño del sistema de alcantarillado sanitario y pluvial para la comunidad de El Chaupi, en el cantón Mejía.

##### **ALCANCE**

Analizar la información obtenida sobre hidrología, clima, geología y estudios topográficos de la zona del proyecto.

#### **2.2 Hidrología**

De acuerdo a INFOPLAN, las parroquias de Machachi, Aloasí, Tambillo, El Chaupi y Cutuglagua se hallan localizadas en la cuenca del río Esmeraldas y en la Subcuenca del río Guayllabamba.

En la parroquia de El Chaupi encontramos los ríos Blanco, Corazón, Pilongo y Saluco; con la confluencia de estos tres últimos se forma el río Nievestoma.<sup>13</sup>

---

<sup>13</sup> Gobierno de la provincia de Pichincha, Plan de desarrollo participativo 2002-2012 de la Parroquia El Chaupi, Editorial Pedro Jorge Vera – CCE, Quito, 2004, pág. 16.

Las Microcuencas que se encuentran en los alrededores o dentro del área de influencia del proyecto de alcantarillado son la Quebrada Yacupungo y la Quebrada Ushuglomo, las cuales son pequeños afluentes del río San Pedro.

Estas dos quebradas-microcuencas serán usadas como zona de descarga de las aguas residuales de la parroquia El Chaupi.

### ***Generalidades***

Según un estudio realizado por la Consultora ambiental Isso Natura, las áreas que tienen riego lo hacen a través de vertientes y ninguna de ellas es protegida por los propietarios, las cuales presentan disminución o ha desaparecido su caudal.

### ***Uso del agua***

De acuerdo al estudio mencionado anteriormente, el agua es utilizada para riego en cultivos de ciclo corto como: acelga, lechuga, rábano, y toda clase de hortalizas propias de la zona, como también en plantaciones florícolas que son una fuente de ingresos y empleo para los pobladores de la parroquia; así como para la ganadería de las grandes haciendas que todavía existen.

## **2.3 Climatología<sup>14</sup>**

La provincia de Pichincha se caracteriza por tener un clima variable de acuerdo con la altura, por ejemplo al centro de la misma se encuentra influenciada por climas

---

<sup>14</sup> Arq. Virgilio Lozano, Consultora ambiental Isso Natura, "Estudio de Impacto Ambiental del proyecto "Ejecución de subsistemas a la Panamericana Sur de las poblaciones de Machachi, Aloasi y Tambillo del cantón Mejía". Internet. [www.ambiente.gov.ec](http://www.ambiente.gov.ec). Acceso: 26/03/2010.

Mesotérmico Húmedo y Semi-Húmedo, Mesotérmico Seco, de páramo y gélido, con temperaturas entre los 8 y 24 °C.

El cantón Mejía presenta diversos climas: al oeste del cantón se encuentra un clima Tropical Megatérmico Húmedo, la zona central y norte tiene un clima Ecuatorial Mesotérmico Semi-húmedo, mientras que al sur, sureste y parte de la zona norte del cantón Mejía se presenta el clima Ecuatorial de alta montaña y finalmente al este del cantón se tiene un clima Nival.

De acuerdo a la Estación Agrometeorológica Izobamba, el cantón Mejía tiene los datos promedio de los años 1995 al 2000, que se presentan a continuación:

**Tabla 2-1** Datos meteorológicos del cantón Mejía

Temperatura	Mínima (°C)		Máxima (°C)	
		1.8		21.5
Precipitaciones promedio	131 mm			
Humedad relativa	77.60 %			
Nubosidad	Promedio	Máximo	Mínimo	
	(octavos)	(octavos)	(octavos)	
	5.4	6	4	
		Enero - Mayo	Julio - Agosto	

FUENTE: EsIA, Consultora ambiental Isso Natura

Según lo menciona el estudio realizado por la Consultora ambiental Isso Natura, la información meteorológica que se presenta a continuación se obtuvo de la Estación Agrometeorológica Izobamba, perteneciente al INAMHI, la cual se encuentra dentro del rango de altitud y localización de la parroquia El Chaupi como lo demuestra el cuadro a continuación.

**Tabla 2-2** Información de la estación Izobamba (INAMHI)

IZOBAMBA (INAMHI)		
<b>Tipo</b>	Agrometeorológica	
<b>Institución</b>	INAMHI	
<b>Localización</b>	<b>LATITUD</b>	<b>LONGITUD</b>
	00° 21' 45" S	78° 33' 11" W
<b>Zona Hidrológica</b>	80	
<b>Altitud</b>	3058 m.s.n.m	

FUENTE: EsIA, Consultora ambiental Isso Natura

### **Temperatura**

Las temperaturas medias mensuales, máximas y mínimas de la estación Izobamba las podemos observar en la siguiente tabla:

**Tabla 2-3** Valores de temperatura - Estación Izobamba, año 2006

MES	ABSOLUTAS		MEDIAS		
	Máxima (°C)	Mínima (°C)	Máxima (°C)	Mínima (°C)	Mensual (°C)
Enero	21.7	5.2	17.8	7.2	12.0
Febrero	20.7		18.1	6.7	12.2
Marzo	20.8	4.5	17.4	6.7	11.7
Abril	20.5	3.6	17.8	6.6	11.8
Mayo	20.4	1.7	18.9	6.2	12.6
Junio	21.0	3.8	18.1	6.7	11.9
Julio	21.4		18.8	6.0	12.3
Agosto	22.4	2.6	19.4	5.5	12.4
Septiembre	22.5	2.2	19.4	4.5	12.4
Octubre	22.9	1.1	19.4	5.4	12.4
Noviembre	21.5	4.2	18.0	7.0	11.8
Diciembre	20.9		18.2	6.6	12.0
<b>Valor anual</b>	<b>21.4</b>		<b>18.4</b>	<b>6.3</b>	<b>12.1</b>

FUENTE: EsIA, Consultora ambiental Isso Natura

### **Precipitación**

Los valores pluviométricos mensuales que se han registrado en esta estación agrometeorológica se presentan en la siguiente tabla:

**Tabla 2-4** Valores pluviométricos mensuales

<b>MES</b>	<b>PRECIPITACIÓN (mm)</b>	
	<b>Suma Mensual</b>	<b>Número de días con precipitación</b>
Enero	93.3	20
Febrero	188.8	22
Marzo	167.5	24
Abril	262.0	25
Mayo	76.3	15
Junio	92.2	16
Julio	13.1	7
Agosto	23.6	8
Septiembre	51.6	11
Octubre	76.5	15
Noviembre	245.9	24
Diciembre	174.6	21
<b>Valor anual</b>	<b>1465.4</b>	<b>208</b>

*FUENTE: EsIA, Consultora ambiental Issso Natura*

En los sectores de Machachi y Aloasí, la Estación Machachi (INAMHI) determina un clima sub-húmedo sin exceso de agua, mesotérmicos y templado frío; con una temperatura media anual de 12.7 °C. y una precipitación anual de 967 mm.

De acuerdo a los datos históricos de las precipitaciones, se establece que la estación lluviosa se iniciaba a mediados del mes de Septiembre y finalizaba en la mitad del mes de Mayo con picos máximos en los meses Febrero, Marzo y Abril,

dejando un espacio de tres meses para la estación seca correspondiente a los meses de Junio; Julio y Agosto.

Los dramáticos cambios climáticos mundiales, también son evidentes en el país, al observarse una disminución de las precipitaciones, prolongación de los períodos de la estación lluviosa o seca y una alteración de los parámetros climáticos. El valle de Machachi no se escapa de este síntoma y las precipitaciones en los últimos 6 años tienden a disminuir de forma alarmante, obteniéndose un promedio anual aproximado de 700 mm.

Lo anteriormente señalado se lo demuestra con los siguientes valores correspondientes a los máximos de precipitación en 24 horas registrados en dos períodos de observación:

**Tabla 2-5** Valores de precipitación

MES	PRECIPITACIÓN (mm)	
	Máximo en 24 horas (mm): INAMHI 1963-1977	Máximo en 24 horas (mm): Consultor 1996-2006
Enero	38.90	26.31
Febrero	28.90	28.10
Marzo	37.50	30.60
Abril	27.70	32.30
Mayo	24.20	29.50
Junio	28.20	29.60
Julio	21.90	13.20
Agosto	27.00	13.20
Septiembre	20.30	27.92
Octubre	60.60	22.02
Noviembre	23.60	20.08
Diciembre	38.20	40.78
<b>Promedio</b>	<b>31.42</b>	<b>26.13</b>

FUENTE: EsIA, Consultora ambiental Isso Natura

El sector del proyecto presenta el clima Ecuatorial Mesotérmicos Semi-Húmedo.

El tramo entre Aloasí y parte de Machachi, tiene una isoterma de rango entre 10 y 12 °C, el sector que pertenece a la parroquia Tambillo, tiene una isoterma de rango 12 a 14 °C y en Cutuglahua una isoterma de 10 a 12 °C.

En cuanto a las isoyetas existentes en las cercanías de la zona del proyecto, se presenta 3 con los siguientes rangos y ubicación:

- Aloasí y Machachi: tienen una precipitación promedio anual de 1000 a 1250 mm.
- Parte de la parroquia Machachi y Tambillo: precipitación promedio anual de 1250 a 1500 mm.
- Parroquia Cutuglagua: precipitación promedio anual de 500 a 1750 mm.

Los meses secos en el sector de proyecto son 2, y se presenta un déficit hídrico de 25 a 50 mm.

## **2.4 Estudios topográficos**

Los estudios topográficos de la parroquia El Chaupi fueron realizados por el Municipio del cantón Mejía con los cuales se realizó el diseño del sistema de alcantarillado. (Ver Anexo 1)

### **2.4.1 Planimetría del área**

En los planos de planimetría de la zona del proyecto se muestra el área edificada en la actualidad con una ligera proyección de área futura que corresponden a los

terrenos que probablemente sean urbanizados. El levantamiento realizado es suficientemente completo; en este aparece la localización exacta de las calles, casas, diferentes tipos de estructuras, quebradas, cuerpos de agua, en general todo lo que influya en el desarrollo del proyecto.

#### **2.4.2 Altimetría del área**

El levantamiento de la zona se realizó mediante curvas de nivel cada metro, dando especial importancia a las cotas de piso de terrenos o construcciones y calles existentes.

La zona del proyecto tiene un relieve muy variado, desde quebradas que bordean el sector hasta una serie de elevaciones en donde las cotas varían desde 3354 como la cota más alta hasta 3336 m.s.n.m. como la cota más baja.

### **2.5 Geología del sector <sup>15</sup>**

El Ecuador es un país rico en todo tipo de realidades geográficas ya que presenta una gran variedad de rocas y estructuras, cuyo origen se encuentra en acontecimientos orogénicos y paleográficos ocurridos a lo largo de la historia. El más importante de estos acontecimientos es la formación de la Cordillera de los Andes.

El cantón Mejía está ubicado al suroriente de la provincia de Pichincha, a una altitud de 4600 a 4750 metros sobre el nivel del mar. Su temperatura media anual es de 11,9 °C. Su superficie es de 1423 km<sup>2</sup>. Limita al norte con el Distrito Metropolitano

---

<sup>15</sup> Arq. Virgilio Lozano, Consultora ambiental Isso Natura, "Estudio de Impacto Ambiental del proyecto "Ejecución de subsistemas a la Panamericana Sur de las poblaciones de Machachi, Aloasí y Tambillo del cantón Mejía"". Internet. [www.ambiente.gov.ec](http://www.ambiente.gov.ec). Acceso: 26/03/2010.

de Quito, Cantón Rumiñahui y Santo Domingo de los Colorados, al sur la Provincia Cotopaxi, al este la Provincia del Napo y al oeste Santo Domingo de los Tsáchilas y la provincia de Cotopaxi.

La geología de la zona de estudio se ha desarrollado por un volcanismo explosivo: andesitas y dacitas. El material del suelo del sector son los piroclastos, lahares y flujo de lava. El tipo de rocas predominantes en la zona son las rocas volcánicas del cenozoico: rocas volcánicas continentales del Pleistoceno-Holoceno de composición andesita liparítico, regionalmente localizadas en el graben de Quito.

De acuerdo con la información del mapa Sismo tectónico del Ecuador, en la zona del proyecto se tiene un sistema transcurrente dextral y subducción, con un registro sísmico moderado pero catalogado de alto riesgo por su vulnerabilidad ante una probable erupción del volcán Cotopaxi.

A continuación se mencionan las montañas que se localizan alrededor del valle de Machachi, de las parroquias aledañas y por ende de la zona del proyecto, las cuales han sido responsables de la geología, geomorfología y tipo de suelos presentes en esta región del Ecuador:

- Volcán Pasochoa, localizado al noreste del valle de Machachi.
- Volcán Rumiñahui (4722 m.s.n.m.), localizado al sureste del valle de Machachi.
- Cerro Corazón (4523 m.s.n.m.), localizado al oeste del valle de Machachi.

## **CAPÍTULO 3**

# **DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL**

### **3.1 Diseño del sistema de alcantarillado sanitario**

#### ***3.1.1 Objetivo y alcance***

##### **OBJETIVOS**

Diseñar el sistema de alcantarillado para la población de El Chaupi que tiene un área de aporte de dieciocho punto sesenta y tres hectáreas (18.63 Ha), por medio del cual se podrá recolectar aguas sanitarias provenientes de la población urbana de la zona.

Realizar el diseño en base a normas existentes para que su funcionamiento sea óptimo y sirva a la comunidad.

##### **ALCANCE**

Se diseñaron sistemas de alcantarillado separados, tanto sanitario como pluvial, cumpliendo con normas ecuatorianas. En este capítulo se detalla el diseño del alcantarillado sanitario.

### **3.1.2 Disposiciones generales**

Se realizó el diseño del sistema de alcantarillado sanitario con el objetivo de recolectar y transportar aguas servidas de la población hacia los sitios de descarga, previo a un adecuado tratamiento del agua para así reducir el impacto ambiental que pudiere causar.

### **3.1.3 Disposiciones específicas**

Tanto el sistema de alcantarillado sanitario como sus obras complementarias fueron diseñados bajo especificaciones de la norma ecuatoriana (INEN) para un período de diseño acorde con la población de El Chaupi.

### **3.1.4 Análisis conceptual de la alternativa de diseño**

El principal objetivo del sistema de alcantarillado sanitario es la recolección, transporte y descarga de aguas servidas trabajando solamente a gravedad y evitando la presión. De acuerdo a esto, los elementos se diseñaron siguiendo la pendiente natural del terreno y realizando una eficiente distribución de caudales para obtener un dimensionamiento adecuado y económico.

### **3.1.5 Bases de diseño**

#### **3.1.5.1 Período de diseño**

Las obras de alcantarillado se deben diseñar tomando en cuenta que deben funcionar satisfactoriamente durante un tiempo determinado.

Para cumplir con ese propósito se tomó en cuenta 4 aspectos principales:

- Crecimiento poblacional
- Situación económica local y nacional
- Tiempo de vida útil de los materiales
- En obras de fácil ampliación se asignan períodos de diseño cortos, mientras que en obras grandes de difícil ampliación se consideran los máximos períodos de diseño.

De acuerdo al manual de diseño realizado por el Ing. Guillermo Burbano, las plantas de tratamiento, tuberías principales, subcolectores del sistema de alcantarillado, que son de fácil ampliación, se podrán diseñar en períodos comprendidos entre 20 y 25 años. En obras grandes como colectores principales, descargas submarinas, emisarios, entre otros, se podrá diseñar a partir de 50 años.

Por norma general, no se podrá diseñar elementos de un sistema de alcantarillado con períodos menores a 20 años, excepto equipos de bombeo.<sup>16</sup>

Realizando el análisis de los términos mencionados anteriormente, se optó por elegir un período de diseño de 25 años para realizar el sistema de alcantarillado sanitario de la población de El Chaupi.

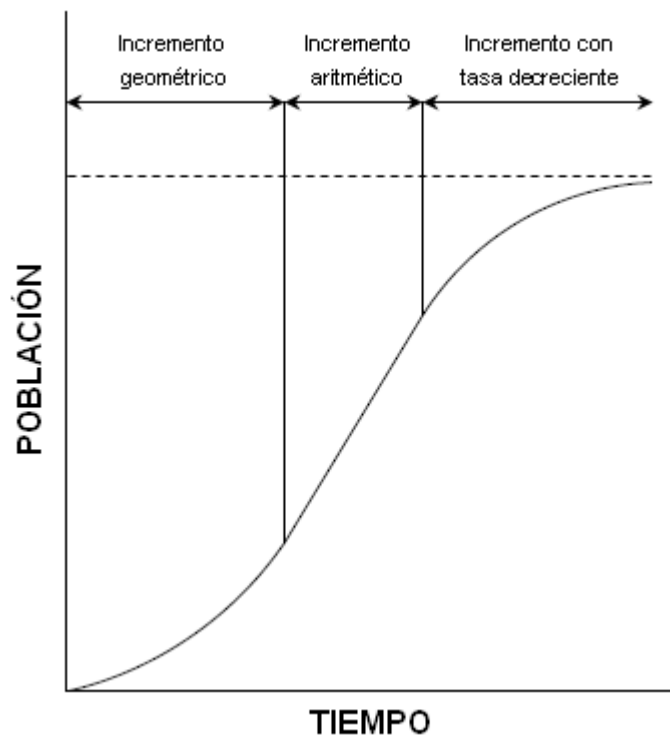
### 3.1.5.2 Población futura

Para calcular la población futura de diseño se optó como mejor opción el método matemático debido a su facilidad de cálculo y porque se cuenta con los datos suficientes para su uso.

---

<sup>16</sup> Ing. Guillermo Burbano O., Criterios básicos de diseño para sistemas de agua potable y alcantarillado, pág. 102.

**Figura 3-1** Curva típica de crecimiento poblacional



*FUENTE: Manual de diseño, Ing. Guillermo Burbano O.*

Los modelos matemáticos han sido muy aceptados para la determinación de la población futura. Su concepto se basa en asumir que el crecimiento que ha tenido una determinada población es función del tiempo y que ha seguido una relación matemática identificable, de esta manera se puede estimar que los futuros cambios en la población se desarrollarán siguiendo esa misma relación.

### **Censos**

Para el año 2001 se determinó un número total de 1322 habitantes en la parroquia El Chaupi, distribuidos en 666 hombres y 656 mujeres; con una densidad poblacional de 9.57 hab/Km<sup>2</sup>.<sup>17</sup> De acuerdo a la Junta parroquial, para el año 2009

<sup>17</sup> INEC, "Censo de población y vivienda 2001: Cantón Mejía". Internet. [www.inec.gov.ec](http://www.inec.gov.ec). Acceso: 30/04/2010.

se determinó un número de 1553 habitantes distribuidos en un área de 138 Km<sup>2</sup>. Para el mismo año, en la zona del proyecto existen 568 habitantes según un censo realizado por el Dr. Manuel Zurita, director del subcentro de salud de la parroquia.

#### 3.1.5.2.1 Método geométrico de crecimiento<sup>18</sup>

Al obtener suficientes datos reales de la zona del proyecto, se procedió a determinar la población futura mediante el método geométrico de crecimiento que corresponde a la siguiente expresión de primer orden:

$$\frac{dp}{dt} = kg * P$$

En el cual  $\frac{dp}{dt}$  representa el incremento de la población **P** en el tiempo **t** y **kg** es una constante.

En igual forma, la integración entre un período inicial **ti** y otro final **tf** nos da la siguiente relación:

$$kg = \frac{\ln(Pf) - \ln(Pi)}{tf - ti}$$

**Pf** es la población que se alcanzará en el tiempo **tf** y **Pi** es la población de partida para el año **ti**. El valor de **kg** se determina con los datos de los censos obtenidos.

El cálculo de la población final se realizará con la siguiente ecuación:

$$Pf = Pi * e^{kg (tf - ti)}$$

Donde **Pf** es la población que se alcanzará en el tiempo **tf**; **Pi** es la población de partida en el tiempo **ti** y **kg** es el incremento geométrico seleccionado para la población.

---

<sup>18</sup> Ing. Guillermo Burbano O., Criterios básicos de diseño para sistemas de agua potable y alcantarillado, pág. 11.

## MÉTODO GEOMÉTRICO DE CRECIMIENTO

### *Determinación de la constante kg*

Datos:

$$\mathbf{Pf} = 1553 \text{ [hab]} \qquad \mathbf{tf} = 2009$$

$$\mathbf{Pi} = 1322 \text{ [hab]} \qquad \mathbf{ti} = 2001$$

$$\mathbf{kg} = \frac{\ln(Pf) - \ln(Pi)}{tf - ti} = \frac{\ln(1553) - \ln(1322)}{2009 - 2001} = 0.02$$

### *Determinación de población futura*

Datos:

$$\mathbf{Período de diseño} = 25 \text{ [años]}$$

$$\mathbf{Pi} = 568 \text{ [hab]} \qquad \mathbf{ti} = 2009$$

$$\mathbf{kg} = 0.02 \qquad \mathbf{tf} = 2010 + 25 = 2035$$

$$\mathbf{Pf}_{2035} = Pi * e^{kg (tf - ti)} = 568 * e^{0.02(2035 - 2009)} = 955.39 = 960 \text{ [hab]}$$

$$\mathbf{Pf}_{2035} = 960 \text{ [hab]}$$

#### 3.1.5.2.2 Densidad poblacional

La densidad poblacional, conocida también como población relativa, es la relación entre el número de habitantes de una población y la superficie que dicha población ocupa.

Su fórmula es:

$$\text{Densidad poblacional} = \frac{\text{Población}}{\text{Superficie}}$$

## DENSIDAD POBLACIONAL

Datos:

$$\text{Población} = P_f = 960 \text{ [hab]}$$

$$\text{Superficie} = 18.63 \text{ [Ha]}$$

$$\text{Densidad poblacional} = \frac{\text{Población}}{\text{Superficie}} = \frac{960 \text{ [hab]}}{18.63 \text{ [Ha]}} = 51.53 \text{ [hab/Ha]}$$

$$\text{Densidad poblacional} = 51.53 \text{ [hab/Ha]}$$

### 3.1.5.3 Áreas tributarias

Para el diseño del sistema de alcantarillado fue necesario determinar las áreas tributarias actuales y de aportación futura, las cuales se calcularon de los planos topográficos obtenidos siguiendo los criterios que recomienda el manual de diseño del Ing. Guillermo Burbano:

- Si el área es sensiblemente cuadrada, la superficie de drenaje para cada tramo de tubería se obtiene trazando diagonales entre los pozos de revisión.
- Si son sensiblemente rectangulares, se divide el rectángulo en dos mitades por los lados menores y luego se trazan rectas inclinadas a 45°, teniendo

como base los lados menores, para formar triángulos y trapecios como áreas de drenaje.

Este método es válido cuando la topografía de la población es casi plana, como es el caso de la población de El Chaupi.

En el caso de que la topografía sea irregular, se deberá realizar un análisis detallado de las zonas en las cuales el procedimiento de división indicado anteriormente no sea aplicable, debiendo recurrirse a las curvas de nivel para la determinación de las áreas de drenaje.<sup>19</sup>

El área de aporte del proyecto es de 18.63 [Ha], la cual se dividió en tres sub-áreas para las tres descargas diferentes que requiere el diseño. La primera de las áreas de aporte es de 6.74 [Ha], la segunda es de 6.26 [Ha] y la última es de 5.63 [Ha], como podemos ver en el anexo 1.

#### 3.1.5.4 Dotación

La dotación es la cantidad de agua asignada a cada habitante por día, considerando todos los consumos de los servicios y las pérdidas físicas que existen en cualquier sistema de distribución.<sup>20</sup> Esta la debe proporcionar un sistema de abastecimiento público con el objetivo de satisfacer las necesidades de consumo de la población.

Es importante determinar el valor de la dotación que recibe la parroquia ya que a partir de este parámetro se puede valorar el caudal de aportación de agua residual como un porcentaje del caudal de consumo de agua potable.

---

<sup>19</sup> Ing. Guillermo Burbano O., Criterios básicos de diseño para sistemas de agua potable y alcantarillado, pág. 114.

<sup>20</sup> Comisión Estatal de Aguas del estado de Querétaro, "Definición de términos y bibliografía". Internet. [www.ceaqueretaro.gob.mx](http://www.ceaqueretaro.gob.mx). Acceso: 06/05/2010.

Para determinar el valor de la dotación deberá realizarse una investigación in situ, tendiente a establecer el valor real de la misma. Para ello deberá utilizarse registros de consumos de la población, por un tiempo representativo.<sup>21</sup>

En este caso, como no fue posible realizar la investigación mencionada anteriormente, las normas nacionales sugieren las siguientes dotaciones:

**Tabla 3-1** Dotación media futura

<b>POBLACIÓN FUTURA [hab]</b>	<b>CLIMA</b>	<b>DOTACIÓN MEDIA FUTURA [l/hab/día]</b>
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

*FUENTE: Ing. Hernán Romero*

Se adoptó una dotación de 150 [l/hab/día] para la población de la parroquia debido a que utilizan el agua en gran parte para riego de cultivos y en ganadería, lo cual exige una mayor dotación. Además con este valor se pretende mantener al diseño bajo un criterio conservador.

<sup>21</sup> Ing. Guillermo Burbano O., Criterios básicos de diseño para sistemas de agua potable y alcantarillado, pág. 20.

### 3.1.5.5 Caudales de diseño<sup>22</sup>

Para determinar los caudales de diseño del sistema de alcantarillado se tuvieron como base los criterios expuestos en el manual de diseño realizado por el Ing. Guillermo Burbano. Esos criterios se detallan a continuación.

#### 3.1.5.5.1 Caudal de aguas servidas

Para el diseño del alcantarillado sanitario se debe considerar los siguientes caudales de aguas servidas:

- a) **Caudal medio inicial:** Se utiliza generalmente para verificar la capacidad de autolimpieza de la red de alcantarillado. Este caudal se determina con la siguiente expresión:

$$Q_{mi} = \frac{P_i * \text{Dotación}_{inicial}}{86400 \left[ \frac{S}{\text{día}} \right]} \text{ Factor A}$$

- b) **Caudal medio final:** Sirve de referencia para el dimensionamiento de estaciones de bombeo, plantas de tratamiento y otras obras anexas.

$$Q_{mf} = \frac{P_f * \text{Dotación}_{final}}{86400 \left[ \frac{S}{\text{día}} \right]} \text{ Factor A}$$

El factor A tiene un valor de 0.7 a 0.8 y en el mismo se considera la cantidad de agua potable, que después de ingresar a los domicilios, no regresa al sistema de alcantarillado en forma de aguas servidas. Esta agua es la que generalmente se destina a riego de jardines, lavado de carros en el exterior de la vivienda, etc. Para nuestro diseño aplicará un factor A de 0.8 por razones de seguridad.

---

<sup>22</sup> Ing. Guillermo Burbano O., Criterios básicos de diseño para sistemas de agua potable y alcantarillado, págs. 102-104.

- c) **Caudal máximo instantáneo final:** Este caudal se obtiene multiplicando el caudal medio diario al final del período de diseño por un coeficiente de mayoración que toma en cuenta el aporte simultáneo de aguas servidas desde los aparatos sanitarios (K).

$$Q_{\text{máx inst.}} = Q_{\text{mf}} * K$$

El coeficiente **K**, para caudales medios, que varíen entre 0.004 y 5.0 [m<sup>3</sup>/s] es igual a:

$$K = \frac{2.228}{Q^{0.073325}}$$

**Q** Caudal medio diario de aguas servidas domésticas en [m<sup>3</sup>/s].

**K** Relación entre el caudal máximo instantáneo y el caudal medio diario.

Este caudal máximo instantáneo se lo utiliza para el dimensionamiento de la red y las estaciones de bombeo.

Para el diseño de tuberías cuyo caudal medio futuro sea inferior a 4 [l/s], el factor K puede ser tomado constante e igual a 4.

#### 3.1.5.5.2 Caudal de infiltración

En el diseño de los sistemas de alcantarillado sanitario se debe considerar un caudal de infiltración, el mismo que ingresa a las tuberías a través de juntas mal confeccionadas o de las paredes de los pozos de revisión, cuando el nivel freático alcanza estos elementos. Sin embargo, si se utilizan tuberías impermeables, como por ejemplo tubería de PVC con sellado elastomérico, se puede considerar prescindible este caudal.

Los valores de caudal de infiltración que se recomienda considerar en un diseño son:

**Para alcantarillado con juntas de mortero**

$$Q_{inf} = 67.34 A^{-0.1425}$$

**Q**  $Q_{m\acute{a}x}$  instantáneo de infiltración [ $m^3/Ha/d\acute{a}a$ ]

**A** Área servida por el alcantarillado [ $Ha$ ]

Esta ecuación se aplica para áreas comprendidas entre 10 y 5000 [ $Ha$ ]. Si el área es menor a 10 [ $Ha$ ], el caudal de infiltración se hace constante e igual a 48.5 [ $m^3/Ha/d\acute{a}a$ ].

**Para sistemas de alcantarillado que utiliza juntas resistentes a la infiltración**

$$Q_{inf} = 42.51 A^{-0.3} \quad \text{si } A \text{ est\acute{a} entre } 40.5 \text{ y } 5000 \text{ [Ha]}$$

$$Q_{inf} = 14 \text{ [m}^3\text{/Ha/d\acute{a}a]} \quad \text{si } A \text{ es menor a } 40.5 \text{ [Ha]}$$

Para este proyecto no se tom\u00f3 en cuenta el caudal de infiltraci\u00f3n debido a que la tuber\u00eda empleada es PVC con sellado elastom\u00e9rico, lo cual evita el ingreso de agua al sistema de alcantarillado sanitario. Esta medida no afecta en mayor proporci\u00f3n al caudal de dise\u00f1o.

**3.1.5.5.3 Caudal de aguas lluvias il\u00edcitas**

En los alcantarillados sanitarios hay la posibilidad que ingresen aguas lluvias il\u00edcitas a trav\u00e9s de conexiones prohibidas ubicadas dentro de patios, jardineras, desde las

cubiertas e inclusive a través de las tapas de los pozos o cajas de revisión del alcantarillado sanitario.

Para tomar en cuenta este caudal se considera a falta de datos reales, un valor mínimo de 80 [l/hab/día].

### **3.1.6 Hidráulica del sistema de alcantarillado<sup>23</sup>**

Un sistema de alcantarillado es un medio de transporte de líquidos, dirigido a alcanzar la mejor utilización de la energía natural empleando una dirección que sea cercana a la horizontal. Se deben evitar en lo posible las caídas verticales ya que disipan la energía y encarecen la conducción de los fluidos.

La función básica de un sistema de alcantarillado es la de conducir las aguas provenientes de los desechos domésticos, comerciales, industriales o públicos y de las precipitaciones pluviales desde los sitios de recolección hasta un punto final de descarga de la manera más económica.

Para el diseño se deben optar pendientes continuas de tramo a tramo con la finalidad de obtener el diseño más económico. La adición de nuevos caudales siempre se hará por la parte superior del tramo.

Los conductos se diseñan como canales abiertos y parcialmente llenos. El líquido circula de manera estable y uniforme y su movimiento está influenciado principalmente por gravedad.

A continuación se detallan las fórmulas utilizadas en el diseño tanto para tuberías llenas como aquellas parcialmente llenas.

---

<sup>23</sup> Ing. Guillermo Burbano O., Criterios básicos de diseño para sistemas de agua potable y alcantarillado, pág. 115.

### ***Flujo a tubo lleno***

- Fórmula de Manning

$$v = \frac{1}{n} R^{2/3} J^{1/2}$$

- v** velocidad flujo totalmente lleno [m/s]  
**n** coeficiente de rugosidad de Manning  
**R** radio hidráulico [m]  
**J** gradiente de energía

- Caudal

$$Q = v * A$$

- Q** caudal a flujo lleno [m<sup>3</sup>/s]  
**v** velocidad a flujo lleno [m/s]  
**A** área hidráulica [m<sup>2</sup>]

### ***Flujo en tuberías parcialmente llenas***

- Para velocidad máxima

$$\frac{V_p}{V_c} = \left(1 - \frac{\text{sen } \theta}{\theta}\right)^{2/3}$$

- v<sub>p</sub>** velocidad real de flujo o parcialmente lleno [m/s]  
**v<sub>c</sub>** velocidad a tubo completo o lleno [m/s]

- Para caudal máximo

$$\frac{Q_p}{Q_c} = \frac{\theta}{2\pi} \left( 1 - \frac{\text{sen } \theta}{\theta} \right)^{\frac{5}{3}}$$

**Q<sub>p</sub>** caudal real de flujo o parcialmente lleno [m/s]

**Q<sub>c</sub>** caudal a tubo completo o lleno [m/s]

$$\cos\left(\frac{\theta}{2}\right) = 1 - 2\left(\frac{d}{D}\right)$$

**d** calado

### 3.1.6.1 Recomendaciones para el diseño de la red de alcantarillado sanitario<sup>24</sup>

Para el diseño de la red se tomaron en cuenta las recomendaciones del manual de diseño del Ing. Guillermo Burbano, estas son:

#### 3.1.6.1.1 Pendiente

Las tuberías y colectores seguirán, de manera general, pendientes del terreno natural, debiendo calcularse como canales o conductos sin presión. El cálculo se realizará tramo por tramo. Cuando se tenga terrenos más o menos planos se deberá encontrar la solución más económica entre dos posibles:

- Aumentar la pendiente y disminuir el diámetro del conducto
- Aumentar el diámetro de este y disminuir la pendiente

Solo un análisis económico permite encontrar la mejor solución.

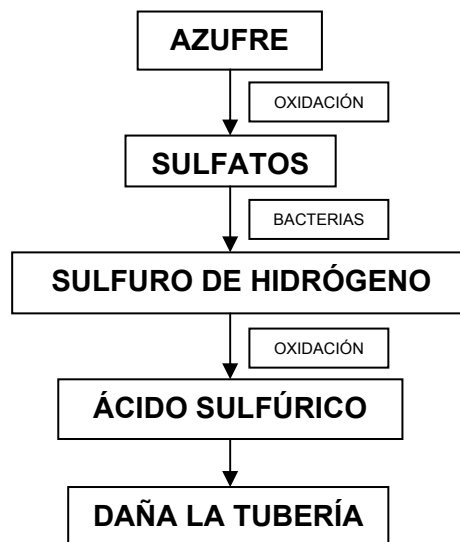
<sup>24</sup> Ing. Guillermo Burbano O., Criterios básicos de diseño para sistemas de agua potable y alcantarillado, págs. 118-129.

### 3.1.6.1.2 Control de sulfuros

El Sulfuro de Hidrógeno ( $H_2S$ ) es un gas formado naturalmente en los sistemas de alcantarillado y estaciones depuradoras de agua. El  $H_2S$  surge de la reducción de los sulfatos por bacterias sulfato reductoras en condiciones anaeróbicas.<sup>25</sup>

El sulfuro de hidrógeno pasa de las aguas servidas al aire en donde es oxidado, transformándose en ácido sulfúrico. Este es un químico muy agresivo para las tuberías y estructuras de hormigón.

**Figura 3-2** Formación de sulfuros



*FUENTE: Apuntes de la materia Sanitaria III, Ing. Guillermo Burbano O.*

Poner pendientes aceptables y un buen cálculo para que el tubo trabaje moderadamente lleno, es la mejor forma de mantener la formación de los sulfuros. Si se quiere evitar la formación de sulfuros debe existir una relación mínima entre la pendiente y el caudal.

<sup>25</sup> FMC Foret, "Control de olor y corrosión". Internet. [www.fmcforet.com](http://www.fmcforet.com). Acceso: 24/05/2010.

La formación de sulfuros y de capa orgánica depende de factores tales como:

- Concentración de materia orgánica
- Concentración de sulfatos
- Cantidad de oxígeno disuelto en el agua
- Temperatura
- Velocidad del agua
- Tiempo de retención

En los tramos laterales, en donde se tienen caudales pequeños de aguas servidas, se puede prevenir la corrosión mejorando la aireación, haciendo uso de pozos de salto cuando se disponga de diferencias de nivel mayores de las requeridas, en lugar de aumentar la pendiente. Se recomienda además tener un fluido sin turbulencia.

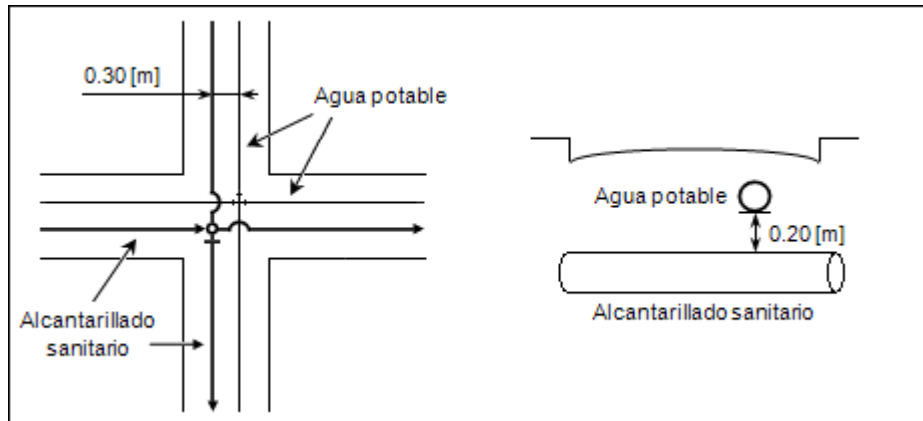
#### 3.1.6.1.3 Caudales de aportación

Los caudales serán proporcionales, en cada tramo, al área de aportación y se asumirá que los mismos ingresan por la parte superior del tramo.

#### 3.1.6.1.4 Separación de la tubería de agua potable

Toda la red de alcantarillado sanitario deberá pasar por debajo de las tuberías de agua potable, debiendo dejarse una altura libre proyectada de 0.30 [m] cuando sean paralelas y de 0.20 [m] cuando se crucen.

**Figura 3-3** Separación de la tubería de agua potable



FUENTE: Manual de diseño, Ing. Guillermo Burbano O.

#### 3.1.6.1.5 Ubicación

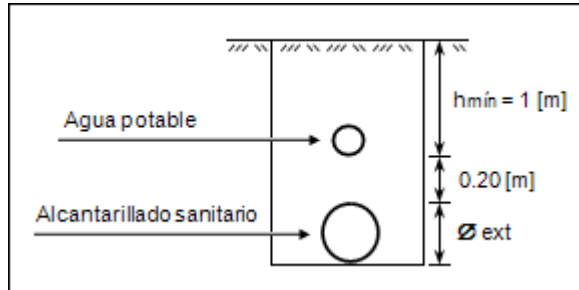
Las tuberías de alcantarillado sanitario se proyectarán en los lados opuestos a los indicados para agua potable, es decir el sur y oeste de la calzada. Las tuberías de aguas lluvias se proyectarán en el centro de la calzada; en igual forma, si se diseña alcantarillado combinado, las tuberías se proyectarán por el centro de la misma.

#### 3.1.6.1.6 Profundidad

Las tuberías se proyectarán con una profundidad suficiente para recoger aguas servidas o lluvias de las viviendas o lotes a un lado u otro de la calzada.

La profundidad mínima de la zanja se determinará considerando una profundidad  $h$  de colocación de las tuberías de agua potable, a la que se sumará la separación vertical mínima que es de 0.20 [m], en donde existan cruces, y el diámetro exterior de la tubería.

**Figura 3-4** Profundidad de la tubería



FUENTE: Manual de diseño, Ing. Guillermo Burbano O.

#### 3.1.6.1.7 Tuberías

Para este proyecto se emplearon tuberías de PVC rígido, de pared estructurada e interior liso, debido a la calidad del producto, a su mejor manejabilidad, su mayor disposición en el mercado y su instalación, además que por ser plástico requiere de menor cuidado.

#### 3.1.6.1.8 Diámetros

El diámetro mínimo interno será 0.20 [m] para sistemas de alcantarillado sanitario y para sistemas de alcantarillado pluvial o combinado será de 0.25 [m]. Para conexiones domiciliarias se utilizará 0.10 [m] como mínimo para alcantarillado sanitario, y 0.15 [m] para alcantarillado pluvial o combinado. La pendiente mínima de las conexiones domiciliarias será de 1 %.

#### 3.1.6.1.9 Velocidades

Para alcantarillado sanitario la velocidad mínima a tubo lleno será de 0.60 [m/s], la velocidad mínima a tubo parcialmente lleno deberá ser de 0.30 [m/s]. Esta última

velocidad podrá modificarse cuando por razones de caudal o de pendiente no se pueda realizar un diseño económico. En este caso se podrá justificar técnicamente la adopción de un valor menor.

Para el cálculo de la velocidad de autolimpieza, es decir la correspondiente a 0.30 [m/s], se utilizará el caudal promedio anual al inicio del período de diseño y a este caudal se sumará cuando exista, el caudal de infiltración.

Las velocidades máximas para todos los sistemas de alcantarillado dependerán del material con el que se fabriquen las tuberías. De manera general, se deben observar los siguientes límites:

**Tabla 3-2** Velocidades máximas admisibles en tuberías

<b>VELOCIDADES MÁXIMAS ADMISIBLES EN TUBERÍAS</b>		
<b>Material</b>	<b>Velocidad máxima [m/s]</b>	<b>Coefficiente de rugosidad (n)</b>
Hormigón simple con uniones de mortero	≤ 3.0	0.013
Hormigón simple con uniones de neopreno para nivel	≤ 6.0	0.013
Hormigón armado	≤ 6.0	0.015
Asbesto cemento	4.5	0.011
Plástico	≤ 10.0	0.011

*FUENTE: Manual de diseño, Ing. Guillermo Burbano O.*

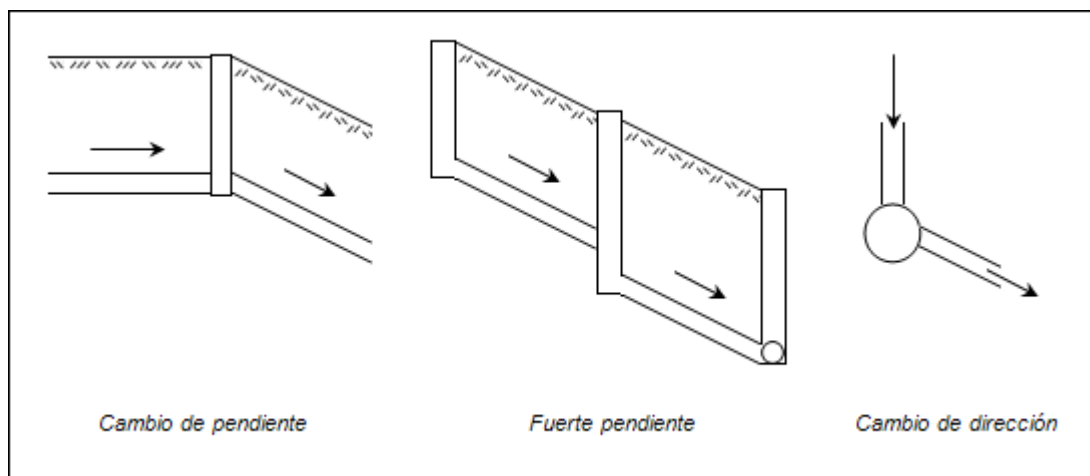
En la actualidad tienen aprobación certificada del INEN velocidades de hasta 9 [m/s] en tubos plásticos, según la recomendación de los fabricantes.

Para el cálculo de la velocidad podrá utilizarse la ecuación de Manning.

### 3.1.6.1.10 Pozos de revisión

Estos sistemas se construirán en todos los cambios de pendiente, de dirección y sección, excepto en las alcantarillas curvas de diámetros grandes. También se colocarán pozos intermedios cuando sea necesario controlar la velocidad máxima.

**Figura 3-5** Casos en los que se requiere pozos de revisión



FUENTE: Manual de diseño, Ing. Guillermo Burbano O.

La cota superior de los pozos debe ser la cota del proyecto vial, por lo que es indispensable primero tener el proyecto vial de la zona de estudio.<sup>26</sup>

La distancia máxima entre los pozos de revisión será:

- 100 [m] cuando el diámetro de la tubería sea igual o menor de 350 [mm].
- 150 [m] para diámetros comprendidos entre 400 y 800 [mm].
- 200 [m] para diámetros mayores a 800 [mm].

El diámetro de un pozo de revisión se adoptará en función del diámetro y número de las tuberías que lleguen o salgan del mismo. Como referencia la siguiente tabla.

<sup>26</sup> FUENTE: Apuntes de la materia Obras civiles, Ing. Miguel Araque.

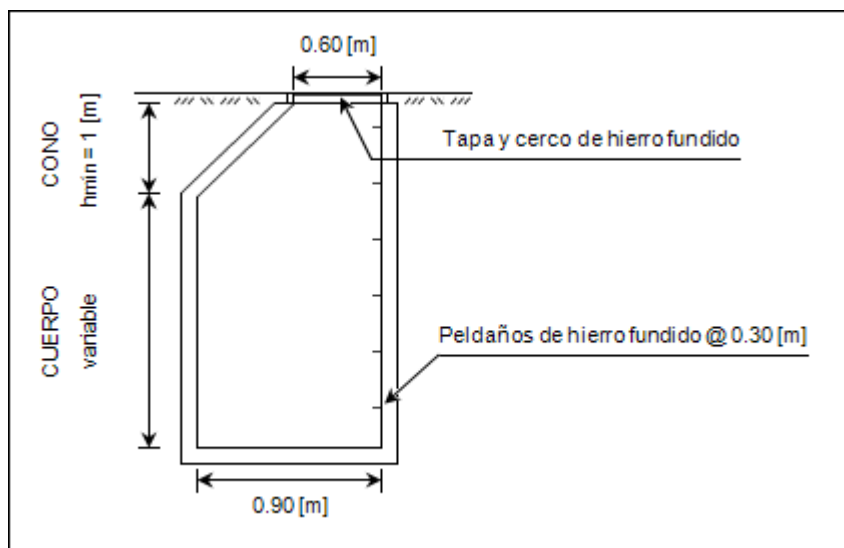
**Tabla 3-3** Diámetros para pozos de revisión

DIÁMETROS PARA POZOS DE REVISIÓN	
Diámetro de la tubería [mm]	Diámetro del pozo [m]
≤ 550	0.9
> 550	Diseño especial

FUENTE: Manual de diseño, Ing. Guillermo Burbano O.

La abertura superior o boca de vista de pozo será de 0.60 [m]. Para el cambio de diámetros desde el cuerpo del pozo hasta la boca de visita se utilizará un tronco de cono excéntrico con una altura mínima de 1 [m].

**Figura 3-6** Forma típica del pozo de revisión



FUENTE: Manual de diseño, Ing. Guillermo Burbano O.

### 3.1.6.1.11 Transiciones

Ocurren generalmente en los pozos de revisión y son zonas en las cuales se produce una pérdida de energía debido a un cambio brusco de pendiente, por el cambio de sección de tuberías, por un cambio de velocidad o de caudal.

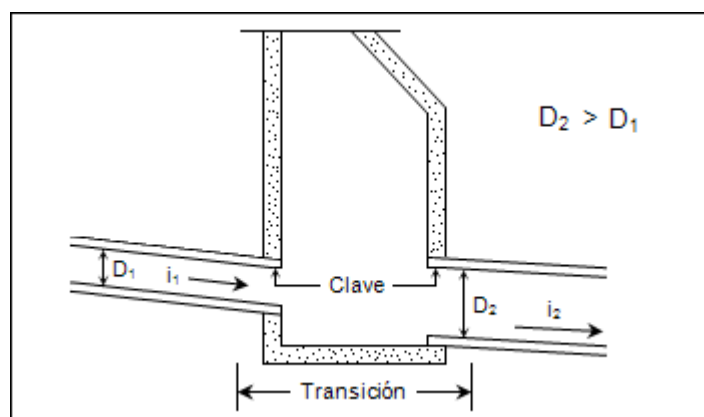
Para evitar que el caudal sanitario genere remanso a la llegada al pozo, es necesario que la tubería que llega se encuentre a una cierta altura por encima de la solera con el fin de compensar la pérdida de carga.

Debido a la extensión del cálculo se recomiendan ciertas alturas de caída según el número de tuberías que llegan al pozo; a continuación se detallan esos valores:

- Cuando llega una tubería, la altura de caída es de 3 [cm] entre las cotas de la tubería de llegada y la de salida.
- Cuando llegan dos tuberías, la altura de caída es de 6 [cm] a partir de la cota de la tubería más baja.
- Cuando llegan 3 tuberías al pozo de revisión, la altura de caída es de [9 cm] a partir de la cota de la tubería más baja.

Estos valores son válidos únicamente si el diámetro de la tubería más baja y el de la tubería de salida son iguales, caso contrario se colocan al mismo nivel las claves de las tuberías de entrada y de salida, entendiéndose como clave el punto más alto del diámetro interno del tubo.<sup>27</sup>

**Figura 3-7** Zona de transición



FUENTE: Apuntes de la materia Sanitaria III, Ing. Hernán Romero

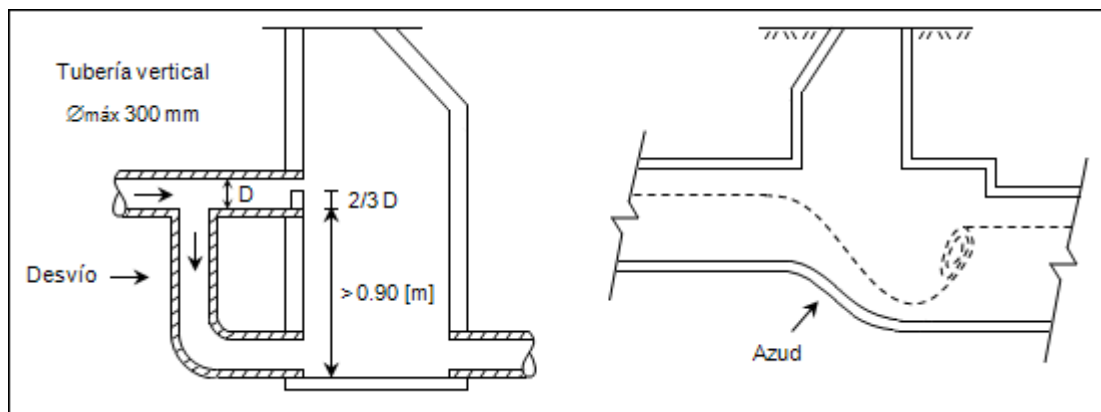
<sup>27</sup> FUENTE: Apuntes de la materia Sanitaria III, Ing. Hernán Romero.

### 3.1.6.1.12 Pozos de salto

Con el objeto de facilitar la entrada de los trabajadores al pozo de revisión y por cuestiones de erosión, se evitará descargar libremente el agua del alcantarillado dentro del pozo y la altura máxima que debe existir entre el fondo del pozo y la cota del invert de una tubería que llega debe ser de 0.90 [m]. El diámetro máximo de la tubería vertical debe ser de 300 [mm].

Cuando la capacidad de la tubería vertical sea insuficiente para transportar el caudal, se deberá diseñar una estructura especial de llegada tipo azud para facilitar la descarga desde la tubería al fondo del pozo. Esto se emplea cuando la distancia entre A y B se encuentra entre 6 y 10 [m] y cuando se tiene un caudal sanitario menor o igual a 10 [m<sup>3</sup>/s].<sup>28</sup>

**Figura 3-8** Pozos de salto



FUENTE: Manual de diseño, Ing. Guillermo Burbano O.

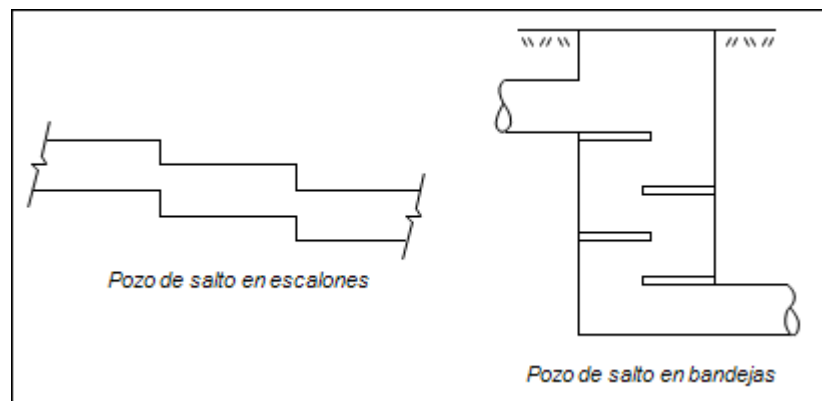
Cuando se tienen caudales grandes y cotas altas es conveniente la utilización de pozos de salto escalonados. De igual manera si se desea romper la presión que tiene el caudal sanitario se recomienda emplear pozos de bandejas.

<sup>28</sup> FUENTE: Apuntes de la materia Sanitaria III, Ing. Guillermo Burbano O.

Estos sirven hasta cuando la diferencia de cotas entre A y B sea de 6 [m] y las velocidades sean bajas.<sup>29</sup>

A continuación se muestra un gráfico que explica mejor este concepto.

**Figura 3-9** Pozos de salto tipo escalones y bandejas



FUENTE: Apuntes de la materia Sanitaria III, Ing. Guillermo Burbano O.

#### 3.1.6.1.13 Capacidad a utilizarse

Puesto que las tuberías de un sistema de alcantarillado deben trabajar parcialmente llenas, se recomienda considerar los siguientes porcentajes en el diseño hidráulico:

- En tuberías de diámetro pequeño (hasta 300 [mm]) la capacidad a caudal máximo, debe ser de alrededor del 60%, para que exista ventilación, así como para absorber las variaciones de flujo durante las horas de máxima aportación de aguas servidas.
- En tuberías de mayor diámetro, la capacidad a utilizar puede variar entre 70 y 80%. Sin embargo, en la práctica suele aumentarse el porcentaje de

<sup>29</sup> FUENTE: Apuntes de la materia Sanitaria III, Ing. Guillermo Burbano O.

utilización de las tuberías hasta valores próximos a 80% para obtener diseños más económicos.

- En el caso de alcantarillados pluviales, la capacidad a utilizarse en las tuberías puede llegar a 100% e inclusive se tolera que las mismas trabajen con una ligera presión interior (no mayor a 5 [m]) porque no se necesita ventilación y el tiempo de máxima precipitación solo dura algunos minutos.

#### 3.1.6.1.14 Cajas domiciliarias

Se denominan cajas domiciliarias o de revisión, a las estructuras diseñadas con el propósito de permitir el acceso al interior de las tuberías, especialmente con fines de limpieza.

Las cajas domiciliarias sanitarias son independientes de las cajas domiciliarias pluviales y se conectan a los colectores con tuberías de diámetro mínimo de 110 [mm] y 160 [mm] respectivamente.

Las cajas de revisión pueden tener diferentes profundidades, varían de 0.60 [m] a 1.50 [m] y se colocan a 1 [m] de distancia frente a todo lote, en la mitad de la longitud de su flanco frontal.

Mediante un estudio post-diseño del sistema de alcantarillado se puede determinar la profundidad a la cual deberán ser construidas las cajas de revisión.

#### 3.1.6.1.15 Obras especiales

La curvatura de la silleta (accesorios de PVC para tubería de alcantarillado) dependerá del diámetro y posición de la tubería domiciliaria y de la matriz colectora de recepción.

Los cruces de presiones (quebradas, ríos, viaductos, etc.) podrán realizarse utilizando sifones invertidos o cualquier tipo de estructura que facilite, sin causar molestias, el transporte de las aguas servidas o lluvias. Los diámetros a usarse en este tipo de sifones serán:

- Diámetro mínimo 200 [mm] para alcantarillado sanitario.
- Diámetro mínimo 300 [mm] para alcantarillado pluvial.

La velocidad en el sifón debe ser mayor de 0.90 [m/s] para alcantarillado sanitario y de 1.25 [m/s] para alcantarillado pluvial.

### 3.1.6.2 Cálculos hidráulicos de la red de alcantarillado sanitario

#### CÁLCULO DEL CAUDAL MEDIO FINAL

Datos:

**P<sub>f</sub>** = 960 [hab]

**Dotación** = 150 [l/hab/día]

**Factor A** = 0.8

**A<sub>TOTAL</sub>** = 18.63 [Ha]

$$Q_{mf} = \frac{P_f * \text{Dotación}_{\text{final}}}{86400 \left[ \frac{\text{S}}{\text{día}} \right]} \text{Factor A}$$

$$Q_{mf} = \frac{960 \text{ [hab]} * 150 \text{ [l/hab/ha]}}{86400 \left[ \frac{\text{S}}{\text{día}} \right]} 0.8 = 1.33 \text{ [l/s]}$$

$$Q_{mf} = 1.33 \text{ [l/s]}$$

Para fines de cálculo se procedió a dividir este resultado para el área total de diseño ( $A_{TOTAL}$ ) y así expresarlo en [l/s/Ha].

$$Q_{mf} = \frac{1.33 \text{ [l/s]}}{18.63 \text{ [Ha]}} = 0.072 \text{ [l/s/Ha]}$$

$$Q_{mf} = 0.192 \text{ [l/s/Ha]}$$

### **CÁLCULO DEL CAUDAL MÁXIMO INSTANTÁNEO FINAL**

Datos:

$$K = 4 \quad (Q_{mf} < 4 \text{ [l/s]})$$

$$Q_{\text{máx inst.}} = Q_{mf} * K$$

$$Q_{\text{máx inst.}} = 0.072 * 4 = 0.286 \text{ [l/s/Ha]}$$

$$Q_{\text{máx inst.}} = 0.286 \text{ [l/s/Ha]}$$

### **CÁLCULO DEL CAUDAL DE INFILTRACIÓN**

$$Q_{inf} = 0 \text{ [l/s/Ha]}$$

Para este proyecto no se tomó en cuenta el caudal de infiltración debido a que la tubería empleada es PVC con sellado elastomérico, lo cual evita el ingreso de agua al sistema de alcantarillado sanitario.

## CÁLCULO DEL CAUDAL DE AGUAS LLUVIAS ILÍCITAS

$$Q_{a.lluv.i.} = 80 \text{ [l/hab/día]}$$

$$Q_{a.lluv.i.} = \frac{80 \text{ [l/hab/día]} * 960 \text{ [hab]}}{86400 \left[ \frac{\text{S}}{\text{día}} \right]} = 0.889 \text{ [l/s]}$$

$$Q_{a.lluv.i} = 0.889 \text{ [l/s]}$$

Para fines de cálculo se procedió a dividir este resultado para el área total de diseño ( $A_{TOTAL}$ ) y así expresarlo en [l/s/Ha].

$$Q_{a.lluv.i.} = \frac{0.889 \text{ [l/s]}}{18.63 \text{ [Ha]}} = 0.048 \text{ [l/s/Ha]}$$

$$Q_{a.lluv.i} = 0.048 \text{ [l/s/Ha]}$$

## DETERMINACIÓN DEL CAUDAL SANITARIO

$$Q_s = Q_{\text{máx inst.}} + Q_{\text{inf}} + Q_{a.lluv.i.}$$

$$Q_s = 0.286 + 0 + 0.048 = 0.334 \text{ [l/s/Ha]}$$

$$Q_s = 0.334 \text{ [l/s/Ha]}$$

## CUADRO DE ÁREAS DE APORTE Y CAUDALES DE DISEÑO

### FÓRMULAS

$$Q_{\text{DISEÑO}} = A_{\text{ACUMULADA}} * Q_{\text{SUNITARIO}}$$

$$Q_{\text{PARCIAL}} = A_{\text{PARCIAL}} * Q_{\text{SUNITARIO}}$$

### DATOS

$$Q_{\text{SUNITARIO}} = 0.334 \quad [l/s/Ha]$$

**Tabla 3-4** Cuadro de datos - Descarga 1

SUBCOLECTOR 1									
POZO	TRAMO	LONG. [m]	COTA [m]	ÁREAS [Ha]				CAUDALES [l/s]	
				IZQUIERDA	DERECHA	PARCIAL	ACUMUL.	PARCIAL	DISEÑO
10	10 - 20	66.33	3354.42	0.1256	0.1878	0.3134	0.3134	0.105	0.105
20			3352.35						
21	20 - 21	42.90	3351.66	0.0460	0.0460	0.0920	0.4054	0.031	0.135
11	11 - 21	65.43	3354.02	0.1191	0.1208	0.2399	0.6453	0.080	0.216
21			3351.66						
22	21 - 22	45.18	3351.89	0.0510	0.0510	0.1020	0.7473	0.034	0.250
12	12 - 22	65.01	3354.08	0.1331	0.1195	0.2526	0.9999	0.084	0.334
22			3351.89						
23	22 - 23	50.50	3351.48	0.0638	0.0638	0.1276	1.1275	0.043	0.377
13	13 - 23	64.25	3353.44	0.1196	0.1345	0.2541	1.3816	0.085	0.461
23			3351.48						
24	23 - 24	47.11	3350.89	0.0555	0.0555	0.1110	1.4926	0.037	0.499
14	14 - 24	63.55	3353.38	0.1239	0.1249	0.2488	1.7414	0.083	0.582
24			3350.89						
25	24 - 25	47.29	3351.31	0.0559	0.0559	0.1118	1.8532	0.037	0.619
15	15 - 25	63.83	3353.28	0.0822	0.1173	0.1995	2.0527	0.067	0.686
25			3351.31						
26	25 - 26	26.93	3350.09	0.0181	0.0181	0.0362	2.0889	0.012	0.698
16	16 - 26	63.70	3352.27	0.3309	0.1000	0.4309	2.5198	0.144	0.842
26			3350.09						

SUBCOLECTOR 2									
POZO	TRAMO	LONG. [m]	COTA [m]	ÁREAS [Ha]				CAUDALES [l/s]	
				IZQUIERDA	DERECHA	PARCIAL	ACUMUL.	PARCIAL	DISEÑO
30	-	0.00	3350.05	0.1950	0.2134	0.4084	0.4084	0.136	0.136
30	30 - 31	18.73	3350.05	0.0106	0.0605	0.0711	0.4795	0.024	0.160
31			3349.91						
21	21 - 31	65.52	3351.66	0.0995	0.1027	0.2022	0.6817	0.068	0.228
31			3349.91						
32	31 - 32	47.53	3349.35	0.0565	0.1335	0.1900	0.8717	0.063	0.291
22	22 - 32	66.39	3351.89	0.1023	0.0986	0.2009	1.0726	0.067	0.358
32			3349.35						
33	32 - 33	48.14	3349.50	0.0579	0.1390	0.1969	1.2695	0.066	0.424
23	23 - 33	66.08	3351.48	0.1023	0.1026	0.2049	1.4744	0.068	0.492
33			3349.50						
34	33 - 34	49.45	3348.92	0.0611	0.1187	0.1798	1.6542	0.060	0.552
24	24 - 34	66.77	3350.89	0.0985	0.1017	0.2002	1.8544	0.067	0.619
34			3348.92						
35	34 - 35	46.15	3349.14	0.0533	0.0977	0.1510	2.0054	0.050	0.670
25	25 - 35	65.02	3351.31	0.0579	0.1002	0.1581	2.1635	0.053	0.723
35			3349.14						
36	35 - 36	16.29	3348.14	0.0066	0.0173	0.0239	2.1874	0.008	0.731

SUBCOLECTOR 3									
POZO	TRAMO	LONG. [m]	COTA [m]	ÁREAS [Ha]				CAUDALES [l/s]	
				IZQUIERDA	DERECHA	PARCIAL	ACUMUL.	PARCIAL	DISEÑO
40	-	0.00	3348.58	0.2429	0.0000	0.2429	0.2429	0.081	0.081
40	40 - 41	48.24	3348.58	0.1325	0.0582	0.1907	0.4336	0.064	0.145
41			3347.69						
42	41 - 42	53.82	3346.88	0.1404	0.0724	0.2128	0.6464	0.071	0.216
43	42 - 43	16.00	3346.88	0.0171	0.0134	0.0305	0.6769	0.010	0.226
43			3346.88						
44	43 - 44	60.91	3346.88	0.1368	0.1022	0.2390	0.9159	0.080	0.306
45	44 - 45	22.45	3347.10	0.0402	0.0208	0.0610	0.9769	0.020	0.326

COLECTOR PRINCIPAL									
POZO	TRAMO	LONG. [m]	COTA [m]	ÁREAS [Ha]				CAUDALES [l/s]	
				IZQUIERDA	DERECHA	PARCIAL	ACUMUL.	PARCIAL	DISEÑO
26			3350.09						
	26 - 36	65.08		0.7205	0.0569	0.7774	3.2972	0.260	1.101
36			3348.14						
	36 - 45	43.64		0.0476	0.0244	0.0720	5.5566	0.024	1.856
45			3347.10						
	45 - 46	28.52		0.0230	0.0407	0.0637	6.5972	0.021	2.203
46			3346.53						
	46 - E1	76.51		0.4516	0.0000	0.4516	7.0488	0.151	2.354
E1			3345.00						
<b>DESCARGA 1</b>						<b>Σ =</b>	<b>7.0488</b>	<b>Σ =</b>	<b>2.354</b>

## CUADRO DE ÁREAS DE APORTE Y CAUDALES DE DISEÑO

### FÓRMULAS

$$Q_{\text{DISEÑO}} = A_{\text{ACUMULADA}} * Q_{\text{SUNITARIO}}$$

$$Q_{\text{PARCIAL}} = A_{\text{PARCIAL}} * Q_{\text{SUNITARIO}}$$

### DATOS

$$Q_{\text{SUNITARIO}} = 0.334 \text{ [l/s/Ha]}$$

**Tabla 3-5** Cuadro de datos - Descarga 2

SUBCOLECTOR 1									
POZO	TRAMO	LONG. [m]	COTA [m]	ÁREAS [Ha]				CAUDALES [l/s]	
				IZQUIERDA	DERECHA	PARCIAL	ACUMUL.	PARCIAL	DISEÑO
42	42 - 50	23.71	3346.88	0.0141	0.0142	0.0283	0.0283	0.009	0.009
50			3345.47						
51	50 - 51	71.53	3345.46	0.0864	0.1323	0.2187	0.2470	0.073	0.082
44	44 - 51	35.98	3346.88	0.0324	0.0324	0.0648	0.3118	0.022	0.104
51			3345.46						
52	51 - 52	51.99	3344.44	0.0606	0.0676	0.1282	0.4400	0.043	0.147
46	46 - 52	38.09	3346.53	0.2972	0.0363	0.3335	0.7735	0.111	0.258
52			3344.44						
SUBCOLECTOR 2									
60	-	0.00	3345.44	0.3721	0.0518	0.4239	0.4239	0.142	0.142
60	60 - 61	13.10	3345.44	0.0043	0.0043	0.0086	0.4325	0.003	0.144
61			3345.44						
40	40 - 61	95.85	3348.58	0.1754	0.0000	0.1754	0.6079	0.059	0.203
61			3345.44						
62	61 - 62	47.56	3344.81	0.0565	0.0565	0.1130	0.7209	0.038	0.241
41	41 - 62	97.25	3347.69	0.1878	0.1721	0.3599	1.0808	0.120	0.361
62			3344.81						
63	62 - 63	50.90	3344.07	0.0648	0.0648	0.1296	1.2104	0.043	0.404
50	50 - 63	74.40	3345.47	0.1338	0.1719	0.3057	1.5161	0.102	0.506
63			3344.07						
64	63 - 64	70.39	3343.78	0.1279	0.1205	0.2484	1.7645	0.083	0.589
51	51 - 64	72.35	3345.46	0.1172	0.1264	0.2436	2.0081	0.081	0.671
64			3343.78						
65	64 - 65	51.08	3343.33	0.0652	0.0652	0.1304	2.1385	0.044	0.714

SUBCOLECTOR 3									
POZO	TRAMO	LONG. [m]	COTA [m]	ÁREAS [Ha]				CAUDALES [l/s]	
				IZQUIERDA	DERECHA	PARCIAL	ACUMUL.	PARCIAL	DISEÑO
80	-	0.00	3342.42	0.0447	0.0000	0.0447	0.0447	0.015	0.015
80	80 - 81	42.23	3342.42	0.0446	0.0446	0.0892	0.1339	0.030	0.045
81			3343.85						
61	61 - 70	35.27	3345.44	0.0404	0.0559	0.0963	0.2302	0.032	0.077
70			3345.08						
81	70 - 81	41.07	3343.85	0.0720	0.0673	0.1393	0.3695	0.047	0.123
82			3343.58						
82	81 - 82	48.38	3343.58	0.0585	0.1123	0.1708	0.5403	0.057	0.180
62			3344.81						
71	62 - 71	46.27	3344.06	0.0550	0.0574	0.1124	0.6527	0.038	0.218
82			3343.58						
83	71 - 82	23.18	3342.55	0.0514	0.0637	0.1151	0.7678	0.038	0.256
83			3342.55						
83	82 - 83	49.48	3344.07	0.0612	0.1147	0.1759	0.9437	0.059	0.315
84			3342.55						
85	63 - 83	66.68	3342.55	0.1141	0.1090	0.2231	1.1668	0.075	0.390
84			3342.09						
85	83 - 84	35.25	3342.09	0.0604	0.0000	0.0604	1.2272	0.020	0.410
85			3341.53						
85	84 - 85	35.25	3341.53	0.0604	0.0749	0.1353	1.3625	0.045	0.455
64			3344.07						
85	64 - 85	70.46	3343.78	0.1435	0.1274	0.2709	1.6334	0.090	0.546
86			3341.53						
86	85 - 86	51.86	3341.46	0.0672	0.1767	0.2439	1.8773	0.081	0.627
86			3341.46						

COLECTOR PRINCIPAL									
POZO	TRAMO	LONG. [m]	COTA [m]	ÁREAS [Ha]				CAUDALES [l/s]	
				IZQUIERDA	DERECHA	PARCIAL	ACUMUL.	PARCIAL	DISEÑO
52	52 - 65	70.76	3344.44	0.6164	0.1187	0.7351	1.5086	0.246	0.504
65			3343.33						
86	65 - 86	87.65	3341.46	0.1921	0.1194	0.3115	3.9586	0.104	1.322
87			3340.52						
88	86 - 87	35.81	3340.52	0.0321	0.1545	0.1866	6.0225	0.062	2.011
E2			3338.08						
E2	87 - 88	34.04	3338.08	0.0290	0.1493	0.1783	6.2008	0.060	2.071
E2			3336.00						
E2	88 - E2	36.08	3336.00	0.5813	0.0000	0.5813	6.7821	0.194	2.265
E2			3336.00						
<b>DESCARGA 2</b>						<b>Σ =</b>	<b>6.7821</b>	<b>Σ =</b>	<b>2.265</b>

## CUADRO DE ÁREAS DE APORTE Y CAUDALES DE DISEÑO

### FÓRMULAS

$$Q_{\text{DISEÑO}} = A_{\text{ACUMULADA}} * Q_{\text{S UNITARIO}}$$

$$Q_{\text{PARCIAL}} = A_{\text{PARCIAL}} * Q_{\text{S UNITARIO}}$$

### DATOS

$$Q_{\text{S UNITARIO}} = 0.334 \text{ [l/s/Ha]}$$

**Tabla 3-6** Cuadro de datos - Descarga 3

SUBCOLECTOR									
POZO	TRAMO	LONG. [m]	COTA [m]	ÁREAS [Ha]				CAUDALES [l/s]	
				IZQUIERDA	DERECHA	PARCIAL	ACUMUL.	PARCIAL	DISEÑO
84			3342.09						
	84 - 90	78.82		0.2530	0.1385	0.3915	0.3915	0.131	0.131
90			3340.58						
	90 - 100	100.00		0.3747	0.9001	1.2748	1.6663	0.426	0.557
100			3338.75						
	100 - 110	100.00		0.4290	1.9837	2.4127	4.0790	0.806	1.362
110			3336.28						
	110 - 120	41.06		0.2001	0.5238	0.7239	4.8029	0.242	1.604
120			3335.45						
	120 - E3	48.85		0.0000	0.0000	0.0000	4.8029	0.000	1.604
E3			3335.00						
<b>DESCARGA 3</b>						<b>Σ =</b>	<b>4.8029</b>	<b>Σ =</b>	<b>1.604</b>

### 3.1.6.3 Resultados del sistema de alcantarillado sanitario

El diseño del sistema se realizó a través del programa SewerCAD, software empleado mundialmente para el cálculo de sistemas de alcantarillado sanitario.

Se emplearon los datos obtenidos de las tablas 3-4, 3-5 y 3-6 de la memoria de cálculo para ejecutar el diseño.

Los resultados obtenidos se presentan a continuación.

**Tabla 3-7** Reporte de resultados – Pozos de revisión del sistema

POZO	QDISEÑO [l/s]	COTAS [m]			CORTE [m]
		TERRENO	SUPERIOR	FONDO	
Pozo 10	0.105	3,354.42	3,354.42	3,353.22	1.20
Pozo 11	0.080	3,354.02	3,354.02	3,352.82	1.20
Pozo 12	0.084	3,354.08	3,354.08	3,352.88	1.20
Pozo 13	0.085	3,353.44	3,353.44	3,352.24	1.20
Pozo 14	0.083	3,353.38	3,353.38	3,352.18	1.20
Pozo 15	0.067	3,353.28	3,353.28	3,352.08	1.20
Pozo 16	0.144	3,352.27	3,352.27	3,351.07	1.20
Pozo 20	0.136	3,352.35	3,352.35	3,351.12	1.23
Pozo 21	0.250	3,351.66	3,351.66	3,350.43	1.23
Pozo 22	0.377	3,351.89	3,351.89	3,350.15	1.74
Pozo 23	0.499	3,351.48	3,351.48	3,349.87	1.61
Pozo 24	0.619	3,350.89	3,350.89	3,349.60	1.29
Pozo 25	0.698	3,351.31	3,351.31	3,349.33	1.98
Pozo 26	1.102	3,350.09	3,350.09	3,348.86	1.23
Pozo 30	0.160	3,350.05	3,350.05	3,348.85	1.20
Pozo 31	0.291	3,349.91	3,349.91	3,348.67	1.24
Pozo 32	0.424	3,349.35	3,349.35	3,348.12	1.23
Pozo 33	0.552	3,349.50	3,349.50	3,347.85	1.65
Pozo 34	0.669	3,348.92	3,348.92	3,347.57	1.35
Pozo 35	0.730	3,349.14	3,349.14	3,347.31	1.83
Pozo 36	1.856	3,348.14	3,348.14	3,346.91	1.23
Pozo 40	0.145	3,348.58	3,348.58	3,347.38	1.20
Pozo 41	0.216	3,347.69	3,347.69	3,346.46	1.23
Pozo 42	0.226	3,346.88	3,346.88	3,345.65	1.23
Pozo 43	0.306	3,346.88	3,346.88	3,345.52	1.36
Pozo 44	0.326	3,346.88	3,346.88	3,345.19	1.69
Pozo 45	2.203	3,347.10	3,347.10	3,345.04	2.06
Pozo 46	2.354	3,346.53	3,346.53	3,344.87	1.66
Pozo 50	0.082	3,345.47	3,345.47	3,344.24	1.23
Pozo 51	0.147	3,345.46	3,345.46	3,343.16	2.30
Pozo 52	0.504	3,344.44	3,344.44	3,342.68	1.76
Pozo 60	0.145	3,345.44	3,345.44	3,344.24	1.20
Pozo 61	0.242	3,345.44	3,345.44	3,344.09	1.35
Pozo 62	0.405	3,344.81	3,344.81	3,343.58	1.23
Pozo 63	0.590	3,344.07	3,344.07	3,342.84	1.23
Pozo 64	0.715	3,343.78	3,343.78	3,342.45	1.33
Pozo 65	1.323	3,343.33	3,343.33	3,342.10	1.23
Pozo 70	0.079	3,345.08	3,345.08	3,343.02	2.06
Pozo 71	0.076	3,344.06	3,344.06	3,342.24	1.82
Pozo 80	0.045	3,342.42	3,342.42	3,341.22	1.20
Pozo 81	0.181	3,343.85	3,343.85	3,340.14	3.71
Pozo 82	0.316	3,343.58	3,343.58	3,339.76	3.82
Pozo 83	0.411	3,342.55	3,342.55	3,339.48	3.07
Pozo 84	0.456	3,342.09	3,342.09	3,339.27	2.82
Pozo 85	0.627	3,341.53	3,341.53	3,339.07	2.46
Pozo 86	2.012	3,341.46	3,341.46	3,338.78	2.68
Pozo 87	2.072	3,340.52	3,340.52	3,338.57	1.95
Pozo 88	2.266	3,338.08	3,338.08	3,336.85	1.23
Pozo 90	0.557	3,340.58	3,340.58	3,339.35	1.23
Pozo 100	1.363	3,338.75	3,338.75	3,337.52	1.23
Pozo 110	1.605	3,336.28	3,336.28	3,335.05	1.23
Pozo 120	1.605	3,335.45	3,335.45	3,334.22	1.23

**Tabla 3-8** Tabla de resultados – Tuberías del sistema

TRAMO	LONG [m]	D [mm]	COTA INVERT [m]		J [%]	v [m/s]	d/D [%]	QDISEÑO [l/s]
			A. ARRIBA	A. ABAJO				
10-20	66.3	200	3,353.22	3,351.15	3.12 %	0.24	3.4	0.105
11-21	65.4	200	3,352.82	3,350.46	3.61 %	0.22	2.9	0.080
12-22	65.0	200	3,352.88	3,350.18	4.15 %	0.22	3.0	0.084
13-23	64.2	200	3,352.24	3,349.90	3.65 %	0.22	3.0	0.085
14-24	63.6	200	3,352.18	3,349.63	4.00 %	0.22	3.0	0.083
15-25	63.8	200	3,352.08	3,349.36	4.25 %	0.21	2.7	0.067
16-26	63.7	200	3,351.07	3,348.89	3.42 %	0.25	4.0	0.144
20-21	42.9	200	3,351.12	3,350.46	1.54 %	0.25	4.2	0.136
21-22	45.2	200	3,350.43	3,350.18	0.55 %	0.30	6.2	0.250
21-31	65.5	200	3,350.46	3,348.70	2.69 %	0.21	2.8	0.068
22-23	50.5	200	3,350.15	3,349.90	0.50 %	0.32	7.7	0.377
22-32	66.4	200	3,350.69	3,348.15	3.83 %	0.21	2.7	0.067
23-24	47.1	200	3,349.87	3,349.63	0.50 %	0.35	8.9	0.499
23-33	66.1	200	3,350.28	3,347.88	3.63 %	0.21	2.7	0.068
24-25	47.3	200	3,349.60	3,349.36	0.50 %	0.37	9.8	0.619
24-34	66.8	200	3,349.69	3,347.60	3.13 %	0.21	2.7	0.067
25-26	26.9	200	3,349.33	3,348.89	1.66 %	0.38	9.2	0.698
25-35	65.0	200	3,350.11	3,347.34	4.26 %	0.20	2.4	0.053
26-36	65.1	200	3,348.86	3,346.94	2.95 %	0.43	10.9	1.102
30-31	18.7	200	3,348.85	3,348.70	0.81 %	0.26	4.8	0.160
31-32	47.5	200	3,348.67	3,348.15	1.09 %	0.30	6.2	0.291
32-33	48.1	200	3,348.12	3,347.88	0.50 %	0.34	8.2	0.424
33-34	49.5	200	3,347.85	3,347.60	0.50 %	0.36	9.3	0.552
34-35	46.2	200	3,347.57	3,347.34	0.50 %	0.37	10.2	0.669
35-36	16.3	200	3,347.31	3,346.94	2.28 %	0.38	9.1	0.730
36-45	43.6	200	3,346.91	3,345.07	4.20 %	0.49	13.6	1.856
40-41	48.2	200	3,347.38	3,346.49	1.85 %	0.25	4.2	0.145
40-61	95.9	200	3,347.38	3,344.12	3.40 %	0.20	2.6	0.059
41-42	53.8	200	3,346.46	3,345.68	1.45 %	0.28	5.2	0.216
41-62	97.3	200	3,346.49	3,343.61	2.96 %	0.24	3.7	0.120
42-43	16.0	200	3,345.65	3,345.55	0.60 %	0.29	5.9	0.226
42-50	23.7	200	3,345.68	3,344.27	5.95 %	0.12	0.7	0.009
43-44	60.9	200	3,345.52	3,345.22	0.50 %	0.31	7.0	0.306
44-45	22.4	200	3,345.19	3,345.07	0.50 %	0.31	7.2	0.326
44-51	36.0	200	3,345.68	3,343.19	6.90 %	0.15	1.2	0.022
45-46	28.5	200	3,345.04	3,344.90	0.50 %	0.51	18.5	2.203
46-52	38.1	200	3,345.33	3,342.71	6.87 %	0.24	3.3	0.111
46-E1	76.5	200	3,344.87	3,343.80	1.41 %	0.52	17.0	2.354
50-51	71.5	200	3,344.24	3,343.19	1.46 %	0.22	3.3	0.082
50-63	74.4	200	3,344.27	3,342.87	1.88 %	0.24	3.5	0.102
51-52	52.0	200	3,343.16	3,342.71	0.87 %	0.26	4.6	0.147
51-64	72.4	200	3,344.26	3,342.48	2.45 %	0.22	3.1	0.081
52-65	70.8	200	3,342.68	3,342.13	0.78 %	0.35	8.5	0.504
60-61	13.1	200	3,344.24	3,344.12	0.88 %	0.25	4.6	0.145
61-62	47.6	200	3,344.09	3,343.61	1.02 %	0.29	5.7	0.242
61-70	35.3	200	3,344.24	3,343.05	3.35 %	0.18	1.9	0.032
62-63	50.9	200	3,343.58	3,342.87	1.39 %	0.33	7.1	0.405
62-71	46.3	200	3,343.61	3,342.27	2.88 %	0.18	2.1	0.038
63-64	70.4	200	3,342.84	3,342.48	0.50 %	0.36	9.6	0.590
63-83	66.7	200	3,342.87	3,339.51	5.03 %	0.21	2.8	0.075
64-65	51.1	200	3,342.45	3,342.13	0.64 %	0.38	10.3	0.715
64-85	70.5	200	3,342.58	3,339.10	4.94 %	0.22	3.0	0.090

TRAMO	LONG [m]	D [mm]	COTA INVERT [m]		J [%]	v [m/s]	d/D [%]	QDISEÑO [l/s]
			A. ARRIBA	A. ABAJO				
65-86	87.6	200	3,342.10	3,338.81	3.75 %	0.45	11.7	1.323
70-81	41.1	200	3,343.02	3,340.17	6.94 %	0.22	2.8	0.079
71-82	23.2	200	3,342.24	3,341.88	1.56 %	0.21	3.1	0.076
80-81	42.2	200	3,341.22	3,340.17	2.48 %	0.19	2.3	0.045
81-82	48.4	200	3,340.14	3,339.79	0.73 %	0.27	5.2	0.181
82-83	49.5	200	3,339.76	3,339.51	0.50 %	0.31	7.1	0.316
83-84	35.3	200	3,339.48	3,339.30	0.50 %	0.33	8.1	0.411
84-85	35.3	200	3,339.27	3,339.10	0.50 %	0.34	8.5	0.456
84-90	78.8	200	3,340.89	3,339.38	1.92 %	0.25	4.0	0.131
85-86	51.9	200	3,339.07	3,338.81	0.50 %	0.37	8.5	0.627
86-87	35.8	200	3,338.78	3,338.60	0.50 %	0.50	17.6	2.012
87-88	34.0	200	3,338.57	3,336.88	4.98 %	0.51	14.2	2.072
88-E2	36.1	200	3,336.85	3,334.80	5.68 %	0.52	14.7	2.266
90-100	100.0	200	3,339.35	3,337.55	1.80 %	0.36	8.1	0.557
100-110	99.9	200	3,337.52	3,335.08	2.44 %	0.45	12.3	1.363
110-120	41.1	200	3,335.05	3,334.25	1.95 %	0.47	13.6	1.605
120-E3	48.8	200	3,334.22	3,333.80	0.86 %	0.47	14.8	1.605

**Tabla 3-9** Reporte de resultados – Descargas del sistema

DESCARGA	QDESCARGA [l/s]	COTAS [m]		
		TERRENO	SUPERIOR	SALIDA
E1	2.354	3,345.00	3,345.00	3,343.80
E2	2.266	3,336.00	3,336.00	3,334.80
E3	1.605	3,335.00	3,335.00	3,333.80
<b>Σ =</b>	<b>6.225</b>			

#### 3.1.6.4 Cálculo de presión sobre la tubería

Para asegurar que la tubería no fallará ante cargas de tráfico se realizó el cálculo de presiones bajo condiciones críticas según especificaciones del MOP.

El sistema fue diseñado con tuberías de PVC cuya capacidad de carga admisible es aproximadamente 40 [T/m<sup>2</sup>], según especificaciones del fabricante.

De acuerdo a esto se procedió a comparar la resistencia del material bajo las condiciones mencionadas anteriormente.

## CONDICIÓN CRÍTICA 1

Según las Especificaciones generales para la construcción de caminos y puentes MOP – 001 – F – 2002, el camión de mayor peso que puede pasar por encima de la tubería es el camión HS – MOP - 2000 de 25 [T].

Como condición crítica se tomará a la tubería ubicada a mayor profundidad para determinar la presión total camión - suelo sobre esta.

Para obtener la presión del camión se utilizó la siguiente fórmula de distribución puntual aplicada directamente sobre la tubería de análisis:

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

$\sigma_z$  presión directa a una determinada profundidad

$P$  carga puntual

$Z$  profundidad a la que se encuentra la tubería

El camión HS – MOP – 2000 posee tres ejes. Los dos de la parte trasera generan el mayor peso, una carga puntual equivalente al 40% de la carga total en cada eje. De acuerdo a esto se tiene que:

$$P = 0.40 * 25 [T] = 10 [T]$$

La tubería más profunda se encuentra a  $Z = 3.82$  [m].

Entonces

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

$$\sigma_z = \frac{3 * 10}{2 \pi 3.82^2} = 0.327 [T/m^2]$$

$$\sigma_z = 0.327 \text{ [T/m}^2\text{]}$$

La presión ejercida por la capa de suelo es el resultado de multiplicar su peso específico en estado seco, correspondiente al estado crítico, por su espesor **Z**.

El peso específico del suelo en la zona de análisis es  $\gamma = 1.6 \text{ [T/m}^3\text{]}$ .

Entonces

$$\sigma_o = \gamma * Z$$

$$\sigma_o = 1.6 * 3.82 = 6.112 \text{ [T/m}^2\text{]}$$

$$\sigma_o = 6.112 \text{ [T/m}^2\text{]}$$

La presión total camión – suelo ejercida sobre la tubería es:

$$\sigma_{\text{TOTAL}} = \sigma_z + \sigma_o$$

$$\sigma_{\text{TOTAL}} = 0.327 + 6.112 \text{ [T/m}^2\text{]}$$

$$\sigma_{\text{TOTAL}} = 6.439 \text{ [T/m}^2\text{]}$$

$$6.44 \text{ [T/m}^2\text{]} \ll 40 \text{ [T/m}^2\text{]}$$

De acuerdo al análisis realizado, la tubería soporta sin ningún problema la carga correspondiente a la condición crítica 1.

## **CONDICIÓN CRÍTICA 2**

Se considera condición crítica cuando la tubería se encuentra a una profundidad cercana a la superficie, debido al efecto que causa la insuficiente disipación de presiones a la tubería.

La tubería más cercana a la superficie se encuentra a una profundidad **Z = 1.20 [m]**.

Entonces

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

$$\sigma_z = \frac{3 * 10}{2 \pi 1.20^2} = 3.316 \text{ [T/m}^2\text{]}$$

$$\sigma_z = 3.316 \text{ [T/m}^2\text{]}$$

La presión ejercida por la capa de suelo es:

$$\sigma_o = \gamma * Z$$

$$\sigma_o = 1.6 * 1.20 = 1.920 \text{ [T/m}^2\text{]}$$

$$\sigma_o = 1.920 \text{ [T/m}^2\text{]}$$

La presión total camión – suelo ejercida sobre la tubería es:

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

$$\sigma_{TOTAL} = 3.316 + 1.920 \text{ [T/m}^2\text{]}$$

$$\sigma_{TOTAL} = 5.236 \text{ [T/m}^2\text{]}$$

$$5.24 \text{ [T/m}^2\text{]} \ll 40 \text{ [T/m}^2\text{]}$$

De acuerdo al análisis realizado, la tubería soporta sin ningún problema la carga correspondiente a la condición crítica 2.

Se ha realizado la comparación de la resistencia de las tuberías de PVC utilizadas para el diseño del sistema de alcantarillado sanitario y se determinó que para las dos condiciones críticas la tubería no fallará ante sollicitaciones de carga.

### **3.1.7 Tratamiento de las aguas residuales**

#### *3.1.7.1 Generalidades*

El proceso de recolección de aguas residuales termina con la descarga del caudal sanitario a un determinado cuerpo hídrico. Sin embargo, es necesario realizar un tratamiento previo para generar un efluente lo suficientemente aceptable para no causar un fuerte impacto ambiental sobre el medio receptor. Aquí radica la importancia de diseñar y construir plantas de tratamiento para cada descarga que demande el proyecto.

En la presente sección se detallan los principales factores que intervienen en el diseño de las plantas de tratamiento para el sistema de alcantarillado sanitario de la parroquia El Chaupi.

#### *3.1.7.2 Sistema de depuración de aguas residuales*

##### 3.1.7.2.1 Características del agua a tratar

Debido a la ausencia de industrias dentro de la parroquia, el agua a tratarse es básicamente agua residual doméstica, lo cual exige de considerar tratamientos avanzados para la depuración del agua.

##### 3.1.7.2.2 Disponibilidad de espacio

La parroquia dispone de amplias zonas libres de infraestructura cercanas a los cuerpos receptores, por lo cual se estima que existe suficiente espacio para la construcción de plantas de tratamiento en cada descarga del proyecto.

#### 3.1.7.2.3 Operación y mantenimiento

El personal encargado de la operación y mantenimiento del proceso de tratamiento debe ser el mínimo posible y no requiere ser totalmente calificado, de esta manera se espera no encarecer el proyecto. Sin embargo, es necesario que el personal encargado esté en capacidad de operar y dar mantenimiento al sistema.

#### 3.1.7.2.4 Complejidad

El concepto de complejidad se refiere a los siguientes aspectos:

- Para reducir costos, es necesario que el proceso de construcción sea el más simple posible.
- El grado de complejidad que demande el tratamiento del agua residual debe ser mínimo ya que como se mencionó anteriormente, no se dispondrá de mano de obra calificada, ni tampoco se dispondrá de maquinaria electrónica de avanzada, con el fin de abaratar costos.

De acuerdo a estos factores, se descartan los sistemas químico y físico-químico de tratamiento de aguas residuales para su aplicación en el proyecto.

#### 3.1.7.3 *Tratamiento primario*

Entre la variedad de sistemas de tratamiento de aguas residuales se decidió adoptar el tratamiento físico a través de tanques sépticos, debido a que no requiere de mayor espacio, es de fácil construcción, no requiere personal para su operación y su mantenimiento exige personal reducido y poco calificado.

## **TANQUE SÉPTICO**

Consiste en un dispositivo en forma de cajón, enterrado y hermético, diseñado y construido para proveer las siguientes operaciones y procesos en el agua residual:

- Separar sólidos de la parte líquida y almacenarlos adecuadamente.
- Separar compuestos con menor densidad que el agua (grasas, jabón, etc.).
- Proveer digestión a la materia orgánica.
- Permitir la descarga de líquidos clarificados y depurados.

Los sólidos se decantan y acumulan en el fondo del tanque. Por otra parte, las grasas, jabón y todo material en suspensión forman una nata espumosa liviana que se concentra en la superficie. El líquido clarificado y purificado sale por una tubería localizada de tal manera que evite que el material en suspensión se filtre.

Los sólidos y líquidos en el pozo se someten a procesos de descomposición por la acción de bacterias anaerobias. Esta descomposición o tratamiento de aguas negras en condiciones anaerobias es llamada “séptica”.

En la losa superior del tanque se implementarán tubos de ventilación para los gases que se producen en el proceso de descomposición y suben a la superficie en forma de burbujas.

### *3.1.7.4 Componentes del sistema*

#### *3.1.7.4.1 Tanque séptico*

Cada tanque séptico se diseñó con dos compartimientos para proporcionar una mejor eliminación de sólidos. El primer compartimiento se conoce como “cámara de

digestión”, el cual poseerá los 2/3 del volumen total del tanque; al segundo se lo llama “cámara de pulimento” y tendrá el volumen restante del total del tanque.<sup>30</sup>

La relación largo – ancho se encontrará dentro del rango de 3 a 7. Cabe recalcar que mientras más largo es el tanque, mayor es la eficiencia de depuración.

La profundidad mínima del líquido será de 1.2 [m] y el espacio libre sobre este será de 25 a 30 [cm].<sup>31</sup>

#### 3.1.7.4.2 Filtros de arena y grava <sup>32</sup>

El diseño de un filtro rápido deberá tener las siguientes características:

- Buen tratamiento previo de aguas.
- Elevado régimen de filtración (80 a 120 [l/m<sup>2</sup>/min]). Debido al bajo caudal sanitario que presenta el proyecto, se tomará una velocidad de filtración de 80 [l/min], la cual determina el tamaño del filtro.
- Lavado de las unidades de filtración con agua filtrada en contracorriente a través del lecho del filtro, para arrastrar y eliminar el barro y otras impurezas que hayan colmatado la arena.

El filtro consiste en una capa de arena de 60 a 75 [cm] de espesor y una capa de grava de 40 a 60 [cm] de espesor, por los cuales transcurre el agua antes de ser depositada finalmente en el cauce natural.

Los filtros de grava y arena se colocarán a continuación de la cámara de pulimento, es decir, a la salida del tanque séptico.

---

<sup>30</sup> Asociación de Ingenieros sanitarios de Antioquia, AINSA, Sistemas individuales para tratamiento de agua a nivel rural: captación, filtración, desinfección, Medellín, 1991, pág. 47.

<sup>31</sup> FUENTE: Apuntes de la materia Sanitaria II, Ing. Pablo Iturralde.

<sup>32</sup> Ernest W. Steel y J. Bagaria Blanxart, Abastecimiento de agua y alcantarillado, 3<sup>ra</sup> edición, págs. 270-277.

## **ARENA**

La arena empleada en filtros rápidos no debe tener suciedad; será dura y resistente, preferentemente de cuarzo o cuarcita. No debe perder más de un 5% en peso después de una digestión durante 24 horas en ácido clorhídrico del 40%.

Se especifica su tamaño efectivo, que es el tamaño en milímetros del tamiz que deja pasar el 10% en peso de la arena. La uniformidad de tamaño se especifica mediante el coeficiente de uniformidad, que es la relación entre el tamaño del tamiz que dejará pasar el 60% de la arena y su tamaño efectivo.

El espesor de la arena en los lechos oscila entre 60 y 75 [cm], si bien en las instalaciones más recientes se tiende a proyectarlos con lechos de 60 a 68 [cm].

Las arenas para filtros se clasifican en: gruesas, medias y finas.

### ***Arenas gruesas***

Son apropiadas para aquellos casos en que:

- Cabe esperar un buen tratamiento previo.
- El agua a tratar no estará fuertemente polucionada.
- Las ventajas inherentes a los ciclos de filtración más largos que se obtendrán y a la menor cantidad de agua de lavado empleada, compensan cualquier desventaja propia de un agua de inferior calidad.
- El diseño del filtro permite velocidades de lavado necesariamente elevadas.

### **Arenas finas**

- Cuando el tratamiento previo pueda ser a veces deficiente.
- Cuando se precisa una gran eficacia en la eliminación de bacterias y de la turbidez.
- Cuando el ahorro de agua de lavado y otras ventajas de los ciclos de filtración más largos, carecen de importancia.
- Cuando el diseño del filtro permite velocidades de lavado bajas que limpiarán solamente la arena más fina.
- Si se ha de practicar el ablandamiento del agua y es de esperar un rápido aumento del tamaño de la arena a causa del carbonato cálcico.

### **Arenas medias**

Resultan adecuadas para condiciones intermedias.

### **Clasificación de la arena de filtros por el tamaño del grano**

**Tabla 3-10** Clasificación de la arena de filtros por el tamaño del grano

TAMAÑO [%]	TAMAÑO DEL GRANO [mm]					
	FINO		MEDIO		GRUESO	
	MÍNIMO	MÁXIMO	MÍNIMO	MÁXIMO	MÍNIMO	MÁXIMO
1	0.26	0.32	0.34	0.39	0.41	0.45
10	0.35	0.45	0.45	0.55	0.55	0.65
60	0.53	0.75	0.68	0.91	0.83	1.08
99	0.93	1.50	1.19	1.80	1.46	2.00

FUENTE: Abastecimiento de agua y alcantarillado, Steel y Blanxart.

Un tamaño 10, expresado en porcentaje, significa que el 10% de la arena es más pequeña que el tamaño dado.

## GRAVA

La grava tiene dos funciones principales:

- Actúa como soporte de la arena y hace que el agua filtrada pueda discurrir libremente hacia el sistema colector.
- Dirige el agua de lavado hacia el lecho de arena de un modo casi uniforme.

Se la dispone en 5 o 6 capas de distintos tamaños, totalizando un espesor de 40 a 60 [cm]. Se coloca la capa más fina en la parte superior.

La grava debe ser dura, redondeada, resistente y de un peso aproximado de 1600 [Kg/m<sup>3</sup>]; no debe contener piezas llanas, delgadas o alargadas, ni debe contener margas, arena, arcilla u otros materiales extraños.

A continuación la gradación y espesor de capas comúnmente empleadas.

**Tabla 3-11** Gradación de grava comúnmente empleada

TAMAÑO DE LA GRAVA [cm]	ESPELOR [cm]
0.25 – 0.50	5 – 8
0.50 – 1.30	5 – 8
1.30 – 2.00	8 – 13
2.00 – 4.00	8 – 13
4.00 – 6.30	13 – 20
<b>ESPELOR TOTAL</b>	<b>39 a 62</b>

FUENTE: *Abastecimiento de agua y alcantarillado, Steel y Blanxart*

#### 3.1.7.4.3 Sistema colector del agua filtrada<sup>33</sup>

El agua filtrada que llega a la grava se recoge en tubos colectores que al mismo tiempo sirven para distribuir el agua de lavado durante este proceso. Para cumplir adecuadamente su misión, debe recoger y distribuir el agua de forma homogénea, aunque esto no llega a conseguirse plenamente debido a la ligera diferencia de pérdida de carga que se produce en los diversos puntos del sistema.

Se emplean varios tipos de sistemas colectores o fondos de filtros. Uno de los más empleados es el de tubos perforados. Mediante este sistema, las diferencias de carga sobre el lecho se reducen considerablemente al mantener un valor adecuado de las velocidades del agua en los tubos o conducciones del sistema, así como de las dimensiones de los orificios, de su número y su distribución.

La superficie total de los orificios debe ser del 0.20 al 0.33% de la superficie filtrante. Un tipo sencillo de sistema colector consta de un tubo principal de hierro fundido con aberturas en las que pueden atornillarse o unirse con plomo, otras tuberías laterales de hierro fundido. Tanto para el colector principal como para los laterales se emplea también el fibro-cemento y la fundición revestida de cemento, y para los laterales también se ha usado acero. Estos laterales se disponen generalmente a distancias de 15 o 20 [cm] entre centros y perforados por la parte inferior con agujeros de 6.5 a 12.5 [mm]. Las perforaciones se disponen, a veces, alternadas en la parte inferior, pero a 30° de la vertical central. La disposición de los agujeros en la parte inferior exige el apoyo de estos laterales en bloques de hormigón y a unos 3.5 [cm] por encima del fondo del filtro. Tienen la ventaja de reducir la acción de choque del agua de lavado. A veces las perforaciones se forran con anillos de bronce para evitar la corrosión.

---

<sup>33</sup> Edgar Mora, Tesis de grado: Diseño del alcantarillado sanitario y tratamiento de aguas servidas de la parroquia San José de Dahuano, cantón Loreto, provincia de Orellana, PUCE, Quito, 2010, pág. 62.

### 3.1.7.5 Diseño del sistema de tratamiento

El caudal de diseño para calcular el volumen del tanque séptico será el máximo instantáneo. Este caudal es crítico y aunque su ocurrencia sea poco probable, brinda la ventaja de permitir a caudales menores un tratamiento más eficiente debido a que el tiempo de retención aumenta.

El tiempo de retención adoptado es de 2 horas; de esta manera se cumple con las normas de la Subsecretaría de Saneamiento Ambiental.

#### CAUDAL DE DISEÑO

A continuación se muestran los caudales de diseño de las plantas de tratamiento correspondientes a cada descarga del proyecto.

$$Q_{\text{diseño}} = Q_{\text{máx. inst.}}$$

**Tabla 3-12** Caudal de diseño para plantas de tratamiento

DESCARGA - PLANTA DE TRATAMIENTO	Q <sub>diseño</sub> = Q <sub>máx. Inst.</sub> [l/s]
1 – 1	2.02
2 – 1	1.94
3 – 1	1.37

Los filtros se calcularon para una velocidad mínima de 80 [l/m<sup>2</sup>/min] según lo mencionado en 3.1.7.4.2. Estos consisten en un lecho de arena de 60 a 75 [cm] de espesor y una capa de grava de 40 a 60 [cm] de espesor.

Los filtros se dispondrán a continuación de la cámara de pulimiento del tanque séptico para depurar finalmente el agua.

## DISEÑO DEL SISTEMA SÉPTICO – DESCARGA 1

### DATOS

<b>Qdiseño</b> = 2.02 [l/s]	<b>Profundidad (h)</b> = 1.5 [m]
<b>Tiempo retención (T)</b> = 2 [horas]	<b>Profundidad total (H)</b> = h + 0.30 [m]
<b>Relación largo (l)</b> = 4 ancho (a)	

### VOLUMEN DE EFLUENTE

$$V = Q_{\text{diseño}} * T$$
$$V = 14528.9 \text{ [lts]} = 14.53 \text{ [m}^3\text{]}$$

### ÁREA TANQUE SÉPTICO

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

$$A = 9.69 \text{ [m}^2\text{]}$$

SI

$$l = 4 a$$

$$a = 1.56 \text{ [m]} = 1.6 \text{ [m]}$$

$$l = 6.4 \text{ [m]}$$

### DIMENSIONES DEL TANQUE

$$l = 6.4 \text{ [m]}$$
$$a = 1.6 \text{ [m]} \quad v = 15.36 \text{ [m}^3\text{]}$$
$$h = 1.5 \text{ [m]} \quad T = 2.1 \text{ [horas]}$$
$$H = 1.8 \text{ [m]}$$

### DIMENSIONES CÁMARA DE DIGESTIÓN

$$V_1 = (2/3) V = 10.24 \text{ [m}^3\text{]}$$

$$a = 1.6 \text{ [m]}$$

$$l_1 = 4.3 \text{ [m]}$$

### DIMENSIONES CÁMARA DE PULIMENTO

$$V_2 = (1/3) V = 5.12 \text{ [m}^3\text{]}$$

$$a = 1.6 \text{ [m]}$$

$$l_2 = 2.1 \text{ [m]}$$

### ESPECIFICACIONES DEL TANQUE SÉPTICO

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

$$\text{Largo (l)} = 6.55 \text{ [m]}$$

$$\text{Ancho (a)} = 1.60 \text{ [m]}$$

$$\text{Altura (H)} = 1.80 \text{ [m]}$$

## DISEÑO DEL FILTRO RÁPIDO – DESCARGA 1

### DATOS

$$\begin{aligned} Q_{\text{diseño}} &= 2.02 \text{ [l/s]} = 121.1 \text{ [l/min]} \\ V_{\text{mín}} &= 80 \text{ [l/m}^2\text{/min]} \\ a &= 1.60 \text{ [m]} \quad (\text{ancho tanque séptico}) \end{aligned}$$

### ÁREA DE FILTRACIÓN

$$\frac{80 \text{ [l/min]}}{1 \text{ [m}^2\text{]}} = \frac{121.1 \text{ [l/min]}}{A}$$

$$A = 1.51 \text{ [m}^2\text{]}$$

### DIMENSIONES DEL FILTRO

$$A = a * b$$

SI

$$a = 1.60 \text{ [m]} \quad (\text{ancho del tanque séptico o largo del filtro})$$

$$b = 0.95 \text{ [m]} = 1.00 \text{ [m]} \quad (\text{ancho del filtro})$$

### ESPECIFICACIONES DEL FILTRO RÁPIDO

$$\text{Ancho del filtro (b)} = 1.00 \text{ [m]}$$

$$\text{Largo del filtro (a)} = 1.60 \text{ [m]}$$

## DISEÑO DEL SISTEMA SÉPTICO – DESCARGA 2

### DATOS

<b>Qdiseño</b> = 1.94 [l/s]	<b>Profundidad (h)</b> = 1.5 [m]
<b>Tiempo retención (T)</b> = 2 [horas]	<b>Profundidad total (H)</b> = h + 0.30 [m]
<b>Relación largo (l)</b> = 4 ancho (a)	

### VOLUMEN DE EFLUENTE

$$V = Q_{\text{diseño}} * T$$
$$V = 13979.2 \text{ [lts]} = 13.98 \text{ [m}^3\text{]}$$

### ÁREA TANQUE SÉPTICO

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

$$A = 9.32 \text{ [m}^2\text{]}$$

SI

$$l = 4 a$$

$$a = 1.53 \text{ [m]} = 1.6 \text{ [m]}$$

$$l = 6.4 \text{ [m]}$$

### DIMENSIONES DEL TANQUE

$$l = 6.4 \text{ [m]}$$
$$a = 1.6 \text{ [m]} \quad v = 15.36 \text{ [m}^3\text{]}$$
$$h = 1.5 \text{ [m]} \quad T = 2.2 \text{ [horas]}$$
$$H = 1.8 \text{ [m]}$$

### DIMENSIONES CÁMARA DE DIGESTIÓN

$$V_1 = (2/3) V = 10.24 \text{ [m}^3\text{]}$$

$$a = 1.6 \text{ [m]}$$

$$l_1 = 4.3 \text{ [m]}$$

### DIMENSIONES CÁMARA DE PULIMENTO

$$V_2 = (1/3) V = 5.12 \text{ [m}^3\text{]}$$

$$a = 1.6 \text{ [m]}$$

$$l_2 = 2.1 \text{ [m]}$$

### ESPECIFICACIONES DEL TANQUE SÉPTICO

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

$$\text{Largo (l)} = 6.55 \text{ [m]}$$

$$\text{Ancho (a)} = 1.60 \text{ [m]}$$

$$\text{Altura (H)} = 1.80 \text{ [m]}$$

## DISEÑO DEL FILTRO RÁPIDO – DESCARGA 2

### DATOS

$$\begin{aligned} Q_{\text{diseño}} &= 1.94 \text{ [l/s]} = 116.5 \text{ [l/min]} \\ V_{\text{mín}} &= 80 \text{ [l/m}^2\text{/min]} \\ a &= 1.60 \text{ [m]} \quad (\text{ancho tanque séptico}) \end{aligned}$$

### ÁREA DE FILTRACIÓN

$$\frac{80 \text{ [l/min]}}{1 \text{ [m}^2\text{]}} = \frac{116.5 \text{ [l/min]}}{A}$$

$$A = 1.46 \text{ [m}^2\text{]}$$

### DIMENSIONES DEL FILTRO

$$A = a * b$$

SI

$$a = 1.60 \text{ [m]} \quad (\text{ancho del tanque séptico o largo del filtro})$$

$$b = 0.91 \text{ [m]} = 1.00 \text{ [m]} \quad (\text{ancho del filtro})$$

### ESPECIFICACIONES DEL FILTRO RÁPIDO

$$\text{Ancho del filtro (b)} = 1.00 \text{ [m]}$$

$$\text{Largo del filtro (a)} = 1.60 \text{ [m]}$$

## DISEÑO DEL SISTEMA SÉPTICO – DESCARGA 3

### DATOS

<b>Qdiseño</b> = 1.37 [l/s]	<b>Profundidad (h)</b> = 1.5 [m]
<b>Tiempo retención (T)</b> = 2 [horas]	<b>Profundidad total (H)</b> = h + 0.30 [m]
<b>Relación largo (l)</b> = 4 ancho (a)	

### VOLUMEN DE EFLUENTE

$$V = Q_{\text{diseño}} * T$$
$$V = 9899.7 \text{ [lts]} = 9.90 \text{ [m}^3\text{]}$$

### ÁREA TANQUE SÉPTICO

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

$$A = 6.60 \text{ [m}^2\text{]}$$

SI

$$l = 4 a$$

$$a = 1.28 \text{ [m]} = 1.3 \text{ [m]}$$

$$l = 5.2 \text{ [m]}$$

### DIMENSIONES DEL TANQUE

$$l = 5.2 \text{ [m]}$$
$$a = 1.3 \text{ [m]} \quad v = 10.14 \text{ [m}^3\text{]}$$
$$h = 1.5 \text{ [m]} \quad T = 2.0 \text{ [horas]}$$
$$H = 1.8 \text{ [m]}$$

### DIMENSIONES CÁMARA DE DIGESTIÓN

$$V_1 = (2/3) V = 6.76 \text{ [m}^3\text{]}$$

$$a = 1.3 \text{ [m]}$$

$$l_1 = 3.5 \text{ [m]}$$

### DIMENSIONES CÁMARA DE PULIMENTO

$$V_2 = (1/3) V = 3.38 \text{ [m}^3\text{]}$$

$$a = 1.3 \text{ [m]}$$

$$l_2 = 1.7 \text{ [m]}$$

### ESPECIFICACIONES DEL TANQUE SÉPTICO

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

$$\text{Largo (l)} = 5.35 \text{ [m]}$$

$$\text{Ancho (a)} = 1.30 \text{ [m]}$$

$$\text{Altura (H)} = 1.80 \text{ [m]}$$

## DISEÑO DEL FILTRO RÁPIDO – DESCARGA 3

### DATOS

$$\begin{aligned} Q_{\text{diseño}} &= 1.37 \text{ [l/s]} = 82.5 \text{ [l/min]} \\ V_{\text{mín}} &= 80 \text{ [l/m}^2\text{/min]} \\ a &= 1.30 \text{ [m]} \quad (\text{ancho tanque séptico}) \end{aligned}$$

### ÁREA DE FILTRACIÓN

$$\frac{80 \text{ [l/min]}}{1 \text{ [m}^2\text{]}} = \frac{82.5 \text{ [l/min]}}{A}$$

$$A = 1.03 \text{ [m}^2\text{]}$$

### DIMENSIONES DEL FILTRO

$$A = a * b$$

SI

$$a = 1.30 \text{ [m]} \quad (\text{ancho del tanque séptico o largo del filtro})$$

$$b = 0.79 \text{ [m]} = 0.80 \text{ [m]} \quad (\text{ancho del filtro})$$

### ESPECIFICACIONES DEL FILTRO RÁPIDO

$$\text{Ancho del filtro (b)} = 0.80 \text{ [m]}$$

$$\text{Largo del filtro (a)} = 1.30 \text{ [m]}$$

### 3.1.7.6 Limpieza de los tanques sépticos<sup>34</sup>

El mantenimiento preventivo de los tanques sépticos es muy importante para el buen funcionamiento del proyecto. La limpieza del tanque antes que llegue a acumularse demasiado lodo o nata es primordial; si llegaran a escapar por el dispositivo de salida pueden contaminar los medios receptores. También es importante tener en cuenta la posibilidad de obstrucción de tuberías de entrada o de salida del tanque.

Para evitar cualquier problema dentro del tanque es necesario realizar procedimientos de inspección y mantenimiento constantes.

#### **INSPECCIÓN**

Se debe realizar inspecciones del lodo y nata acumulados en cada tanque con el fin de determinar el momento adecuado para realizar la limpieza del mismo.

La inspección tendrá por objeto determinar:

- La distancia desde la parte inferior de la nata hasta el fondo del dispositivo de salida, la cual no deberá ser menor a 15 [cm].
- La distancia desde el fondo del dispositivo de salida hasta la porción superior del lodo, la cual no deberá ser menor a 25 [cm].

#### **FRECUENCIA DE INSPECCIÓN**

Es difícil programar inspecciones para el control de niveles de lodo y nata debido a que estos suelen cambiar frecuentemente, dependiendo de los volúmenes de

---

<sup>34</sup> Asociación de Ingenieros sanitarios de Antioquia, AINSA, Sistemas individuales para tratamiento de agua a nivel rural: captación, filtración, desinfección, Medellín, 1991, pág. 63.

caudal de aguas negras, pero se ha comprobado que en la práctica, un lapso de tiempo de 6 meses entre inspecciones consecutivas es aceptable.

#### **PROCEDIMIENTO PARA MEDIR LA PROFUNDIDAD DE LA NATA**

1. Se construirá una vara de 3 [m] de largo con una aleta de 15 x 15 [cm].
2. La vara se empujará a través de la capa de nata hasta el fondo del dispositivo de salida.
3. Se hará una marca con tiza en la vara.
4. Se subirá la vara, la aleta se pondrá en posición horizontal y se levantará hasta que la resistencia de la nata se sienta.
5. Se hará una marca con tiza en la vara.
6. El espacio entre las dos marcas determinará la distancia que hay entre el fondo del dispositivo de salida y la parte inferior de la nata.

#### **PROCEDIMIENTO PARA MEDIR LA PROFUNDIDAD DEL LODO**

1. Se construirá una vara de 6 [m] de largo, a la cual se le envolverá 2.5 [m] en tela de toalla blanca.
2. Se meterá la vara hasta que toque el fondo del tanque.
3. Después de varios minutos, la vara se retirará cuidadosamente, mostrando la profundidad de los lodos y la profundidad del líquido del tanque.

## **3.2 Diseño del sistema de alcantarillado pluvial**

### **3.2.1 Objetivo y alcance**

#### **OBJETIVOS**

Diseñar el sistema de alcantarillado para la población de El Chaupi que tiene un área de aporte de dieciocho punto sesenta y tres hectáreas (18.63 Ha), por medio del cual se podrá realizar la recolección de aguas provenientes de las precipitaciones pluviales de la zona.

Realizar el diseño en base a normas existentes para que su funcionamiento sea óptimo y sirva a la comunidad.

#### **ALCANCE**

Se diseñaron sistemas de alcantarillado separados, tanto sanitario como pluvial, cumpliendo con normas ecuatorianas. En este capítulo se detalla el diseño del alcantarillado pluvial.

### **3.2.2 Disposiciones generales**

Se realizó el diseño del sistema de alcantarillado pluvial con el objetivo de recolectar y transportar aguas lluvias provenientes de la zona hacia los sitios de descarga. Al tratarse de aguas lluvias solamente, no se dispondrá de un sistema de tratamiento.

### **3.2.3 Disposiciones específicas**

Tanto el sistema de alcantarillado pluvial como sus obras complementarias fueron diseñados bajo especificaciones de la norma ecuatoriana (INEN) para un período de diseño acorde con la población de El Chaupi.

### **3.2.4 Análisis conceptual de la alternativa de diseño**

El principal objetivo del sistema de alcantarillado pluvial es la recolección, transporte y descarga de aguas lluvias trabajando solamente a gravedad y evitando la presión. De acuerdo a esto, los elementos se diseñaron siguiendo la pendiente natural del terreno y realizando una eficiente distribución de caudales para obtener un dimensionamiento adecuado y económico.

### **3.2.5 Bases de diseño**

Las bases de diseño para el sistema de alcantarillado pluvial son las mismas que la del sistema sanitario en cuanto a período de diseño y áreas tributarias.

#### **3.2.5.1 Caudales de diseño**

Para determinar los caudales de diseño del sistema de alcantarillado se tuvieron como base los criterios expuestos en el manual de diseño realizado por el Ing. Guillermo Burbano.

Estos criterios se detallan a continuación.

### 3.2.5.1.1 Caudal de aguas lluvias

La determinación del caudal de aguas lluvias se basó en el estudio de las curvas de intensidad, duración y frecuencia de la zona correspondiente a El Chaupi, realizadas por el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI).

Para su cálculo se utilizó el método racional, cuya ecuación se basa en los siguientes parámetros:

$$Q = C * I * A$$

- |          |  |
|----------|--|
| <b>Q</b> | caudal de aguas lluvias [l/s]                  |
| <b>C</b> | coeficiente de escurrimiento o impermeabilidad |
| <b>I</b> | intensidad de lluvia [mm/h]                    |
| <b>A</b> | área de drenaje o aportación [Ha]              |

El método asume que:

- La esorrentía en cualquier punto bajo, es función de la cantidad promedio de lluvia y del tiempo requerido para que el agua escurra desde la parte más lejana del área de drenaje al punto de ingreso en la alcantarilla; denominándose a este intervalo como tiempo de concentración.
- La máxima cantidad de lluvia ocurre dentro del tiempo de concentración.

#### **COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO O IMPERMEABILIDAD (C)**

Es la relación que existe entre el agua que escurre (agua no evaporada, infiltrada o estancada) y la precipitación total, para el área considerada en el diseño.

Este coeficiente depende de factores tales como la impermeabilidad del terreno, tipo de zona, la intercepción por vegetación, retención en depresiones, evaporación, entre otros.

El valor **C** varía con respecto al tiempo que necesita la lluvia para humedecer el suelo. Los valores mas aceptados son:

**Tabla 3-13** Valores aceptados de C según el tipo de superficie

TIPOS DE SUPERFICIE	C
Cubierta metálica o teja vidriada	0.95
Cubierta con teja ordinaria	0.90
Pavimento asfáltico en buenas condiciones	0.85 - 0.90
Pavimentos de hormigón	0.80 - 0.85
Empedrados con juntas pequeñas	0.75 - 0.80
Empedrados con juntas ordinarias	0.40 - 0.50
Superficies afirmadas (tierra compactada)	0.25 - 0.60
Superficies no pavimentadas	0.10 - 0.30
Parques y jardines	0.05 - 0.25

*FUENTE: Manual de diseño, Ing. Guillermo Burbano O.*

En función de las diferentes zonificaciones se tiene:

**Tabla 3-14** Valores aceptados de C según el tipo de zona

TIPO DE ZONIFICACIÓN	C
Comerciales o densamente pobladas	0.70 - 0.90
Adyacentes a las anteriores	0.50 - 0.70
Residenciales con casas separadas	0.25 - 0.50
Periféricas no desarrolladas totalmente	0.10 - 0.25

*FUENTE: Manual de diseño, Ing. Guillermo Burbano O.*

Para el diseño se optó un coeficiente de escurrimiento de 0.50 debido a que la zona del proyecto corresponde al tipo residencial con casas separadas.

## INTENSIDAD DE PRECIPITACIÓN (I)

Para el cálculo la intensidad de precipitación se utilizan registros pluviográficos, los cuales permiten obtener datos de lluvia para intervalos pequeños de tiempo. Estos datos se reflejan a través de curvas de intensidades que responden a las siguientes ecuaciones:<sup>35</sup>

### *Ecuación tipo*

$$I = \frac{K T^m}{t^n}$$

### *Ecuación en función de Id*

$$I_{TR} = \frac{K I_{dTR}}{t^n}$$

<b><math>I_{TR}</math></b>	intensidad de precipitación para cualquier período de retorno [mm/h]
<b><math>I_{dTR}</math></b>	intensidad diaria para un período de retorno dado en [mm/h]
<b>TR</b>	período de retorno
<b>t</b>	tiempo de duración de la lluvia [min]
<b>K, m y n</b>	constantes de ajuste determinado aplicando mínimos cuadrados

---

<sup>35</sup> INAMHI, Estudio de lluvias intensas, Quito, 1999, pág. 3.

La determinación del valor de  $I$  se realizó a través de la siguiente ecuación establecida por el INAMHI – 1999, correspondiente a la estación Izobamba, cuya localización se encuentra dentro de la zona del proyecto de acuerdo a las coordenadas geográficas mostradas en la Tabla 2-2.

$$I_{TR} = 121.48 * Id_{TR} * t^{-0.4723}$$

Esta ecuación está en función de la intensidad máxima en 24 horas, para una duración de precipitación de hasta 70 [min], tiempo que se considera adecuado para el proyecto.

Para el diseño se adoptó un período de retorno de 10 años, en cuyo caso, el valor de  $Id_{TR}$  correspondiente a la estación Izobamba es 2.20 [mm/h].

### **TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (t) <sup>36</sup>**

Se define como tiempo de concentración, para un área de drenaje, el tiempo que tarda una gota de agua en recorrer desde el punto más alejado de dicha área, hasta el punto final de recepción considerado.

El tiempo de concentración se compone de un tiempo de recorrido superficial o de desagüe  $t_1$ , es decir, el que requiere la escorrentía para llegar hasta la entrada de la tubería, y un tiempo de recorrido dentro de la misma llamado  $t_2$ , de tal forma que:

$$t = t_1 + t_2$$

El tiempo  $t_1$  puede calcularse utilizando cualquier procedimiento en el que se considere como variable la resistencia de la superficie al flujo, la pendiente del terreno, tamaño de las áreas de aportación, forma del drenaje de las cubiertas y

---

<sup>36</sup> Ing. Guillermo Burbano O., Criterios básicos de diseño para sistemas de agua potable y alcantarillado, pág. 112.

superficies interiores, distancia de la periferie del área hasta la entrada en la alcantarilla.

De manera general la norma nacional indica que para áreas densamente desarrolladas en las que exista un alto porcentaje de zonas impermeables y con sumideros cercanos entre sí, el tiempo de recorrido superficial será de 5 [min].

En áreas desarrolladas y con pendientes más o menos planas, el tiempo de recorrido superficial será de 10 a 15 [min].

En zonas residenciales de topografía plana con sumideros lejanos entre sí se puede utilizar un tiempo de recorrido entre 20 y 30 [min].

Para este proyecto se adoptó un tiempo de recorrido superficial  $t_1$  de 20 [min] ya que la zona del proyecto corresponde a una tipo residencial de topografía plana con sumideros lejanos entre sí.

El tiempo de recorrido en las alcantarillas  $t_2$ , se calcula con la expresión:

$$t_2 = \frac{l}{v}$$

**l** longitud del tramo de alcantarillado

**v** velocidad de circulación del agua en el tramo respectivo

## **PERÍODO DE RETORNO (TR)**

Para el proyecto se adoptó un período de retorno de 10 años.

### **3.2.6 Hidráulica del sistema de alcantarillado**

La hidráulica del sistema de alcantarillado es igual tanto para alcantarillado sanitario como para alcantarillado pluvial. Esta se explica detalladamente en 3.1.6.

Sin embargo, existen ciertos parámetros independientes entre cada sistema. A continuación se mencionaran dichos parámetros correspondientes al sistema de alcantarillado pluvial.

#### *3.2.6.1 Recomendaciones para el diseño de la red de alcantarillado pluvial*

Para el diseño de la red se tomaron en cuenta las recomendaciones del manual de diseño del Ing. Guillermo Burbano, estas son:

##### 3.2.6.1.1 Diámetros

El diámetro mínimo para sistemas de alcantarillado pluvial o combinado será de 0.25 [m]. Para conexiones domiciliarias se utilizará 0.15 [m] como mínimo para alcantarillado pluvial o combinado. La pendiente mínima de las conexiones domiciliarias será de 1 %.

##### 3.2.6.1.2 Velocidades

Para alcantarillado pluvial o combinado, la velocidad mínima a tubo lleno será de 0.75 [m/s] y de 0.40 [m/s] para tubos parcialmente llenos.

Para el diseño se emplearon tuberías de PVC cuyas velocidades de hasta 9 [m/s] tienen aprobación certificada del INEN.

#### 3.2.6.1.3 Capacidad a utilizarse

En alcantarillados pluviales, la capacidad a utilizarse en las tuberías puede llegar a 100% e inclusive se tolera que las mismas trabajen con una ligera presión interior (no mayor a 5 [m]) porque no se necesita ventilación y el tiempo de máxima precipitación solo dura algunos minutos.

#### 3.2.6.1.4 Ubicación

Las tuberías para aguas lluvias se proyectarán en el centro de la calzada; en igual forma, si se diseña alcantarillado combinado, las tuberías se proyectarán por el centro de la misma.

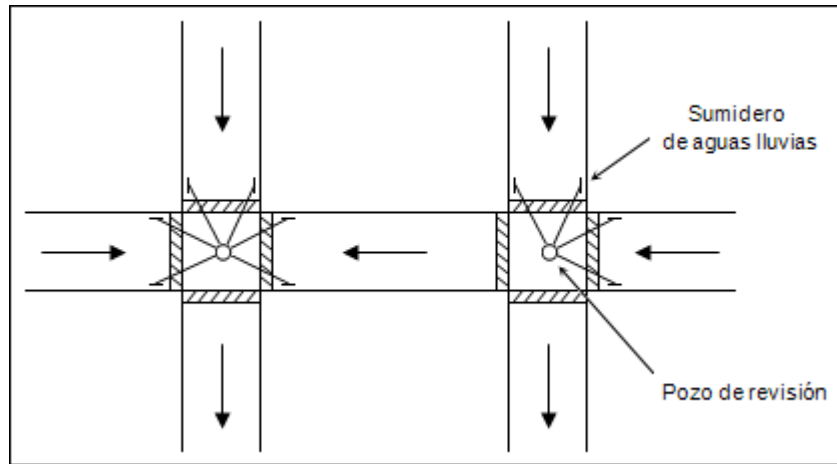
#### 3.2.6.1.5 Sumideros de aguas lluvias

Se proyectarán sumideros para recoger el agua lluvia que escurre por las calzadas y se ubicarán en los puntos más bajos de las calles, accesos de puentes, terraplenes, sobre quebradas, etc. Cada sumidero se conectará al pozo de revisión más cercano mediante una tubería diseñada con suficiente capacidad hidráulica, no menor a 200 milímetros de diámetro.

Si la pendiente longitudinal de la calle es menor al 5 % se utilizarán deflectores y sumideros con abertura en la cinta gotera.

Si la pendiente longitudinal es mayor al 5 % se utilizarán sumideros con abertura sobre la rasante de la calle o sumideros combinados. Para sumideros que utilizan rejillas sobre la calzada las rejas serán paralelas al sentido del flujo, para minimizar las obstrucciones y conseguir la mejor utilización del área de captación del agua lluvia.

**Figura 3-10** Distribución de sumideros sobre la calzada



*FUENTE: Manual de diseño, Ing. Guillermo Burbano O.*

Según el Ex – IEOS, se recomienda un sumidero estándar de 30 x 46 [cm] cada 80 [m] de longitud de calle o uno cada esquina de la manzana si la longitud es menor a 80 [m]. Las descargas de los sumideros se harán al pozo de revisión.

En las calles donde las longitudes sean mayores a las indicadas, o existan pendientes pronunciadas, se conviene incrementar la cantidad de sumideros o cambiar su dimensión hasta longitudes entre 1.5 y 2.0 [m], justificando su cálculo de captación hidráulica superficial.

En los sitios de las calles donde se acumulen las aguas lluvias superficiales, se incorporarán sumideros de bordillo directos, con una longitud máxima paralela a la vía de 1.50 [m] y válvula de clapeta en el pozo de revisión.<sup>37</sup>

<sup>37</sup> Augusto Flores, Tesis de grado: Diseño del alcantarillado pluvial de la parroquia San José de Dahuano, cantón Loreto, provincia de Orellana, PUCE, Quito, 2010, pág. 31.

### 3.2.6.2 Cálculos hidráulicos y resultados de la red de alcantarillado pluvial

#### INTENSIDAD DE PRECIPITACIÓN

Datos:

**Estación:** Izobamba

**TR = 10 [años]**

**Id<sub>TR</sub> = 2.20 [mm/h]**

**t<sub>1</sub> = 20 [min]**

$$I_{TR} = 121.48 * Id_{TR} * t^{-0.4723}$$

$$I_{TR} = 267.26 * t^{-0.4723} \text{ [mm/h]}$$

#### CAUDAL DE AGUAS LLUVIAS

Datos:

**C = 0.50**

**n = 0.010**

$$Q = C * I * A$$

El diseño del sistema de alcantarillado pluvial se realizó a través de la hoja electrónica Excel, basados en los criterios de diseño mencionados en subcapítulos anteriores.

Se aplicaron los datos de intensidad de precipitación  $I_{TR}$  y coeficiente de escurrimiento  $C$  propios de la zona en estudio y se obtuvieron los siguientes resultados.

**Tabla 3-15** Cuadro de diseño – Descarga 1

**DATOS**

Coefficiente de escurrimiento (C) = 0.50

Coefficiente de Manning (n) = 0.010

Diámetro mínimo (Ø) = 250 [mm]

$t_1 = 20$  [min]

$t_2 = L/60v$  [min]

$t = t_1 + t_2$

ITR = 267.256  $t^{-0.4723}$  [mm/h]

CORTE mín = 1.25 [m]

**CUADRO DESCARGA 1**

SUBCOLECTOR 1																								
POZO	TRAMO	LONG [m]	COTA [m]	ÁREAS [Ha]				AC*C [Ha]	ITR mm/h	q [l/s]	Ø [mm]	J [%]	V [m/s]	Q [l/s]	q/Q	d/D	v/V	v [m/s]	t <sub>2</sub> [min]	t [min]	CAÍDA [m]	COTA PROJ [m]	CORTE [m]	OBSERV
				IZQ	DER	PARC	AC																	
10	10 - 20	66.33	3354.42	0.126	0.188	0.313	0.313	0.157	64.93	28	250	3.12	2.78	137	0.21	0.31	0.79	2.19	0.50	20.00	2.07	3353.17	1.25	Lateral
20	20 - 21	42.90	3352.35	0.046	0.046	0.092	0.405	0.203	64.17	36	250	1.61	2.00	98	0.37	0.42	0.92	1.85	0.39	20.50	0.69	3351.07	1.28	
21			3351.66																		3350.35	1.31		
11	11 - 21	65.43	3354.02	0.119	0.121	0.240	0.645	0.323	64.93	58	250	3.61	2.99	147	0.40	0.44	0.94	2.82	0.39	20.00	2.36	3352.77	1.25	Lateral
21			3351.66																		3350.38	1.28		
21	21 - 22	45.18	3351.66	0.051	0.051	0.102	0.747	0.374	63.61	66	300	0.51	1.27	90	0.74	0.64	1.09	1.39	0.54	20.89	0.23	3350.12	1.77	
22			3351.89																		3350.12	1.77		
12	12 - 22	65.01	3354.08	0.133	0.120	0.253	1.000	0.500	64.93	90	250	3.37	2.89	142	0.64	0.58	1.06	3.06	0.35	20.00	2.19	3352.83	1.25	Lateral
22			3351.89																		3350.61	1.28		
22	22 - 23	50.50	3351.89	0.064	0.064	0.128	1.128	0.564	62.84	98	300	0.81	1.60	113	0.87	0.72	1.13	1.80	0.47	21.43	0.41	3349.68	1.80	
23			3351.48																		3349.68	1.80		

**SUBCOLECTOR 1**

POZO	TRAMO	LONG [m]	COTA [m]	ÁREAS [Ha]				AC*C [Ha]	ITR mm/h	q [l/s]	Ø [mm]	J [%]	V [m/s]	Q [l/s]	q/Q	d/D	v/V	v [m/s]	t <sub>2</sub> [min]	t [min]	CAÍDA [m]	COTA PROJ [m]	CORTE [m]	OBSERV
				IZQ	DER	PARC	AC																	
13			3353.44																					
	13 - 23	64.25		0.120	0.135	0.254	1.382	0.691	64.93	125	250	3.05	2.75	135	0.92	0.76	1.13	3.12	0.34	20.00	1.96	3352.19	1.25	Lateral
23			3351.48																			3350.20	1.28	
	23 - 24	47.11		0.056	0.056	0.111	1.493	0.746	62.21	129	300	1.25	1.99	141	0.92	0.75	1.13	2.26	0.35	21.90	0.59			
24			3350.89																			3349.06	1.83	
14			3353.38																			3352.13	1.25	Lateral
	14 - 24	63.55		0.124	0.125	0.249	1.741	0.871	64.93	157	300	3.92	3.52	249	0.63	0.58	1.06	3.72	0.28	20.00	2.49			
24			3350.89																			3349.61	1.28	
	24 - 25	47.29		0.056	0.056	0.112	1.853	0.927	61.74	159	350	0.89	1.86	179	0.89	0.73	1.13	2.10	0.38	22.25	0.42			
25			3351.31																			3348.61	2.70	
15			3353.28																			3352.03	1.25	Lateral
	15 - 25	63.83		0.082	0.117	0.200	2.053	1.026	64.93	185	300	3.09	3.12	221	0.84	0.70	1.12	3.50	0.30	20.00	1.97			
25			3351.31																			3350.03	1.28	
	25 - 26	26.93		0.018	0.018	0.036	2.089	1.044	61.26	178	350	4.53	4.20	404	0.44	0.46	0.97	4.06	0.11	22.62	1.22			
26			3350.09																			3347.36	2.73	
16			3352.27																			3351.02	1.25	Lateral
	16 - 26	63.70		0.331	0.100	0.431	2.520	1.260	64.93	227	300	3.42	3.29	233	0.98	0.80	1.14	3.75	0.28	20.00	2.18			
26			3350.09																			3348.81	1.28	

SUBCOLECTOR 2																								
POZO	TRAMO	LONG [m]	COTA [m]	ÁREAS [Ha]				AC*C [Ha]	ITR mm/h	q [l/s]	Ø [mm]	J [%]	V [m/s]	Q [l/s]	q/Q	d/D	v/v	v [m/s]	t <sub>2</sub> [min]	t [min]	CAÍDA [m]	COTA PROJ [m]	CORTE [m]	OBSERV
				IZQ	DER	PARC	AC																	
30	-	0.00	3350.05	0.195	0.213	0.408	0.408														3348.80	1.25		
30	30 - 31	18.73	3350.05	0.011	0.061	0.071	0.480	0.240	64.93	43	250	0.75	1.36	67	0.65	0.59	1.06	1.45	0.22	20.00	0.14	3348.80	1.25	Lateral
31			3349.91																			3348.63	1.28	
21	21 - 31	65.52	3351.66	0.100	0.103	0.202	0.682	0.341	64.93	61	250	2.67	2.57	126	0.49	0.49	0.99	2.56	0.43	20.00	1.75	3350.41	1.25	Lateral
31			3349.91																			3348.63	1.28	
32	31 - 32	47.53	3349.35	0.057	0.134	0.190	0.872	0.436	64.29	78	250	1.18	1.71	84	0.93	0.76	1.14	1.94	0.41	20.43	0.56	3348.04	1.31	
22	22 - 32	66.39	3351.89	0.102	0.099	0.201	1.073	0.536	64.93	97	250	3.83	3.08	151	0.64	0.58	1.06	3.27	0.34	20.00	2.54	3350.64	1.25	Lateral
32			3349.35																			3348.07	1.28	
33	32 - 33	48.14	3349.50	0.058	0.139	0.197	1.270	0.635	63.69	112	400	0.31	1.20	151	0.74	0.64	1.10	1.32	0.61	20.84	0.15	3347.89	1.61	
23	23 - 33	66.08	3351.48	0.102	0.103	0.205	1.474	0.737	64.93	133	250	3.00	2.73	134	0.99	0.81	1.14	3.11	0.35	20.00	1.98	3350.23	1.25	Lateral
33			3349.50																			3348.22	1.28	
34	33 - 34	49.45	3348.92	0.061	0.119	0.180	1.654	0.827	62.83	144	400	1.17	2.33	293	0.49	0.50	1.00	2.32	0.35	21.44	0.58	3347.28	1.64	
24	24 - 34	66.77	3350.89	0.099	0.102	0.200	1.854	0.927	64.93	167	300	2.95	3.05	216	0.77	0.66	1.10	3.37	0.33	20.00	1.97	3349.64	1.25	Lateral
34			3348.92																			3347.64	1.28	
35	34 - 35	46.15	3349.14	0.053	0.098	0.151	2.005	1.003	62.34	174	400	0.48	1.49	187	0.93	0.76	1.14	1.69	0.46	21.80	0.22	3347.03	2.11	
25	25 - 35	65.02	3351.31	0.058	0.100	0.158	2.164	1.082	64.93	195	300	3.34	3.25	230	0.85	0.71	1.12	3.65	0.30	20.00	2.17	3350.06	1.25	Lateral
35			3349.14																			3347.86	1.28	
36	35 - 36	16.29	3348.14	0.007	0.017	0.024	2.187	1.094	61.74	188	400	6.14	5.34	671	0.28	0.36	0.86	4.58	0.06	22.25	1.00	3346.00	2.14	

SUBCOLECTOR 3																								
POZO	TRAMO	LONG [m]	COTA [m]	ÁREAS [Ha]				AC*C [Ha]	ITR mm/h	q [l/s]	Ø [mm]	J [%]	V [m/s]	Q [l/s]	q/Q	d/D	v/V	v [m/s]	t <sub>2</sub> [min]	t [min]	CAÍDA [m]	COTA PROJ [m]	CORTE [m]	OBSERV
				IZQ	DER	PARC	AC																	
40	-	0.00	3348.58	0.243	0.000	0.243	0.243														3347.33	1.25		
40	40 - 41	48.24	3348.58	0.133	0.058	0.191	0.434	0.217	64.93	39	250	1.84	2.14	105	0.37	0.42	0.93	1.98	0.41	20.00	0.89	3347.33	1.25	Lateral
41	41 - 42	53.82	3347.69	0.140	0.072	0.213	0.646	0.323	64.32	58	250	1.51	1.93	95	0.61	0.56	1.05	2.03	0.44	20.41	0.81	3346.41	1.28	
42	42 - 43	16.00	3346.88	0.017	0.013	0.031	0.677	0.338	63.67	60	250	1.00	1.57	77	0.77	0.66	1.10	1.74	0.15	20.85	0.16	3345.57	1.31	
43	43 - 44	60.91	3346.88	0.137	0.102	0.239	0.916	0.458	63.45	81	300	1.00	1.78	126	0.64	0.58	1.06	1.89	0.54	21.00	0.61	3345.38	1.50	
44	44 - 45	22.45	3346.88	0.040	0.021	0.061	0.977	0.488	62.70	85	300	0.98	1.76	124	0.68	0.61	1.08	1.89	0.20	21.54	0.22	3344.74	2.14	
45			3347.10																		3344.49	2.61		

COLECTOR PRINCIPAL																								
POZO	TRAMO	LONG [m]	COTA [m]	ÁREAS [Ha]				AC*C [Ha]	ITR mm/h	q [l/s]	Ø [mm]	J [%]	V [m/s]	Q [l/s]	q/Q	d/D	v/V	v [m/s]	t <sub>2</sub> [min]	t [min]	CAÍDA [m]	COTA PROJ [m]	CORTE [m]	OBSERV
				IZQ	DER	PARC	AC																	
26	26 - 36	65.08	3350.09	0.721	0.057	0.777	3.297	1.649	62.70	287	350	3.00	3.41	328	0.87	0.72	1.13	3.85	0.28	22.73	1.95	3347.36	2.73	
36	36 - 45	43.64	3348.14	0.048	0.024	0.072	5.557	2.778	60.76	469	500	1.00	2.50	491	0.96	0.78	1.14	2.85	0.26	23.02	0.44	3345.38	2.76	
45	45 - 46	28.52	3347.10	0.023	0.041	0.064	6.597	3.299	60.45	554	550	1.00	2.66	633	0.88	0.72	1.13	3.00	0.16	23.27	0.29	3344.91	2.19	
46	46 - E1	76.51	3346.53	0.452	0.000	0.452	7.049	3.524	60.25	590	550	2.00	3.77	895	0.66	0.59	1.07	4.02	0.32	23.43	1.53	3344.18	2.35	
E1			3345.00																		3342.62	2.38		
<b>DESCARGA 1</b>				<b>Σ = 7.049</b>				<b>Σ = 590</b>																

**Tabla 3-16** Cuadro de diseño – Descarga 2

**DATOS**

Coefficiente de escurrimiento (C) = 0.50

Coefficiente de Manning (n) = 0.010

Diámetro mínimo (Ø) = 250 [mm]

$t_1 = 20$  [min]

$t_2 = L/60v$  [min]

$t = t_1 + t_2$

ITR = 267.256  $t^{-0.4723}$  [mm/h]

CORTE mín = 1.25 [m]

**CUADRO DESCARGA 2**

SUBCOLECTOR 1																								
POZO	TRAMO	LONG [m]	COTA [m]	ÁREAS [Ha]				AC*C [Ha]	ITR mm/h	q [l/s]	Ø [mm]	J [%]	V [m/s]	Q [l/s]	q/Q	d/D	v/V	v [m/s]	t <sub>2</sub> [min]	t [min]	CAÍDA [m]	COTA PROJ [m]	CORTE [m]	OBSERV
				IZQ	DER	PARC	AC																	
42	42 - 50	23.71	3346.88	0.014	0.014	0.028	0.028	0.014	64.93	3	250	5.95	3.84	189	0.01	0.08	0.35	1.35	0.29	20.00	1.41	3345.63	1.25	Lateral
50			3345.47																			3344.19	1.28	
51		50 - 51	71.53	3345.46	0.086	0.132	0.219	0.247	0.124	64.49	22	250	1.00	1.57	77	0.29	0.37	0.86	1.36	0.88	20.29	0.72	3343.44	
44	44 - 51	35.98	3346.88	0.032	0.032	0.065	0.312	0.156	64.93	28	250	3.95	3.13	154	0.18	0.29	0.76	2.38	0.25	20.00	1.42	3345.63	1.25	Lateral
51			3345.46																			3344.18	1.28	
52		51 - 52	51.99	3344.44	0.061	0.068	0.128	0.440	0.220	63.21	39	250	1.96	2.21	108	0.36	0.41	0.92	2.02	0.43	21.17	1.02	3342.39	
46	46 - 52	38.09	3346.53	0.297	0.036	0.334	0.774	0.387	64.93	70	250	5.49	3.69	181	0.39	0.43	0.93	3.45	0.18	20.00	2.09	3345.28	1.25	Lateral
52				3344.44																			3343.16	

SUBCOLECTOR 2																								
POZO	TRAMO	LONG [m]	COTA [m]	ÁREAS [Ha]				AC*C [Ha]	ITR mm/h	q [l/s]	Ø [mm]	J [%]	V [m/s]	Q [l/s]	q/Q	d/D	v/V	v [m/s]	t <sub>2</sub> [min]	t [min]	CAÍDA [m]	COTA PROJ [m]	CORTE [m]	OBSERV
				IZQ	DER	PARC	AC																	
60	-	0.00	3345.44	0.372	0.052	0.424	0.424														3344.19	1.25		
60	60 - 61	13.10	3345.44	0.004	0.004	0.009	0.433	0.216	64.93	39	250	1.00	1.57	77	0.50	0.50	1.00	1.58	0.14	20.00	0.13	3344.19	1.25	Lateral
61			3345.44																		3344.03	1.41		
40	40 - 61	95.85	3348.58	0.175	0.000	0.175	0.608	0.304	64.93	55	250	3.28	2.85	140	0.39	0.43	0.94	2.68	0.60	20.00	3.14	3347.33	1.25	Lateral
61			3345.44																		3344.16	1.28		
61	61 - 62	47.56	3345.44	0.057	0.057	0.113	0.721	0.360	64.04	64	250	1.32	1.81	89	0.72	0.63	1.09	1.97	0.40	20.60	0.63	3344.16	1.28	Lateral
62			3344.81																		3343.37	1.44		
41	41 - 62	97.25	3347.69	0.188	0.172	0.360	1.081	0.540	64.93	97	250	2.96	2.71	133	0.73	0.64	1.09	2.96	0.55	20.00	2.88	3346.44	1.25	Lateral
62			3344.81																		3343.53	1.28		
62	62 - 63	50.90	3344.81	0.065	0.065	0.130	1.210	0.605	63.45	107	300	1.45	2.14	152	0.70	0.62	1.08	2.32	0.37	21.00	0.74	3343.53	1.28	Lateral
63			3344.07																		3342.60	1.47		
50	50 - 63	74.40	3345.47	0.134	0.172	0.306	1.516	0.758	64.93	137	300	1.88	2.44	172	0.79	0.67	1.11	2.71	0.46	20.00	1.40	3344.22	1.25	Lateral
63			3344.07																		3342.79	1.28		
63	63 - 64	70.39	3344.07	0.128	0.121	0.248	1.765	0.882	62.94	154	400	0.41	1.38	174	0.89	0.73	1.13	1.56	0.75	21.36	0.29	3342.79	1.28	Lateral
64			3343.78																		3342.28	1.50		
51	51 - 64	72.35	3345.46	0.117	0.126	0.244	2.008	1.004	64.93	181	300	2.32	2.71	192	0.95	0.77	1.14	3.08	0.39	20.00	1.68	3344.21	1.25	Lateral
64			3343.78																		3342.50	1.28		
64	64 - 65	51.08	3343.78	0.065	0.065	0.130	2.139	1.069	61.92	184	400	0.88	2.02	254	0.72	0.63	1.09	2.20	0.39	22.11	0.45	3342.50	1.28	Lateral
65			3343.33																		3341.80	1.53		

SUBCOLECTOR 3																								
POZO	TRAMO	LONG [m]	COTA [m]	ÁREAS [Ha]				AC*C [Ha]	ITR mm/h	q [l/s]	Ø [mm]	J [%]	V [m/s]	Q [l/s]	q/Q	d/D	v/V	v [m/s]	t <sub>2</sub> [min]	t [min]	CAÍDA [m]	COTA PROJ [m]	CORTE [m]	OBSERV
				IZQ	DER	PARC	AC																	
80	-	0.00	3342.42	0.045	0.000	0.045	0.045														3341.17	1.25		
80	80 - 81	42.23	3342.42	0.045	0.045	0.089	0.134	0.067	64.93	12	250	0.83	1.43	70	0.17	0.28	0.75	1.07	0.66	20.00	0.35	3341.17	1.25	Lateral
81			3343.85																			3340.82	3.00	
61	61 - 70	35.27	3345.44	0.040	0.056	0.096	0.230	0.115	64.93	21	250	1.02	1.59	78	0.27	0.35	0.85	1.35	0.44	20.00	0.36	3344.19	1.25	Lateral
70			3345.08																			3343.80	1.28	
81	70 - 81	41.07	3343.85	0.072	0.067	0.139	0.370	0.185	64.27	33	250	2.99	2.73	134	0.25	0.34	0.83	2.26	0.30	20.44	1.23	3342.54	1.31	
82	81 - 82	48.38	3343.58	0.059	0.112	0.171	0.540	0.270	63.83	48	250	0.56	1.18	58	0.83	0.69	1.12	1.32	0.61	20.74	0.27	3340.52	3.06	
62	62 - 71	46.27	3344.81	0.055	0.057	0.112	0.653	0.326	64.93	59	250	1.63	2.01	99	0.60	0.56	1.04	2.10	0.37	20.00	0.75	3343.56	1.25	Lateral
71			3344.06																			3342.78	1.28	
82	71 - 82	23.18	3343.58	0.051	0.064	0.115	0.768	0.384	64.37	69	250	2.06	2.26	111	0.62	0.57	1.05	2.38	0.16	20.37	0.48	3342.27	1.31	
83	82 - 83	49.48	3342.55	0.061	0.115	0.176	0.944	0.472	62.95	83	250	2.08	2.27	112	0.74	0.64	1.09	2.49	0.33	21.35	1.03	3339.46	3.09	
63	63 - 83	66.68	3344.07	0.114	0.109	0.223	1.167	0.583	64.93	105	250	2.28	2.38	117	0.90	0.74	1.13	2.69	0.41	20.00	1.52	3342.82	1.25	Lateral
83			3342.55																			3341.27	1.28	
84	83 - 84	35.25	3342.09	0.060	0.000	0.060	1.227	0.614	62.50	107	300	1.30	2.03	144	0.74	0.64	1.09	2.22	0.26	21.69	0.46	3338.97	3.12	
85	84 - 85	35.25	3341.53	0.060	0.075	0.135	1.363	0.681	62.14	118	300	1.59	2.24	158	0.74	0.64	1.09	2.45	0.24	21.95	0.56	3338.38	3.15	
64	64 - 85	70.46	3343.78	0.144	0.127	0.271	1.633	0.817	64.93	147	300	3.19	3.18	225	0.66	0.59	1.07	3.39	0.35	20.00	2.25	3342.53	1.25	Lateral
85			3341.53																			3340.25	1.28	
86	85 - 86	51.86	3341.46	0.067	0.177	0.244	1.877	0.939	61.82	161	500	0.13	0.92	180	0.89	0.74	1.13	1.04	0.83	22.19	0.07	3338.28	3.18	

COLECTOR PRINCIPAL																								
POZO	TRAMO	LONG [m]	COTA [m]	ÁREAS [Ha]				AC*C [Ha]	ITR mm/h	q [l/s]	Ø [mm]	J [%]	v [m/s]	Q [l/s]	q/Q	d/D	v/V	v [m/s]	t <sub>2</sub> [min]	t [min]	CAÍDA [m]	COTA PROJ [m]	CORTE [m]	OBSERV
				IZQ	DER	PARC	AC																	
52			3344.44																		3342.39	2.05		
	52 - 65	70.76		0.616	0.119	0.735	1.509	0.754	62.61	131	300	1.57	2.23	157	0.83	0.70	1.12	2.49	0.47	21.60	1.11			
65			3343.33																		3341.25	2.08		
	65 - 86	87.65		0.192	0.119	0.312	3.959	1.979	61.42	338	400	2.13	3.15	395	0.85	0.71	1.12	3.53	0.41	22.50	1.87			
86			3341.46																		3339.35	2.11		
	86 - 87	35.81		0.032	0.155	0.187	6.023	3.011	60.76	508	500	2.62	4.05	795	0.64	0.58	1.06	4.29	0.14	23.02	0.94			
87			3340.52																		3337.31	3.21		
	87 - 88	34.04		0.029	0.149	0.178	6.201	3.100	60.58	522	500	7.17	6.69	1314	0.40	0.44	0.94	6.30	0.09	23.16	2.44			
88			3338.08																		3334.84	3.24		
	88 - E2	36.08		0.581	0.000	0.581	6.782	3.391	60.47	570	500	5.76	6.00	1179	0.48	0.49	0.99	5.95	0.10	23.25	2.08			
E2			3336.00																		3332.73	3.27		
<b>DESCARGA 2</b>				$\Sigma = 6.782$				$\Sigma = 522$																

**Tabla 3-17** Cuadro de diseño – Descarga 3

**DATOS**

Coefficiente de escurrimiento (C) = 0.50  
 Coeficiente de Manning (n) = 0.010  
 Diámetro mínimo (∅) = 250 [mm]

$t_1 = 20$  [min]  
 $t_2 = L/60v$  [min]  
 $t = t_1 + t_2$

ITR = 267.256  $t^{\wedge} -0.4723$  [mm/h]  
 CORTE mín = 1.25 [m]

**CUADRO DESCARGA 3**

SUBCOLECTOR																								
POZO	TRAMO	LONG [m]	COTA [m]	ÁREAS [Ha]				AC*C [Ha]	ITR mm/h	q [l/s]	∅ [mm]	J [%]	v [m/s]	Q [l/s]	q/Q	d/D	v/V	v [m/s]	t <sub>2</sub> [min]	t [min]	CAÍDA [m]	COTA PROJ [m]	CORTE [m]	OBSERV
				IZQ	DER	PARC	AC																	
84	84 - 90	78.82	3342.09	0.253	0.139	0.392	0.392	0.196	64.93	35	250	1.92	2.18	107	0.33	0.40	0.90	1.95	0.67	20.00	1.51	3340.84	1.25	Lateral
90			3340.58																					
90	90 - 100	100.00	3338.75	0.375	0.900	1.275	1.666	0.833	63.92	148	300	1.83	2.41	170	0.87	0.72	1.13	2.71	0.62	20.67	1.83	3337.44	1.31	
100	100 - 110	100.00	3336.28	0.429	1.984	2.413	4.079	2.040	63.05	357	400	2.47	3.39	425	0.84	0.70	1.12	3.79	0.44	21.29	2.47	3334.94	1.34	
110	110 - 120	41.06	3335.45	0.200	0.524	0.724	4.803	2.401	62.44	417	450	2.02	3.31	527	0.79	0.67	1.11	3.67	0.19	21.73	0.83	3334.08	1.37	
120	120 - E3	48.85	3335.00	0.000	0.000	0.000	4.803	2.401	62.19	415	500	0.92	2.40	471	0.88	0.73	1.13	2.71	0.30	21.91	0.45	3333.60	1.40	
E3																								
<b>DESCARGA 3</b>				$\Sigma = 4.803$				$\Sigma = 417$																

### 3.2.6.3 Cálculo de presión sobre la tubería

Se procedió a comparar la resistencia del material bajo criterios y condiciones descritos en 3.1.6.4.

#### CONDICIÓN CRÍTICA 1

Según las Especificaciones generales para la construcción de caminos y puentes MOP – 001 – F – 2002, el camión de mayor peso que puede pasar por encima de la tubería es el camión HS – MOP - 2000 de 25 [T].

Como condición crítica se tomará a la tubería ubicada a mayor profundidad para determinar la presión total camión - suelo sobre esta.

Para obtener la presión del camión se utilizó la siguiente fórmula de distribución puntual aplicada directamente sobre la tubería de análisis:

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

**$\sigma_z$**  presión directa a una determinada profundidad

**P** carga puntual

**Z** profundidad a la que se encuentra la tubería

El camión HS – MOP – 2000 posee tres ejes. Los dos de la parte trasera generan el mayor peso, una carga puntual equivalente al 40% de la carga total en cada eje. De acuerdo a esto se tiene que:

$$P = 0.40 * 25 [T] = 10 [T]$$

La tubería más profunda se encuentra a **Z = 3.27 [m]**.

Entonces

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

$$\sigma_z = \frac{3 * 10}{2 \pi 3.27^2} = 0.447 \text{ [T/m}^2\text{]}$$

$$\sigma_z = 0.447 \text{ [T/m}^2\text{]}$$

La presión ejercida por la capa de suelo es el resultado de multiplicar su peso específico en estado seco, correspondiente al estado crítico, por su espesor **Z**.

El peso específico del suelo en la zona de análisis es  $\gamma = 1.6 \text{ [T/m}^3\text{]}$ .

Entonces

$$\sigma_o = \gamma * Z$$

$$\sigma_o = 1.6 * 3.27 = 5.232 \text{ [T/m}^2\text{]}$$

$$\sigma_o = 5.232 \text{ [T/m}^2\text{]}$$

La presión total camión – suelo ejercida sobre la tubería es:

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

$$\sigma_{TOTAL} = 0.447 + 5.232 \text{ [T/m}^2\text{]}$$

$$\sigma_{TOTAL} = 5.679 \text{ [T/m}^2\text{]}$$

$$5.68 \text{ [T/m}^2\text{]} \ll 40 \text{ [T/m}^2\text{]}$$

De acuerdo al análisis realizado, la tubería soporta sin ningún problema la carga correspondiente a la condición crítica 1.

## CONDICIÓN CRÍTICA 2

Se considera condición crítica cuando la tubería se encuentra a una profundidad cercana a la superficie, debido al efecto que causa la insuficiente disipación de presiones a la tubería.

La tubería más cercana a la superficie se encuentra a una profundidad  $Z = 1.25$  [m].

Entonces

$$\sigma_z = \frac{3P}{2\pi Z^2}$$
$$\sigma_z = \frac{3 * 10}{2\pi 1.25^2} = 3.056 \text{ [T/m}^2\text{]}$$

La presión ejercida por la capa de suelo es:

$$\sigma_o = \gamma * Z$$
$$\sigma_o = 1.6 * 1.25 = 2.000 \text{ [T/m}^2\text{]}$$

La presión total camión – suelo ejercida sobre la tubería es:

$$\sigma_{TOTAL} = \sigma_z + \sigma_o$$
$$\sigma_{TOTAL} = 3.056 + 2.000 \text{ [T/m}^2\text{]}$$
$$\sigma_{TOTAL} = 5.056 \text{ [T/m}^2\text{]}$$
$$5.06 \text{ [T/m}^2\text{]} \ll 40 \text{ [T/m}^2\text{]}$$

De acuerdo al análisis realizado, la tubería soporta sin ningún problema la carga correspondiente a la condición crítica 2.

Se ha realizado la comparación de la resistencia de las tuberías de PVC utilizadas para el diseño del sistema de alcantarillado sanitario y se determinó que para las dos condiciones críticas la tubería no fallará ante solicitaciones de carga.

## **CAPÍTULO 4**

### **EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES**

#### **4.1 Aspectos físico ambientales**

Para que el efecto del proyecto sobre el medio ambiente sea mínimo se realizó la evaluación conjunta del impacto ambiental del sistema de alcantarillado sanitario y pluvial sobre territorio correspondiente a la parroquia El Chaupi. La evaluación consistió en la determinación y descripción del medio físico, biótico y socioeconómico de la zona para con esto determinar los posibles impactos y plantear las medidas de mitigación que deberán adoptarse.

##### **4.1.1 Aspecto físico**

###### *4.1.1.1 Relieve*

El terreno que corresponde a la zona del proyecto en su mayoría es plano, con algunas quebradas que se encuentran en el perímetro del área en estudio.

###### *4.1.1.2 Tipo y uso del suelo*

Con respecto al suelo, según un estudio realizado por la Consultora ambiental Isso Natura, en la parroquia existen varios tipos de arena limosa (SM) y limos de baja plasticidad (ML) con presencia de suelos volcánicos.

De acuerdo con la información disponible en el Plan de desarrollo de la parroquia El Chaupi, la utilización del suelo presenta las siguientes características:

- **Bosques de montaña:** es una formación arbórea montañosa que va desde los 3200 m.s.n.m. en la vertiente occidental. Esta vegetación se puede apreciar desde la zona de El Chaupi hacia los flancos occidentales.
- **Pastizales:** La parroquia es una zona eminentemente ganadera, gran parte de sus suelos están ocupados por pastos naturales o plantados.
- **Cultivos:** Ocupan menos espacio que los pastos, siendo especialmente importantes los cultivos de cereales como la cebada a los 3600 metros de altura. Existen también cultivos de hortalizas que están entre los 3000 y 3100 m.s.n.m.
- **Floricultura:** Actualmente existen sectores destinados al cultivo de flores, actividad que se encuentra en auge.

#### **4.1.2 Aspectos bióticos**

##### *4.1.2.1 Flora*

La flora existente en el área del proyecto es el remanente arbustivo que pudo haber quedado en las riberas de los cursos de agua, lo demás son cultivos de ciclo corto y árboles plantados para utilizarlos como cercas o barreras vivas.<sup>38</sup>

En las partes altas se destacan los cultivos de papas, cebada, trigo, maíz, habas, fréjol, arveja, col, coliflor, zanahoria, lechuga, remolacha, ají, ajo, orégano y cebolla.

---

<sup>38</sup> Arq. Virgilio Lozano, Consultora ambiental Isso Natura, "Estudio de Impacto Ambiental del proyecto "Ejecución de subsistemas a la Panamericana Sur de las poblaciones de Machachi, Aloasí y Tambillo del cantón Mejía"". Internet. [www.ambiente.gov.ec](http://www.ambiente.gov.ec). Acceso: 14/06/2010.

**Tabla 4-1** Lista de especies de flora

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN
Asteraceae	Ambrosia L.	Marco
Asteraceae	Bacharis sp.	Chilca
Euphorbiaceae	Euphorbia lauriphorbia	Lechero*
Cupresaceae	Cupresus sp.	Cipres*
Malvaceae	Sida rombifolia	Escubillo
Myrtaceae	Eucaliptus globulus	Eucalipto*
Myrtaceae	Myrcianthes hallii	Arrayán
Araliaceae	Oreopanax sp.	Puma-maqui
Logoniaceae	Buddleja incana	Quishuar
Pinaceae	Pinus radiata	Pino*
Poaceae	Cortadria nitida	Sigze

FUENTE: EsIA, Consultora ambiental Isso Natura

\* Estas son especies plantadas como barreras o cercas vivas.

#### 4.1.2.2 Fauna <sup>39</sup>

Las especies registradas tanto de avifauna como de mamíferos y reptiles son:

**Tabla 4-2** Lista de especies de aves

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN
Turdidae	Turdus fuscater	Mirlo
Emberizinae	Zonotrichia capensis	Gorrión
Falconidae (Halcones)	Falco sparverius	Cernícalo o Quilico
Hirundinidae	Notiochelidon murina	Golondrina
Columbidae	Zenaida auriculata	Paloma
Columbidae	Columba passerina	Cuturpillita

FUENTE: EsIA, Consultora ambiental Isso Natura

<sup>39</sup> Arq. Virgilio Lozano, Consultora ambiental Isso Natura, "Estudio de Impacto Ambiental del proyecto "Ejecución de subsistemas a la Panamericana Sur de las poblaciones de Machachi, Aloasí y Tambillo del cantón Mejía"". Internet. [www.ambiente.gov.ec](http://www.ambiente.gov.ec). Acceso: 14/06/2010.

**Tabla 4-3** Lista de especies de mamíferos y reptiles

<b>NOMBRE CIENTÍFICO</b>	<b>NOMBRE COMÚN</b>
<i>Caenolestes sp.</i>	Ratón
<i>Didelphis alventris</i>	Raposas
<i>Rattus rattus</i>	Rata
<i>Anolis sp</i>	Lagartija
<i>Polydosovutus montion</i>	Lagartija

FUENTE: EsIA, Consultora ambiental Isso Natura

**Tabla 4-4** Lista de especies de insectos

<b>FAMILIA / ORDEN</b>	<b>NOMBRE COMÚN</b>
Hemipteros	Chinches
Odonatas	Libélulas
Hymenopteros	Abejas
Orthoptera	Grillos
Coleóptero	Escarabajos
Díptera	Moscas
Lepidóptero	Mariposas
Blattaria	Cucaracha
Dermaptera	Tijereta

FUENTE: EsIA, Consultora ambiental Isso Natura

#### **4.1.3 Aspectos socioeconómicos**

Los aspectos socioeconómicos de la parroquia El Chaupi se detallan con amplitud en el capítulo 1.

## 4.2 Necesidades de evaluación de los impactos

La necesidad de evaluar los posibles impactos ambientales que se producen por la ejecución de la obra radica en la importancia de salvaguardar el medio ambiente y la población involucrada con el proyecto.

Por lo general, los medios afectados con la construcción de una obra son el medio físico, biótico, social, económico y cultural. En estos se producen cambios tanto positivos como negativos que deberán ser tomados en cuenta para la evaluación de impacto ambiental.

Para poder controlar estos cambios es necesario realizar un Plan de manejo ambiental que se basa en los siguientes principios:

- Atenuar los impactos ambientales negativos producidos por la obra.
- Compensar a la gente afectada cuando no haya sido posible atenuar el impacto.
- Potenciar los impactos positivos generados por el proyecto.
- Asegurar los impactos ambientales residuales.

El Plan de manejo ambiental contempla un conjunto de medidas que se basan en los principios mencionados anteriormente, estos son:<sup>40</sup>

- **Medidas preventivas:** aquellas que buscan evitar que los impactos ambientales ocurran.
- **Medidas de mitigación:** son aquellas que buscan disminuir la magnitud, la extensión o la duración de los impactos ambientales negativos.

---

<sup>40</sup> FUENTE: Apuntes de la materia Impacto Ambiental, Ing. Fernando Castro.

- **Medidas de rehabilitación:** también llamadas de restauración, remediación o reparación, son aquellas que buscan restaurar los ambientes afectados, es decir, es una medida que se aplica en el mismo lugar de ocurrencia del impacto.
- **Medidas de compensación:** son aquellas que se aplican cuando los impactos ambientales producidos son irreversibles e irrecuperables y por lo tanto no fue posible la aplicación de las medidas anteriores.

De esta manera, con la ejecución del Plan de manejo ambiental se cubre las necesidades de protección del medio ambiente y de la población afectada por el proyecto.

### **4.3 Caracterización de los medios**

En función de los aspectos físico ambientales de la zona del proyecto se procedió a realizar la caracterización de los medios para tener una visión de los factores ambientales que serán afectados por la ejecución de la obra, entendiéndose como factor ambiental a cualquier característica, elemento, cualidad, propiedad o proceso del medio ambiente.

Se seleccionaron los factores ambientales según su relevancia dentro de los medios físicos y naturales presentes en el área de estudio y se organizaron según el componente ambiental considerado.

Además, se tuvo como base el estudio de impacto ambiental de la Consultora ambiental Isso Natura para el desarrollo de la caracterización.

A continuación se presentan los resultados.

### 4.3.1 Caracterización del medio físico

Tabla 4-5 Caracterización del medio físico

MEDIO FÍSICO	FACTOR AMBIENTAL	INDICADOR
<b>Aire</b>	Calidad de aire	<p>Concentración de material particulado en suspensión.</p> <p>Emisiones gaseosas de combustión y/o proceso presentes en la atmósfera y emisiones difusas. (olores característicos)</p> <p>Generación de ruido debido a las actividades constructivas.</p>
<b>Suelo</b>	Erosión del suelo	<p>Cambios prominentes sobre la morfo-estructura del área de influencia evaluada.</p> <p>Afectaciones debido a las actividades evaluadas sobre la calidad del suelo en la zona de influencia del sistema de alcantarillado.</p>
<b>Agua</b>	Calidad del agua	Calidad física, química, biológica y uso del agua superficial.
	Calidad de aguas subterráneas	Calidad física, química, biológica y uso del agua subterránea y/o capacidad de reposición de la fuente utilizada.
<b>Paisaje</b>	Cambio en paisaje, infraestructura	Cambios en la morfo-estructura del paisaje, impacto visual con relación al medio predominante.
<b>Sismo</b>	Riesgo de sismos	Las obras de alcantarillado poseen un alto grado de afectación debido a riesgos naturales, como sismos presentes en la zona.

FUENTE: EsIA, Consultora ambiental Isso Natura

### 4.3.2 Caracterización del medio biótico

Tabla 4-6 Caracterización del medio biótico

MEDIO BIÓTICO	FACTOR AMBIENTAL	INDICADOR
Fauna	Afectación sobre aves	Afectación de las actividades evaluadas sobre las especies de aves presentes.
	Afectación sobre peces	Afectación de las actividades evaluadas sobre ictiofauna.
Flora	Afectación sobre cultivos frutales	Afectación sobre especies de uso agrícola o de interés comercial y/u nutricional.
	Afectación sobre bosques secundarios	Afectación de las actividades evaluadas sobre especies forestales presentes en el bosque secundario.

FUENTE: EsIA, Consultora ambiental Isso Natura

### 4.3.3 Caracterización del medio socioeconómico

Tabla 4-7 Caracterización del medio socioeconómico

MEDIO SOCIOECONÓMICO	FACTOR AMBIENTAL	INDICADOR
Tránsito y medios de transporte	Alteración de vías de acceso, transporte público	Cambios sobre la capacidad de condiciones de los servicios referidos a vías y uso actual en el sector.
	Tránsito	Generación de tráfico vehicular debido a las actividades evaluadas.
Economía y población	Turismo y comercio	Cambios en la frecuencia de las actividades turísticas por efecto de las actividades constructivas.
	Infraestructura	Afectación en las viviendas aledañas por las actividades constructivas.
	Generación de empleo	Contratación de mano de obra calificada y no calificada,

FUENTE: EsIA, Consultora ambiental Isso Natura

## **4.4 Determinación y evaluación de los sistemas de alcantarillado**

### **4.4.1 Bases de diseño**

En la presente sección se identificaron y evaluaron los impactos ambientales ocasionados por el desarrollo de las actividades de construcción, operación y mantenimiento del sistema de alcantarillado en la comunidad de El Chaupi, entendiendo como impacto ambiental a todo cambio del medio ambiente, positivo o negativo, causado por una actividad humana.

Para poder determinar y evaluar los impactos ambientales producidos en la zona del proyecto durante las etapas de construcción, operación y mantenimiento, se utilizó la matriz Causa - Efecto.

### **4.4.2 Metodología de evaluación**

La matriz Causa – Efecto es un proceso por medio del cual se puede evaluar cuantitativamente los impactos ambientales en el proyecto. A este grupo pertenecen las matrices simples, de magnitud de escala numérica, matriz con símbolos, matriz de escala cualitativa, matriz de pesos relativos, matrices sucesivas y matriz de Leopold.

Esta matriz relaciona las diferentes actividades que se realizan a lo largo de las etapas del proyecto con los factores ambientales de la zona, para luego calificar estos factores y determinar su importancia.

Cabe aclarar que en la columna de factores ambientales considerados para la matriz de evaluación de impactos ambientales, se seleccionaron aquellos que se

encuentran involucrados en las etapas de desarrollo del proyecto de acuerdo a la caracterización de los medios y se adicionaron factores ambientales específicos para cada etapa.

#### *4.4.2.1 Caracterización de los impactos ambientales*

Para determinar el grado de afectación del proyecto sobre el medio ambiente se caracterizaron los impactos ambientales basándose en los siguientes criterios:

##### ***Naturaleza del impacto (Signo)***

Se refiere al efecto beneficioso (+) o perjudicial (-) que tendrán las acciones consideradas sobre los factores ambientales que intervienen durante el desarrollo del proyecto.

##### ***Intensidad del impacto (I)***

Es el grado de afectación de la calidad ambiental, se lo llama también magnitud.<sup>41</sup>

##### ***Extensión del impacto (EX)***

Se refiere al área de influencia teórica del impacto en relación al sitio del proyecto.

##### ***Duración o Persistencia (PE)***

Refleja el tiempo que supuestamente permanecería el efecto desde su aparición.<sup>42</sup>

---

<sup>41</sup> FUENTE: Apuntes de la materia Impacto Ambiental, Ing. Fernando Castro.

<sup>42</sup> Arq. Virgilio Lozano, Consultora ambiental Isso Natura, "Estudio de Impacto Ambiental del proyecto "Ejecución de subsistemas a la Panamericana Sur de las poblaciones de Machachi, Aloasí y Tambillo del cantón Mejía"". Internet. [www.ambiente.gov.ec](http://www.ambiente.gov.ec). Acceso: 29/06/2010.

### ***Momento del impacto (MO)***

Alude al tiempo que transcurre entre el inicio de la acción y el inicio del impacto ambiental.

### ***Reversibilidad (RV)***

Hace referencia al efecto en el que la alteración puede ser asimilada por el entorno (de forma medible a corto, mediano o largo plazo) debido al funcionamiento de los procesos naturales; es decir la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción por medios naturales.<sup>43</sup>

### ***Recuperabilidad (MC)***

Se refiere a la posibilidad de aplicar algún tipo de medida correctora para anular el efecto del impacto.

### ***Acumulación (AC)***

Alude al incremento del efecto que puede tener un impacto como consecuencia de varias acciones individuales o cuando persiste de forma continuada la misma acción en el tiempo.

### ***Sinergia (SI)***

Indica si un impacto conjunto, producido simultáneamente por varios impactos individuales, genera un efecto mayor que el de la suma de los impactos individuales producidos en diferentes momentos.

---

<sup>43</sup> Arq. Virgilio Lozano, Consultora ambiental Isso Natura, "Estudio de Impacto Ambiental del proyecto "Ejecución de subsistemas a la Panamericana Sur de las poblaciones de Machachi, Aloasí y Tambillo del cantón Mejía"". Internet. [www.ambiente.gov.ec](http://www.ambiente.gov.ec). Acceso: 29/06/2010.

### **Efecto (EF)**

Hace referencia a la relación causa – efecto que se produce entre las acciones del proyecto y los factores ambientales involucrados.

### **Periodicidad (PR)**

Indica la regularidad con que se manifiesta un efecto.

Para la valoración de los impactos se emplearon los siguientes indicadores:

**Tabla 4-8** Criterios de calificación de los impactos

<b>NATURALEZA (Signo)</b>	<b>INTENSIDAD (I)</b>	<b>RECUPERABILIDAD (MC)</b>
+ Positivo - Negativo	1 Baja 2 Media 4 Alta 8 Muy alta 12 Total	1 Recuperable de inmediato 2 Recuperable a mediano plazo 4 Mitigable 8 Irrecuperable
<b>PERSISTENCIA (PE)</b>	<b>EFEECTO (EF)</b>	<b>REVERSIBILIDAD (RV)</b>
1 Fugaz (< 1 año) 2 Temporal (de 1 a 10 años) 4 Permanente (> 10 años)	1 Directo 4 Indirecto	1 Corto plazo 2 Mediano plazo 3 Largo plazo 4 Irreversible
<b>PERIODICIDAD (PR)</b>	<b>ACUMULACIÓN (AC)</b>	<b>SINERGIAS (SI)</b>
1 Irregular 2 Periódico 3 Continuo	1 Simples 4 Acumulativos	1 Acción no sinérgica 2 Moderadamente sinérgica 3 Altamente sinérgica
<b>MOMENTO (MO)</b>		<b>EXTENSIÓN (EX)</b>
1 Largo plazo 2 Mediano plazo 4 Corto plazo +4 Crítico (Si ocurriera alguna circunstancia crítica en el momento del impacto)	1 Puntual 2 Parcial 4 Extenso 8 Total +4 Crítico (El impacto se produce en una situación crítica, se atribuye un valor de +4 por encima del valor obtenido)	

FUENTE: EsIA, Consultora ambiental Isso Natura

#### 4.4.2.2 Importancia del impacto

La predicción de impactos ambientales se ejecutó valorando la importancia y magnitud de cada impacto previamente identificado.

La importancia del impacto de una acción sobre un factor se refiere a la trascendencia de dicha relación, al grado de influencia que de ella se deriva en términos del cómputo de la calidad ambiental<sup>44</sup>, para lo cual se utilizó la información obtenida en la caracterización ambiental y se procedió a evaluar las características de cada interacción mediante la asignación de elementos de ponderación según la importancia relativa de cada característica.

La valoración cuantitativa del impacto o importancia del efecto (**IM**), se obtiene a partir de la valoración de los criterios explicados anteriormente y su expresión es la siguiente:

$$\mathbf{IM} = \pm (3 \text{ I} + 2 \text{ EX} + \text{MO} + \text{PE} + \text{RV} + \text{SI} + \text{AC} + \text{EF} + \text{PR} + \text{MC})$$

Una vez obtenido el valor de la importancia del efecto se procedió a clasificar el impacto según los siguientes criterios:

##### ***Impacto irrelevante***

Aquel impacto cuya recuperación es inmediata, pues casi no requiere de las medidas protectoras, correctivas o mitigantes.

---

<sup>44</sup> Arq. Virgilio Lozano, Consultora ambiental Isso Natura, "Estudio de Impacto Ambiental del proyecto "Ejecución de subsistemas a la Panamericana Sur de las poblaciones de Machachi, Aloasí y Tambillo del cantón Mejía"". Internet. [www.ambiente.gov.ec](http://www.ambiente.gov.ec). Acceso: 29/06/2010.

### ***Impacto moderado***

Aquel cuya recuperación requiere de medidas protectoras, correctivas o mitigantes no muy intensivas y en el que la restauración de las condiciones ambientales iniciales requiere de cierto tiempo.

### ***Impacto severo***

Aquel en el cual la recuperación de las condiciones del medio exige la adecuación de medidas protectoras, correctivas o mitigantes intensivas y a pesar de estas, la recuperación requiere de mayor tiempo.

### ***Impacto crítico***

Aquel impacto que produce una pérdida permanente de la calidad ambiental inicial, sin una posible recuperación, incluso con la implementación de medidas protectoras o correctivas.

El rango de valoración de estos criterios se muestra en el cuadro adjunto:

**Tabla 4-9** Cuadro de valoración

<b>RANGO</b>	<b>CONCEPTO AMBIENTAL</b>
< 25	Irrelevante
25 - 49	Moderado
50 - 75	Severo
> 75	Crítico

*FUENTE: Apuntes de la materia Impacto Ambiental, Ing. Fernando Castro.*

De la evaluación realizada se obtuvieron los siguientes resultados.

**Tabla 4-10** Matriz Causa - Efecto para Evaluación de impacto ambiental - Parroquia El Chaupi

FASE	MEDIO	FACTOR AMB.	IMPACTOS AMBIENTALES	CALIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES											CALIFICACIÓN (IM)	IMPORTANCIA
				S	I	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR		
CONSTRUCCIÓN	FÍSICO	Calidad del aire	Contaminación por maquinaria pesada	-	10	4	4	1	1	2	2	1	1	2	-52	SEVERO
			Contaminación por ruido	-	10	3	4	1	1	1	2	1	1	3	-50	SEVERO
			Disminución de la calidad del aire	-	10	4	4	1	2	2	3	4	1	3	-58	SEVERO
			Presencia de partículas de polvo	-	10	4	4	1	1	2	2	4	1	3	-56	SEVERO
		Calidad del suelo	Cambio en la topografía de la zona	-	2	2	2	1	3	4	1	1	1	3	-26	MODERADO
			Degradación del suelo	-	7	2	2	3	3	2	2	4	4	3	-48	MODERADO
			Degradación de aguas subterráneas	-	1	2	1	1	1	2	3	4	4	1	-24	IRRELEVANTE
		Calidad del agua	Alteración de recursos hídricos	-	1	2	3	1	2	2	3	4	4	1	-27	MODERADO
			Disminución en la dotación de agua	-	8	6	3	1	1	1	2	4	4	2	-54	SEVERO
	Paisaje	Alteración del paisaje	-	10	6	4	1	2	4	2	1	1	3	-60	SEVERO	
		BIÓTICO	Especies de fauna	Desplazamiento de animales autóctonos	-	8	3	4	3	3	6	2	4	1	3	-56
	Especies de flora		Pérdida de cubierta vegetal	-	5	2	4	3	3	1	2	1	1	3	-37	MODERADO
	SOCIOECONÓMICO	Transporte	Alteración del medio terrestre	-	7	5	4	1	1	1	2	4	1	2	-47	MODERADO
			Turismo y comercio	Disminución del turismo	-	6	2	2	1	1	1	1	1	1	3	-33
		Infraestructura	Implementación de infraestructura	+	3	2	1	4	4	8	3	4	4	3	+44	MODERADO
Alteración de salud de la población			-	8	6	3	1	2	2	3	4	4	2	-57	SEVERO	
Población		Alteración de salud de trabajadores	-	7	3	1	1	2	2	2	1	4	2	-42	MODERADO	
		Cambio en el estilo de vida de la población	-	3	4	2	1	1	1	3	4	4	3	-36	MODERADO	
		Generación de empleo	+	10	4	4	2	1	1	3	4	1	2	+56	SEVERO	
Perturbación a la comunidad	-	8	8	4	2	1	2	2	1	1	3	-56	SEVERO			
OPERACIÓN	FÍSICO	Calidad del aire	Generación de malos olores	-	3	1	1	1	1	1	1	1	4	1	-22	IRRELEVANTE
		Calidad del suelo	Erosión	-	8	3	2	3	3	2	2	1	1	3	-47	MODERADO
		Calidad del agua	Alteración de recursos hídricos	-	10	5	2	4	4	4	3	4	1	3	-65	SEVERO
	SOCIOECONÓMICO	Turismo y comercio	Incremento del turismo	+	8	6	2	3	4	8	3	4	4	3	+67	SEVERO
			Implementación de infraestructura	+	8	5	4	4	4	8	2	4	1	2	+63	SEVERO
		Población	Plusvalía	+	7	8	2	4	4	8	2	4	1	1	+63	SEVERO
			Control y disminución de enfermedades	+	8	7	2	4	4	8	3	4	1	3	+67	SEVERO
			Desarrollo comunitario	+	8	8	1	4	4	8	1	1	4	1	+64	SEVERO
			Mejoramiento de la calidad de vida	+	9	8	1	4	4	8	3	4	1	3	+71	SEVERO
			Inmigración	+	4	4	1	1	4	8	1	1	4	1	+41	MODERADO
IMANT.	FÍSICO	Calidad del aire	Contaminación por ruido	-	1	1	4	1	1	1	1	1	1	1	-16	IRRELEVANTE
		Generación de malos olores	-	2	1	4	1	1	1	1	1	1	1	1	-19	IRRELEVANTE
	SOCIOE.	Transporte	Alteración del medio terrestre	-	3	1	4	1	1	1	1	1	1	1	-22	IRRELEVANTE
		Población	Alteración de salud de trabajadores	-	6	1	2	1	1	1	2	1	1	1	-30	MODERADO
			Generación de empleo	+	6	2	3	1	1	1	2	1	1	1	+33	MODERADO

### **4.4.3 Impactos ambientales evaluados**

Con la metodología aplicada se determinaron los impactos ambientales que se producirán, antes, durante y después de la construcción del sistema de alcantarillado en la parroquia El Chaupi. Su análisis fue detallado para cada etapa y se utilizó como base el estudio de impacto ambiental de la Consultora ambiental Iiso Natura. Los resultados se muestran a continuación.

#### *4.4.3.1 Impactos en el medio físico*

##### 4.4.3.1.1 Calidad del aire

Se producirá un aumento de los niveles de partículas en suspensión debido a los movimientos de tierra en áreas operativa y de influencia.

La descarga de materiales y el incremento de tráfico originarán un impacto sobre la calidad del aire.

De igual manera la generación de gases de combustión de maquinaria y vehículos modificarán la calidad del aire.

Se manifestarán olores que son los producidos por la combustión de motores de máquinas y vehículos.

Durante la ejecución de los trabajos se producirán ruidos originados por el movimiento de maquinaria (volquetas, retroexcavadoras, etc.).

El problema se producirá durante el transcurso de toda la obra, en áreas operativas y de influencia.

En este componente, la acción que más afectará al ambiente es la contaminación por partículas dispersas de polvo, la cual puede generar afecciones a la salud de las personas. Se toma también como un impacto importante la generación de ruido que será provocado por las diferentes actividades que conlleva la construcción del sistema de alcantarillado.

### ***Impactos***

- El principal impacto está enfocado en la contaminación del ambiente por partículas dispersas en el aire (polvo), por la remoción de tierra y la acción del viento.
- Otro impacto importante es la contaminación por ruido ocasionado por la maquinaria o las obras de construcción del alcantarillado.

#### 4.4.3.1.2 Suelo

El impacto que se producirá sobre el suelo durante la etapa de construcción será negativo, particularmente en zonas de excavaciones. Se producirá una modificación en áreas operativas y de influencia debido a la extracción de suelos y movimientos de tierra.

Se producirá una compactación motivada por el tránsito de maquinaria pesada. En caso de ser necesaria la apertura de desvíos o trazas provisionales se producirá una modificación en las características de los suelos en estas zonas.

Se deberá tener especial cuidado con los impactos que puedan originarse en los campamentos debido a la generación de residuos sólidos y líquidos que pueden afectar la calidad de los suelos.

Se puede observar claramente que el suelo será el componente más afectado en la dimensión física, ya que sobre este van a realizarse la mayoría de actividades del proyecto de alcantarillado.

Se evalúa el impacto como negativo, severo, reversible, temporario y de corto plazo de manifestación.

### ***Erosión***

Se podrá producir erosión en suelos donde se ha realizado limpieza y desbroce para efectuar excavaciones.

Asimismo en el caso de modificar cauces superficiales por acopio de materiales o excavaciones se producirán erosiones en las zonas por donde se produzcan las nuevas escorrentías.

El impacto será negativo, moderado, reversible, temporáneo y de mediano plazo de manifestación.

#### 4.4.3.1.3 Calidad del agua

En este componente se puede observar claramente que la afección está dada directamente por las descargas de aguas servidas que van a recibir las quebradas que se encuentran formando parte del área de influencia directa del proyecto.

Se puede mencionar que la calidad del agua va disminuir ocasionando impactos tales como la desaparición parcial o total de especies de flora y fauna que utilizaban estas fuentes de agua como su hábitat.

De igual forma, con motivo de las excavaciones y depósito temporal de materiales sueltos se pueden producir modificaciones de los cursos de agua.

Se categoriza este impacto como negativo, severo, reversible y de mediano plazo de manifestación.

#### *4.4.3.2 Impactos en el medio biótico*

##### *4.4.3.2.1 Flora*

Durante la etapa constructiva, las acciones más impactantes sobre la vegetación terrestre son aquellas que implican desmonte y posterior movimiento de suelos tales como apertura de caminos provisorios y limpieza de la zona de traza de conducciones.

Se deberá controlar que la limpieza superficial a realizar para ejecutar las obras sea la estrictamente necesaria, a fin de evitar la degradación de la flora.

En general no se afectan áreas forestales en el área del proyecto. No obstante, la regla general es evitar en lo posible el corte de árboles.

El impacto se califica como negativo, moderado, reversible, fugaz y de corto plazo de manifestación.

#### ***Impactos***

- Desaparición de especies de flora.
- Destrucción de hábitats y baja densidad de las especies.
- Pérdida de cubierta vegetal.

#### 4.4.3.2.2 Fauna

Los trabajos de limpieza y desmonte producirán un impacto directo sobre la fauna local. El trabajo de maquinarias, la mayor circulación de vehículos pesados y camiones generarán un incremento del nivel sonoro que afectará a la fauna de la zona.

Se estima que los impactos producidos sobre la fauna silvestre serán considerables debido a que se verán afectados por la pérdida de vegetación y la contaminación de las fuentes de agua naturales.

Se considera este impacto como negativo, severo, reversible, temporáneo y de corto plazo de manifestación.

#### ***Impactos***

- Destrucción de hábitats terrestres y acuáticos.

#### 4.4.3.3 *Impactos en el medio socioeconómico*

##### 4.4.3.3.1 Tránsito y medios de transporte

Debido a la ejecución de la obra, se producirán interferencias en la circulación vehicular de la zona como en el servicio de transporte público.

Las interferencias son consecuencia del movimiento de maquinaria para la excavación de zanjas y del movimiento para el transporte de materiales. Este impacto afecta el normal desarrollo de la actividad turística de la zona.

Esta afectación será fugaz ya que una vez terminada la obra se restituirán las vías de circulación a su situación actual.

Debido a las características de la zona será difícil conformar caminos auxiliares de obra destinados a la circulación de maquinaria y camiones, por lo que se producirá una circulación conjunta de éstos con los vehículos particulares y de transporte de pasajeros.

Debido a la ejecución de las obras se producirá un impacto sobre la calidad de la red vial debido a la circulación de maquinaria pesada y de camiones.

El impacto será negativo, moderado, reversible, fugaz y de corto plazo de manifestación.

#### 4.4.3.3.2 Turismo y comercio

Estos serán los principales factores afectados durante la ejecución de las obras. Este impacto negativo es de carácter fugaz, pero es un impacto necesario que favorece las condiciones de desarrollo del turismo y del comercio a futuro.

#### 4.4.3.3.3 Generación de empleo

La ejecución de las obras generará en la zona un incremento de empleo por lo que será necesaria la incorporación de mano de obra calificada.

A este impacto se lo define como positivo, reversible, temporáneo y de corto plazo de manifestación.

#### 4.4.3.3.4 Infraestructura

Este impacto favorece a la comunidad ya que la mano de obra se obtendrá de esta, además que aumenta la plusvalía de terrenos.

Durante la construcción de las obras no se producirá en la zona una variación del valor inmobiliario de las propiedades.

Estos componentes son los que mayor cantidad de impactos positivos posee ya que mejorará las condiciones de vida de muchas familias de la parroquia.

Por lo tanto se considera al impacto con valor positivo, irreversible, permanente y de corto plazo de manifestación.

## **4.5 Plan de prevención y mitigación de impactos**

### **OBJETIVO GENERAL**

Determinar medidas preventivas que eviten la contaminación de los recursos de aire, agua y suelo, y que permitan minimizar los riesgos ambientales que se podrían generar por las diversas actividades que se llevan a cabo en las etapas de construcción, operación y mantenimiento del proyecto.

De igual manera, para el desarrollo del plan se utilizó de base el estudio de impacto ambiental realizado por la Consultora ambiental Isso Natura.

#### **4.5.1 Emisiones a la atmósfera**

##### ***Etapas de construcción***

- Se deberá mantener un estricto y permanente control del sistema de carburación de equipos y vehículos de carga, con la finalidad de que la combustión sea óptima, no incompleta y por consiguiente reducir las emisiones a la atmósfera.
- Se deberá optimizar el tránsito de maquinarias con la finalidad de disminuir el movimiento de estas, evitando horas innecesarias de circulación.
- Se deberán mantener las vías de circulación de tierra constantemente húmedas mediante el empleo de tanqueros.
- Durante la carga y descarga de suelos se deberá mantener a éstos en condiciones húmedas mediante el aporte de agua en forma manual con mangueras o rociadores.
- Implementar carteles prohibitivos sobre la quema de materiales.

##### ***Etapas de funcionamiento***

- Se deberá establecer un sistema de control en los ingresos a las plantas de tratamiento.
- Contar con la señalización respectiva para el área correspondiente a las plantas de tratamiento.

#### **4.5.2 Ruido**

- Optimizar el tránsito de maquinaria con la finalidad de disminuir el movimiento de éstas evitando horas innecesarias de circulación.
- Ubicar convenientemente los recursos para favorecer la circulación de maquinaria y camiones.
- Verificar en forma permanente la utilización de elementos de protección auditiva por parte de los trabajadores de la obra.
- Se deberá acordar con la población un horario de trabajo que no perturbe la vida del entorno.

#### **4.5.3 Residuos sólidos**

- Controlar adecuadamente el acopio de residuos sólidos, con la finalidad de disminuir la cantidad de viajes a efectuarse.
- Se deberá restablecer las condiciones originales del suelo afectado por las obras de conducción de efluentes.
- Se prohibirá el lavado de hormigoneras en zonas no autorizadas por la Inspección de obra.
- Se deberá extraer la cubierta vegetal solamente en los lugares en donde sea necesario.
- En caso de deterioro severo de grandes áreas, la empresa contratista deberá efectuar la reposición correspondiente con especies nativas.

#### **4.5.4 Calidad del agua**

- Se prohibirá el lavado de hormigoneras en zonas no autorizadas por la Inspección de obra.
- Se evitará el acopio innecesario, o por prolongados períodos de tiempo, de áridos o suelo que produzca modificaciones en la normal circulación de aguas superficiales.
- Se deberán colocar elementos como caños y canaletas con la finalidad de mantener la circulación de las aguas.
- Se prohibirá el lavado de vehículos, su mantenimiento o cambio de aceites y lubricantes en la zona de obra. Se deberá efectuar esta tarea en talleres existentes.
- Controlar que no se viertan los aceites, grasas y combustibles y aguas de lavado directamente en las zanjas o excavaciones realizadas para la implementación del sistema de alcantarillado y su planta de tratamiento.
- Se deberán evitar los derrames de sustancias peligrosas y que lleguen a cuerpos de agua cercanos.
- Se deberá construir una planta de tratamiento para aguas residuales, y la posterior disposición final de sus lodos.
- Se deberá realizar un monitoreo periódico de la planta de tratamiento, para verificar el cumplimiento de los Límites Máximos Permisibles (LMP), conforme al Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria (TULAS) del Ministerio del ambiente.

#### **4.5.5 Paisaje**

- La ubicación del campamento no deberá afectar en lo posible el paisaje de la zona.
- Las áreas utilizadas para el asentamiento de campamentos deberán recuperarse una vez finalizada la obra de tal forma de asemejarse lo más posible al estado previo.

Para ello se recomienda tomar fotografías al momento de comenzar la obra con la finalidad de restituir todo a su estado inicial.

- Se deberán retirar todos los cierres e instalaciones implantadas restaurando el predio a las condiciones precedentes.

#### **4.5.6 Medio biótico**

##### *4.5.6.1 Flora*

- En zonas críticas, se deberán restablecer las especies que han debido ser erradicadas para la ejecución de la obra.
- Deberá mantenerse el riego de los forestales o grupo de ellos mientras la red de riego se encuentre interrumpida por las obras.
- En lo posible, se tratará de evitar el corte de árboles. Caso contrario, deberá preverse un factor de reposición de dos por uno.
- La forestación a realizar deberá contemplar especies autóctonas, de probada existencia y aceptación en la zona.

#### *4.5.6.2 Fauna*

Se deberán minimizar los trabajos que efectúen ruidos y vibraciones que impacten a la fauna local. Cabe destacar que el impacto negativo que pudiera llegar a causar la obra a la fauna del lugar será mitigado a través de la alta capacidad de adaptación que posee la fauna existente de la zona, al estar conviviendo con la población y turistas.

### **4.5.7 Medio socioeconómico**

#### *4.5.7.1 Economía y la población*

- En relación con el tránsito y los medios de transporte, se deberá colocar una adecuada y completa señalización de las obras con carteles indicativos de velocidades máximas, desvíos y todo aspecto necesario para asegurar una clara indicación de la forma de circulación y así evitar la ocurrencia de accidentes. Además, se colocarán vallas de seguridad en excavaciones y se proveerá de iluminación y señalización nocturna.
- En aquellas propiedades afectadas por la excavación de zanjas, se deberá asegurar el ingreso vehicular y peatonal por medio de pasarelas y puentes de ingreso provisorios.
- Limitar la cantidad máxima de zanjas abiertas para evitar riesgos de accidentes o problemas por contingencias climáticas.

#### 4.5.7.2 *Turismo y comercio*

Tal como se indicó anteriormente el impacto que se produce sobre la circulación vehicular es menor y se puede subsanar en forma sencilla, por lo tanto en ningún momento es necesario cortar el ingreso a propiedades para realizar las obras. Estas medidas son tendientes a evitar que locales comerciales deban cerrar temporalmente por la obra, ya que esa acción produciría un impacto perjudicial sobre el turismo y el empleo de la gente que trabaja en los alrededores.

Se deben considerar las siguientes medidas:

- Organizar un Plan de trabajo de manera que las actividades de la obra afecten lo menos posible la circulación y estadía de los visitantes.
- Tomar las medidas de precaución necesarias para garantizar la seguridad de los pobladores y visitantes en la zona del proyecto y su área de influencia.

## **CAPÍTULO 5**

# **ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN Y MATERIALES**

Las especificaciones técnicas, tanto de construcción como de materiales, han sido tomadas del libro “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**

#### ***5.1.1 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.

### ***5.1.2 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.

### **5.1.3 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 [dm<sup>3</sup>] 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 [dm<sup>3</sup>].

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 [dm<sup>3</sup>] 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 [dm<sup>3</sup>].

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 [m<sup>3</sup>] 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 [m<sup>2</sup>] con aproximación a la décima.

### ***5.1.4 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/m<sup>3</sup>].

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 [m<sup>3</sup>], 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.

### **5.1.5 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 [m<sup>3</sup>] 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.

### **5.1.6 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 [m<sup>2</sup>] 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.

### ***5.1.7 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.

## ***5.1.8 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  $f'c = 210 \text{ [Kg/cm}^2\text{]}$  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/cm<sup>2</sup>].

### ***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.

### **5.1.9 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/cm<sup>2</sup>] 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.

### ***5.1.10 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).

### **5.1.11 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.

### **5.1.12 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 [m<sup>3</sup>] y se pagará a los precios que consten en el contrato.

### **5.1.13 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.

### **5.1.14 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.

### ***5.1.15 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.

### **5.1.16 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.

### **5.1.17 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**

### ***5.2.1 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/cm<sup>2</sup>], 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.

## **5.2.2 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 5-1** Tipos de hormigón

TIPO DE HORMIGÓN	f'c [Kg/cm <sup>2</sup> ]	USO GENERAL
HS	210	Estructuras, pozos, tanques.
HS	180	Cajas de revisión domiciliaria, sumideros, replantillo.
HS	140	Replantillo

FUENTE: Especificaciones para alcantarillado, EMAAP-Q

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.

## **TOLERANCIAS**

El constructor deberá tener mucho cuidado en la correcta realización de las estructuras de hormigón de acuerdo a las especificaciones técnicas de construcción y de acuerdo a los requerimientos de planos estructurales; se deberá garantizar su estabilidad y comportamiento.

El fiscalizador podrá aprobar o rechazar e inclusive ordenar rehacer una estructura cuando se hayan excedido los límites tolerables que se detallan a continuación.

*Tolerancia para estructuras de hormigón armado:*

- |  |          |         |
|--|----------|---------|
| a) Desviación de la vertical (plomada):  | En 3 [m] | 6 [mm]  |
|  | En 6 [m] | 10 [mm] |
| b) Variaciones en las dimensiones de las secciones transversales en los espesores de losas y paredes:  | En menos | 6 [mm]  |
|  | En más   | 12 [mm] |
| c) Reducción en espesores: menos del 5% de los espesores especificados.  |          |         |
| d) Variaciones de las dimensiones con relación a elementos estructurales individuales, de posición definitiva: en construcciones enterradas, dos veces las tolerancias anotadas antes. |          |         |

*Tolerancias para colocación de acero de refuerzo:*

- a) Variación del recubrimiento de protección:
- Con 50 [mm] de recubrimiento: 6 [mm]
  - Con 76 [mm] de recubrimiento: 12 [mm]
- b) Variación en el espaciamiento indicado: 10 [mm]

### ***Forma de pago***

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.

### ***5.2.3 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.

#### **5.2.4 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.

### ***5.2.5 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.

### **5.2.6 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 substancias 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.

## ***5.2.7 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 del 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 [m<sup>3</sup>] 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.

### **5.2.8 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 domiciliar 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.

### ***5.2.9 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/cm<sup>2</sup>] y el hormigón mínimo de  $f'_c = 210$  [Kg/cm<sup>2</sup>].

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.

### ***5.2.10 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.

## **CAPÍTULO 6**

### **PRESUPUESTOS Y PROGRAMACIÓN DE LAS OBRAS**

#### **6.1 Componentes de precios unitarios**

En el presente capítulo se desarrolló el presupuesto del sistema de alcantarillado sanitario y pluvial, para la comunidad de El Chaupi.

El presupuesto consiste en la estimación del valor final que tendrá la obra y para su obtención es necesario determinar los componentes básicos que participan en ella como son costos directos por mano de obra, por materiales, por equipo, por transporte, costos indirectos, entre otros que se consideren necesarios para determinar el valor total del proyecto. A continuación se detalla cada uno de los componentes mencionados para el desarrollo del presupuesto mediante el análisis de precios unitarios.

##### **6.1.1 Costo directo**

Se conoce como costo directo a todo aquel que se encuentra presente físicamente en el producto final. A este grupo pertenecen costos por materiales, insumos, mano de obra, entre otros.<sup>45</sup>

El costo de los materiales se debe obtener preferiblemente de las diferentes proveedoras de la zona de estudio, caso contrario, se deberá estimar el costo de materiales incluyendo el transporte hacia el sitio de construcción.

---

<sup>45</sup> FUENTE: Apuntes de la materia Ingeniería de costos, Ing. Estuardo Páez.

Para el análisis de precios unitarios se debe tener cuidado con el impuesto al valor agregado (I.V.A.) que tienen los bienes y servicios, ya que no considerar este valor involucraría obtener errores en el presupuesto.

Con relación al salario correspondiente a mano de obra, este deberá considerar los parámetros establecidos en el Código de Trabajo y en la Ley de Seguro Social Obligatorio.

Una variable fundamental en el análisis de precios unitarios es el rendimiento de la mano de obra, el cual deberá ser estimado bajo buen criterio y si es posible basado en experiencia de obras semejantes a la presente.

### **6.1.2 Costo indirecto**

Se define como costo indirecto a aquel que no se encuentra físicamente presente en el producto final pero que es necesario para ejecutarlo correctamente. A este grupo pertenecen los costos indirectos de administración central y costos indirectos de obra.<sup>46</sup>

Los costos indirectos de administración central son aquellos que se pueden aplicar a todas las obras en curso y corresponden a costos de operación de la oficina central, sueldo de personal administrativo, depreciaciones de vehículos y artículos de oficina sujetos a desgaste, gastos de representación de ejecutivos y viáticos, adquisición de software, entre otros.

Los costos indirectos de obra son aquellos que se aplican a una obra específica y corresponden a costos financieros, sueldos del personal técnico de obra, gastos de

---

<sup>46</sup> FUENTE: Apuntes de la materia Ingeniería de costos, Ing. Estuardo Páez.

transporte de equipos y personal, instalaciones, garantías, seguros, imprevistos, entre otros.

Es fundamental considerar el porcentaje de utilidad que se desea obtener dentro del costo indirecto de la obra.

Cada elemento mencionado anteriormente corresponde a un porcentaje del costo directo de la obra y la suma de estos es el valor del costo indirecto.

**Tabla 6-1** Cuadro de costos indirectos y utilidad

<b>COMPONENTES DEL COSTO INDIRECTO</b>	<b>%</b>
Dirección de obra	6.00%
Administrativos	2.00%
Locales provisionales	1.00%
Vehículos y transporte	1.50%
Servicios públicos	0.50%
Promoción	0.10%
Garantías	1.00%
Seguros	4.00%
Costos financieros	2.00%
Prevención de accidentes	0.60%
Utilidades	10.00%
<b>% COSTO INDIRECTO</b>	<b>28.70%</b>

## **6.2 Costos básicos de mano de obra, materiales y equipo**

Para el proyecto se realizó el análisis de costos de mano de obra, materiales y equipo, procurando obtener resultados económicos.

El costo de materiales no incluye transporte; este valor se incluyó dentro de costos indirectos como un porcentaje que representa el promedio del costo de transporte proporcionado por las distribuidoras cercanas a la parroquia El Chaupi.

A continuación se muestran los cuadros de análisis empleados para el desarrollo del presupuesto.

**Tabla 6-2** Cuadro de costos de mano de obra

**COMPONENTES DEL SALARIO REAL HORARIO**

- |                            |                      |   |
|----------------------------|----------------------|---|
| A Salario semanal          | E Vacaciones (c)     | I Aportación a CNCF                       |
| B Salario mensual (a)      | F Aporte patronal    | J Salario Real Mensual (S.R.M.)           |
| C Décimo tercer sueldo     | G Fondo de reserva   | K Factor de mayoración (d)                |
| D Décimo cuarto sueldo (b) | H Aportación al IECE | <b>S.R.H.</b> Salario Real Horario [\$/h] |

Nº	MANO DE OBRA	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	S.R.H.
1	Albañil	80	342.86	28.57	18.17	14.29	38.23	28.56	1.71	1.71	474.10	1.45	<b>2.87</b>
2	Ayudante de maquinaria	40	171.43	14.29	18.17	7.14	19.11	14.28	0.86	0.86	246.13	1.45	<b>1.49</b>
3	Cadenero	40	171.43	14.29	18.17	7.14	19.11	14.28	0.86	0.86	246.13	1.45	<b>1.49</b>
4	Maestro mayor	120	514.29	42.86	18.17	21.43	57.34	42.84	2.57	2.57	702.06	1.45	<b>4.25</b>
5	Mecánico mantenimiento y reparación	110	471.43	39.29	18.17	19.64	52.56	39.27	2.36	2.36	645.07	1.45	<b>3.91</b>
6	Operador cargadora frontal	110	471.43	39.29	18.17	19.64	52.56	39.27	2.36	2.36	645.07	1.45	<b>3.91</b>
7	Operador motoniveladora	110	471.43	39.29	18.17	19.64	52.56	39.27	2.36	2.36	645.07	1.45	<b>3.91</b>
8	Operador tanquero	100	428.57	35.71	18.17	17.86	47.79	35.7	2.14	2.14	588.08	1.45	<b>3.56</b>
9	Peón	65	278.57	23.21	18.17	11.61	31.06	23.205	1.39	1.39	388.61	1.45	<b>2.35</b>
10	Plomero	90	385.71	32.14	18.17	16.07	43.01	32.13	1.93	1.93	531.09	1.45	<b>3.22</b>
11	Residente	130	557.14	46.43	18.17	23.21	62.12	46.41	2.79	2.79	759.06	1.45	<b>4.60</b>
12	Topógrafo 4	90	385.71	32.14	18.17	16.07	43.01	32.13	1.93	1.93	531.09	1.45	<b>3.22</b>
13	Operador retroexcavadora	110	471.43	39.29	18.17	19.64	52.56	39.27	2.36	2.36	645.07	1.45	<b>3.91</b>

**BASES LEGALES:** Código de Trabajo y Ley de Seguro Social Obligatorio

$$\text{Salario Real Horario} = \frac{\text{Salario Real Mensual}}{30 [\text{días}] * 8 [\text{horas / día}]} * \text{Factor de Mayoración}$$

- (a) Se tomarán meses de 30 días
- (b) Se toma un valor de S.B.U. igual a 218 [\$/año]
- (c) Se tomarán vacaciones de 15 días calendario al año incluyendo sábados y domingos
- (d) Se toma un valor de días laborables al año igual a 251

**Tabla 6-3** Lista de materiales

Nº	MATERIAL	UNIDAD	PRECIO U. [\\$]
1	Aceite quemado	gl	0.30
2	Acero de refuerzo $f_y= 4200\text{kg/cm}^2$	Kg	1.10
3	Agua	$\text{m}^3$	0.42
4	Alambre galvanizado N18	Kg	2.31
5	Alfajía 7x7 cm	m	1.80
6	Arena	$\text{m}^3$	8.00
7	Cemento tipo I	saco	6.16
8	Cerco rectangular HF rejilla	u	21.47
9	Clavo acero estriado 2"	Kg	1.42
10	Estacas, piola	u	0.37
11	Pingos	m	0.42
12	Rejilla rectangular HF: regilla de sumidero	u	67.80
13	Ripio	$\text{m}^3$	7.20
14	Tabla de monte 0.30 m	m	0.50
15	Tira de madera 2.5x2 cm	m	0.12
16	Válvula Compuerta 3" Pegler Inglesa	u	133.79
17	Válvula Compuerta 4" Red – White	u	422.13
18	Tubo plástico alc. D. interno 160mm	m	2.27
19	Tubo plástico alc. D. interno 200mm	m	5.83
20	Tubo plástico alc. D. interno 250mm	m	12.87
21	Tubo plástico alc. D. interno 300mm	m	14.87
22	Tubo plástico alc. D. interno 350mm	m	28.33
23	Tubo plástico alc. D. interno 400mm	m	30.88
24	Tubo plástico alc. D. interno 450mm	m	33.33
25	Tubo plástico alc. D. interno 500mm	m	36.59
26	Tubo plástico alc. D. interno 550mm	m	41.67
27	Tubo plástico alc. D. interno 600mm	m	50.00
28	Tubo plástico alc. D. interno 650mm	m	53.33
29	Tubo plástico alc. D. interno 700mm	m	58.33
30	Tubo plástico alc. D. interno 750mm	m	63.33
31	Tubo plástico alc. D. interno 800mm	m	66.67
32	Silla yee 200 x110 mm de PVC	u	12.13
33	Silla yee 250 x160 mm de PVC	u	17.97
34	Silla yee 300 x160 mm de PVC	u	22.22
35	Silla yee 350 x160 mm de PVC	u	24.08
36	Silla yee 400 x160 mm de PVC	u	25.00
37	Silla yee 450 x160 mm de PVC	u	29.08
38	Silla yee 500 x160 mm de PVC	u	30.77
39	Silla yee 550 x160 mm de PVC	u	33.10
40	Silla yee 600 x160 mm de PVC	u	33.87
41	Silla yee 650 x160 mm de PVC	u	32.32
42	Silla yee 700 x160 mm de PVC	u	35.39

Nº	MATERIAL	UNIDAD	PRECIO U. [\\$]
43	Silla yee 750 x160 mm de PVC	u	36.14
44	Silla yee 800 x160 mm de PVC	u	37.71
45	Accesorios PVC 50 y 75 mm	u	2.26
46	Cerco de hierro fundido D= 600 mm	u	21.47
47	Codo PVC P EC 200 mm x 90	u	72.28
48	Estribos de hierro (pozo alc.)	u	1.66
49	Tubo plástico alc. D. interno 110mm	m	2.19
50	Polilimpia	gl	23.71
51	Polipega	gl	35.50
52	Tapa de HF para pozo D= 600 mm	u	67.80
53	Tira de madera 4x4 cm	m	0.63
54	Tub. P E/C 110 mm 1,25MPa/181PSI	m	5.40
55	Tubo PVC 50 mm	m	1.11
56	Tubo PVC 75 mm	m	1.51
57	Lubricante	lt	0.25
58	H.S. f'c = 180 [Kg/cm <sup>2</sup> ]	m <sup>3</sup>	52.70
59	Cinta Chova	m	1.10

**Tabla 6-4** Lista de equipo

Nº	EQUIPO	COSTO/h [\$/h]	OBSERVACIONES
1	Camioneta	5.50	
2	Compactador 8 HP 3"	2.09	
3	Concretera 1 saco	5.00	
4	Equipo de Prueba de Carga	50.00	
5	Equipo de topografía	1.90	
6	Herramienta menor	0.02	
7	Motoniveladora CAT 120 G	30.49	
8	Plancha vibroapisonadora	2.16	
9	Retroexcavadora	31.50	Costo incluye operador
10	Rodillo compactador	26.29	Costo incluye operador
11	Tanquero 2500 galones	14.00	
12	Tanquero Agua 8 m3	24.00	
13	Tecele	0.50	
14	Vibrador	1.80	
15	Volqueta 20 Ton. (D20D)	20.00	
16	Zaranda 2 Pisos	13.06	

## **6.3 Análisis de precios unitarios**

La determinación del presupuesto de la obra se realizó mediante el análisis de precios unitarios de cada rubro que interviene en la ejecución del proyecto.

Para esto se utilizaron las cantidades de obra resultantes del diseño, los precios actualizados de materiales pertenecientes a la zona del proyecto y los costos básicos de equipo e insumos necesarios para obtener el costo total tanto del sistema de alcantarillado sanitario como pluvial.

A continuación se detalla el análisis de precios unitarios de cada sistema por separado.

### **6.3.1 Análisis de precios unitarios para sistema de alcantarillado sanitario**

#### *6.3.1.1 Rubros y rendimientos*

Para la realización del presupuesto del sistema de alcantarillado sanitario se emplearon los rubros descritos en la siguiente tabla.

Estos incluyen las obras de limpieza y desbroce, excavación, relleno, instalación de la tubería de PVC, instalación de pozos de revisión, cajas de revisión y plantas de tratamiento.

Los rendimientos pertenecientes a cada rubro fueron adoptados según criterios de fuentes confiables y apuntes tomados en la materia Ingeniería de costos.

**Tabla 6-5** Cuadro de rubros y rendimientos – Sistema de alcantarillado sanitario

CÓDIGO	RUBRO	UNIDAD	RENDIMIENTO [UNIDAD/h]
001	Limpieza y desbroce	m <sup>2</sup>	25
002	Replanteo y nivelación de zanjas	m	250
003	Instalación tubería PVC 200 mm	m	18
004	Instalación silla yee 200 x 110 mm	u	5
005	Instalación pozo de revisión Dint = 1.20 m H.S f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>	u	0.1
006	Excavación de zanja a máquina h = 0.00 - 3.00 m	m <sup>3</sup>	20
007	Excavación de zanja a máquina h = 3.01 - 6.00 m	m <sup>3</sup>	18
008	Encamado tuberías con material fino	m <sup>3</sup>	5
009	Relleno compactado	m <sup>3</sup>	18
010	Entibado	m <sup>2</sup>	20
011	Rasanteo de zanja a mano	m <sup>2</sup>	8
012	Cajas de revisión 0.60 x 0.60 m con tapa H.A.	u	0.35
013	Replanteo y nivelación de estructuras	m <sup>2</sup>	100
014	Replanteo f'c = 180 kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	1.25
015	Acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm <sup>2</sup>	Kg	50
016	Hormigón simple f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	1.25
017	Instalación tubería PVC 110 mm	m	25
018	Instalación válvula de descarga 4"	u	1
019	Instalación válvula de descarga 3"	u	1
020	Instalación tubería PVC 110 mm en planta de tratamiento	m	25
021	Instalación tubería PVC 75 mm en planta de tratamiento	m	27
022	Instalación tubería PVC 50 mm en planta de tratamiento	m	28
023	Junta impermeable de PVC 15 cm	m	15

### 6.3.1.2 Análisis de precios unitarios

A continuación se detalla cada rubro que interviene en el presupuesto del sistema de alcantarillado sanitario.

**Tabla 6-6** Análisis de precios unitarios – Sistema de alcantarillado sanitario

<b>PROYECTO</b>	Alcantarillado sanitario El Chaupi	<b>CÓDIGO</b>	001
<b>CALCULADO POR</b>	Esteban Gavilánez - Ernesto Pillajo	<b>UNIDAD</b>	m2
<b>RUBRO</b>	Limpieza y desbroce	<b>RENDIMIENTO</b>	25 [m2/h]
<b>ESPECIFICACIONES</b>		<b>FECHA</b>	09/07/2010

**I. EQUIPO**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA HORARIA	COSTO HORA	COSTO UNIDAD	%
Herramienta menor	5.00	0.02	0.10	0.00	1.10%
<b>TOTAL EQUIPO</b>				<b>0.00 \$</b>	<b>1.10%</b>

**II. MANO DE OBRA**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA HORARIA	COSTO HORA	COSTO UNIDAD	%
Peón	2.00	2.35	4.71	0.19	51.65%
Albañil	1.50	2.87	4.31	0.17	47.26%
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>0.36 \$</b>	<b>98.90%</b>

**III. MATERIALES**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO UNIDAD	%
<b>TOTAL MATERIALES</b>					

TOTAL COSTOS DIRECTOS (I+II+III)	0.36 \$	100%
COSTOS INDIRECTOS	0.10 \$	28.7%
<b>PRECIO UNITARIO DEL RUBRO</b>	<b>0.47 \$</b>	

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

<b>PROYECTO</b>	Alcantarillado sanitario El Chaupi	<b>CÓDIGO</b>	002
<b>CALCULADO POR</b>	Esteban Gavilánez - Ernesto Pillajo	<b>UNIDAD</b>	m
<b>RUBRO</b>	Replanteo y nivelación de zanjas	<b>RENDIMIENTO</b>	250 [m/h]
<b>ESPECIFICACIONES</b>		<b>FECHA</b>	09/07/2010

### I. EQUIPO

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA HORARIA	COSTO HORA	COSTO UNIDAD	%
Herramienta menor	1.00	0.02	0.02	0.00	0.07%
Equipo de topografía	1.00	1.90	1.90	0.01	6.39%
<b>TOTAL EQUIPO</b>				<b>0.01 \$</b>	<b>6.45%</b>

### II. MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA HORARIA	COSTO HORA	COSTO UNIDAD	%
Cadenero	1.00	1.49	1.49	0.01	5.01%
Topógrafo 4	1.00	3.22	3.22	0.01	10.81%
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>0.02 \$</b>	<b>15.83%</b>

### III. MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO UNIDAD	%
Estacas, piola	u	0.25	0.37	0.09	77.72%
<b>TOTAL MATERIALES</b>				<b>0.09 \$</b>	<b>77.72%</b>

TOTAL COSTOS DIRECTOS (I+II+III)	0.12 \$	100%
COSTOS INDIRECTOS	0.03 \$	28.7%
<b>PRECIO UNITARIO DEL RUBRO</b>	<b>0.15 \$</b>	

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

<b>PROYECTO</b>	Alcantarillado sanitario El Chaupi	<b>CÓDIGO</b>	003
<b>CALCULADO POR</b>	Esteban Gavilánez - Ernesto Pillajo	<b>UNIDAD</b>	m
<b>RUBRO</b>	Instalación tubería PVC 200 mm	<b>RENDIMIENTO</b>	18 [m/h]
<b>ESPECIFICACIONES</b>		<b>FECHA</b>	09/07/2010

### I. EQUIPO

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA HORARIA	COSTO HORA	COSTO UNIDAD	%
Herramienta menor	4.00	0.02	0.08	0.00	0.07%
<b>TOTAL EQUIPO</b>				<b>0.00 \$</b>	<b>0.07%</b>

### II. MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA HORARIA	COSTO HORA	COSTO UNIDAD	%
Maestro mayor	0.25	4.25	1.06	0.06	0.87%
Residente	0.50	4.60	2.30	0.13	1.87%
Peón	4.00	2.35	9.42	0.52	7.67%
Plomero	1.00	3.22	3.22	0.18	2.62%
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>0.89 \$</b>	<b>13.02%</b>

### III. MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO UNIDAD	%
Arena	m3	0.01	8.00	0.04	0.59%
Tubo PVC D= 200 mm	m	1.00	5.83	5.83	85.41%
Lubricante	lt	0.25	0.25	0.06	0.92%
<b>TOTAL MATERIALES</b>				<b>5.93 \$</b>	<b>86.91%</b>

TOTAL COSTOS DIRECTOS (I+II+III)	6.83 \$	100%
COSTOS INDIRECTOS	1.96 \$	28.7%
<b>PRECIO UNITARIO DEL RUBRO</b>	<b>8.78 \$</b>	

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

<b>PROYECTO</b>	Alcantarillado sanitario El Chaupi	<b>CÓDIGO</b>	004
<b>CALCULADO POR</b>	Esteban Gavilánez - Ernesto Pillajo	<b>UNIDAD</b>	u
<b>RUBRO</b>	Instalación silla yee 200 x 110 mm	<b>RENDIMIENTO</b>	5 [u/h]
<b>ESPECIFICACIONES</b>		<b>FECHA</b>	09/07/2010

### I. EQUIPO

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA HORARIA	COSTO HORA	COSTO UNIDAD	%
Herramienta menor	1.00	0.02	0.02	0.00	0.02%
<b>TOTAL EQUIPO</b>				<b>0.00 \$</b>	0.02%

### II. MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA HORARIA	COSTO HORA	COSTO UNIDAD	%
Maestro mayor	0.50	4.25	2.13	0.43	2.66%
Residente	0.50	4.60	2.30	0.46	2.87%
Peón	1.00	2.35	2.35	0.47	2.94%
Plomero	1.00	3.22	3.22	0.64	4.02%
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>2.00 \$</b>	12.50%

### III. MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO UNIDAD	%
Silla yee 200 x110 mm PVC	u	1.00	12.13	12.13	75.81%
Polipega	gl	0.05	35.50	1.78	11.09%
Alambre galvanizado N18	Kg	0.04	2.31	0.09	0.58%
<b>TOTAL MATERIALES</b>				<b>14.00 \$</b>	87.48%

TOTAL COSTOS DIRECTOS (I+II+III)	16.00 \$	100%
COSTOS INDIRECTOS	4.59 \$	28.7%
<b>PRECIO UNITARIO DEL RUBRO</b>	<b>20.59 \$</b>	

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

<b>PROYECTO</b>	Alcantarillado sanitario El Chaupi	<b>CÓDIGO</b>	005
<b>CALCULADO POR</b>	Esteban Gavilánez - Ernesto Pillajo	<b>UNIDAD</b>	u
<b>RUBRO</b>	Instalación pozo de revisión Dint = 1.20 m H.S	<b>RENDIMIENTO</b>	0.1 [u/h]
<b>ESPECIFICACIONES</b>		<b>FECHA</b>	09/07/2010

### I. EQUIPO

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA HORARIA	COSTO HORA	COSTO UNIDAD	%
Herramienta menor	14.00	0.02	0.28	2.80	0.92%
Concretera 1 saco	1.00	5.00	5.00	50.00	16.36%
Vibrador	1.00	1.80	1.80	18.00	5.89%
<b>TOTAL EQUIPO</b>				<b>70.80 \$</b>	<b>23.17%</b>

### II. MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA HORARIA	COSTO HORA	COSTO UNIDAD	%
Maestro mayor	0.50	4.25	2.13	21.27	6.96%
Residente	0.25	4.60	1.15	11.50	3.76%
Peón	2.00	2.35	4.71	47.09	15.41%
Albañil	1.00	2.87	2.87	28.73	9.40%
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>108.59 \$</b>	<b>35.54%</b>

### III. MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO UNIDAD	%
Cemento tipo I	saco	1.50	6.16	9.24	3.02%
Arena	m3	0.50	8.00	4.00	1.31%
Ripio	m3	0.50	7.20	3.60	1.18%
Agua	m3	0.30	0.42	0.13	0.04%
Tapa de HF para pozo D= 600 mm	u	1.00	67.80	67.80	22.19%
Estribos de hierro	u	12.00	1.66	19.92	6.52%
Cerco de HF D= 600 mm	u	1.00	21.47	21.47	7.03%
<b>TOTAL MATERIALES</b>				<b>126.16 \$</b>	<b>41.29%</b>

TOTAL COSTOS DIRECTOS (I+II+III)	305.54 \$	100%
COSTOS INDIRECTOS	87.69 \$	28.7%
<b>PRECIO UNITARIO DEL RUBRO</b>	<b>393.23 \$</b>	

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

<b>PROYECTO</b>	Alcantarillado sanitario El Chaupi	<b>CÓDIGO</b>	006
<b>CALCULADO POR</b>	Esteban Gavilánez - Ernesto Pillajo	<b>UNIDAD</b>	m3
<b>RUBRO</b>	Excavación de zanja a máquina h = 0.00 - 3.00 m	<b>RENDIMIENTO</b>	20 [m3/h]
<b>ESPECIFICACIONES</b>		<b>FECHA</b>	09/07/2010

### I. EQUIPO

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA HORARIA	COSTO HORA	COSTO UNIDAD	%
Retroexcavadora	1.00	31.50	31.50	1.58	76.05%
Herramienta menor	2.00	0.02	0.04	0.00	0.10%
<b>TOTAL EQUIPO</b>				<b>1.58 \$</b>	<b>76.14%</b>

### II. MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA HORARIA	COSTO HORA	COSTO UNIDAD	%
Operador retroexcavadora	1.00	3.91	3.91	0.20	9.44%
Ayudante de maquinaria	1.00	1.49	1.49	0.07	3.60%
Residente	0.25	4.60	1.15	0.06	2.78%
Peón	1.00	2.35	2.35	0.12	5.68%
Mecánico mant. y rep.	0.25	3.91	0.98	0.05	2.36%
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>0.49 \$</b>	<b>23.86%</b>

### III. MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO UNIDAD	%
<b>TOTAL MATERIALES</b>					

TOTAL COSTOS DIRECTOS (I+II+III)	2.07 \$	100%
COSTOS INDIRECTOS	0.59 \$	28.7%
<b>PRECIO UNITARIO DEL RUBRO</b>	<b>2.67 \$</b>	

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

<b>PROYECTO</b>	Alcantarillado sanitario El Chaupi	<b>CÓDIGO</b>	007
<b>CALCULADO POR</b>	Esteban Gavilánez - Ernesto Pillajo	<b>UNIDAD</b>	m3
<b>RUBRO</b>	Excavación de zanja a máquina h = 3.01 - 6.00 m	<b>RENDIMIENTO</b>	18 [m3/h]
<b>ESPECIFICACIONES</b>		<b>FECHA</b>	09/07/2010

### I. EQUIPO

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA HORARIA	COSTO HORA	COSTO UNIDAD	%
Retroexcavadora	1.00	31.50	31.50	1.75	70.08%
Herramienta menor	3.00	0.02	0.06	0.00	0.13%
<b>TOTAL EQUIPO</b>				<b>1.75 \$</b>	<b>70.22%</b>

### II. MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA HORARIA	COSTO HORA	COSTO UNIDAD	%
Operador retroexcavadora	1.00	3.91	3.91	0.22	8.70%
Ayudante de maquinaria	1.00	1.49	1.49	0.08	3.32%
Peón	2.00	2.35	4.71	0.26	10.48%
Residente	0.50	4.60	2.30	0.13	5.12%
Mecánico mant. y rep.	0.25	3.91	0.98	0.05	2.17%
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>0.74 \$</b>	<b>29.78%</b>

### III. MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO UNIDAD	%
<b>TOTAL MATERIALES</b>					

TOTAL COSTOS DIRECTOS (I+II+III)	2.50 \$	100%
COSTOS INDIRECTOS	0.72 \$	28.7%
<b>PRECIO UNITARIO DEL RUBRO</b>	<b>3.21 \$</b>	

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

<b>PROYECTO</b>	Alcantarillado sanitario El Chaupi	<b>CÓDIGO</b>	008
<b>CALCULADO POR</b>	Esteban Gavilánez - Ernesto Pillajo	<b>UNIDAD</b>	m3
<b>RUBRO</b>	Encamado tuberías con material fino	<b>RENDIMIENTO</b>	5 [m3/h]
<b>ESPECIFICACIONES</b>		<b>FECHA</b>	09/07/2010

### I. EQUIPO

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA HORARIA	COSTO HORA	COSTO UNIDAD	%
Herramienta menor	3.00	0.02	0.06	0.01	0.08%
Zaranda 2 Pisos	2.00	13.06	26.12	5.22	34.64%
<b>TOTAL EQUIPO</b>				<b>5.24 \$</b>	<b>34.72%</b>

### II. MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA HORARIA	COSTO HORA	COSTO UNIDAD	%
Peón	1.00	2.35	2.35	0.47	3.12%
Albañil	1.00	2.87	2.87	0.57	3.81%
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>1.05 \$</b>	<b>6.93%</b>

### III. MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO UNIDAD	%
Arena	m3	1.10	8.00	8.80	58.35%
<b>TOTAL MATERIALES</b>				<b>8.80 \$</b>	<b>58.35%</b>

TOTAL COSTOS DIRECTOS (I+II+III)	15.08 \$	100%
COSTOS INDIRECTOS	4.33 \$	28.7%
<b>PRECIO UNITARIO DEL RUBRO</b>	<b>19.41 \$</b>	

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

<b>PROYECTO</b>	Alcantarillado sanitario El Chaupi	<b>CÓDIGO</b>	009
<b>CALCULADO POR</b>	Esteban Gavilánez - Ernesto Pillajo	<b>UNIDAD</b>	m3
<b>RUBRO</b>	Relleno compactado	<b>RENDIMIENTO</b>	18 [m3/h]
<b>ESPECIFICACIONES</b>		<b>FECHA</b>	09/07/2010

### I. EQUIPO

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA HORARIA	COSTO HORA	COSTO UNIDAD	%
Herramienta menor	1.00	0.02	0.02	0.00	0.05%
Plancha vibroapisonadora	1.00	2.16	2.16	0.12	4.86%
Retroexcavadora	1.00	31.50	31.50	1.75	70.91%
<b>TOTAL EQUIPO</b>				<b>1.87 \$</b>	<b>75.81%</b>

### II. MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA HORARIA	COSTO HORA	COSTO UNIDAD	%
Peón	2.00	2.35	4.71	0.26	10.60%
Maestro mayor	0.50	4.25	2.13	0.12	4.79%
Operador retroexcavadora	1.00	3.91	3.91	0.22	8.80%
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>0.60 \$</b>	<b>24.19%</b>

### III. MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO UNIDAD	%
<b>TOTAL MATERIALES</b>					

TOTAL COSTOS DIRECTOS (I+II+III)	2.47 \$	100%
COSTOS INDIRECTOS	0.71 \$	28.7%
<b>PRECIO UNITARIO DEL RUBRO</b>	<b>3.18 \$</b>	

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

<b>PROYECTO</b>	Alcantarillado sanitario El Chaupi	<b>CÓDIGO</b>	010
<b>CALCULADO POR</b>	Esteban Gavilánez - Ernesto Pillajo	<b>UNIDAD</b>	m2
<b>RUBRO</b>	Entibado	<b>RENDIMIENTO</b>	20 [m2/h]
<b>ESPECIFICACIONES</b>		<b>FECHA</b>	09/07/2010

### I. EQUIPO

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA HORARIA	COSTO HORA	COSTO UNIDAD	%
Herramienta menor	1.00	0.02	0.02	0.00	0.02%
<b>TOTAL EQUIPO</b>				<b>0.00 \$</b>	0.02%

### II. MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA HORARIA	COSTO HORA	COSTO UNIDAD	%
Peón	2.00	2.35	4.71	0.24	4.93%
Maestro mayor	0.50	4.25	2.13	0.11	2.23%
Albañil	1.00	2.87	2.87	0.14	3.01%
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>0.49 \$</b>	10.16%

### III. MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO UNIDAD	%
Clavo acero estriado 2"	Kg	0.01	1.42	0.01	0.30%
Pingos	m	2.00	0.42	0.84	17.58%
Tabla de monte 0.30 m	m	5.00	0.50	2.50	52.32%
Tira de madera 4x4 cm	m	1.50	0.63	0.94	19.62%
<b>TOTAL MATERIALES</b>				<b>4.29 \$</b>	89.82%

TOTAL COSTOS DIRECTOS (I+II+III)	4.78 \$	100%
COSTOS INDIRECTOS	1.37 \$	28.7%
<b>PRECIO UNITARIO DEL RUBRO</b>	<b>6.15 \$</b>	

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

<b>PROYECTO</b>	Alcantarillado sanitario El Chaupi	<b>CÓDIGO</b>	011
<b>CALCULADO POR</b>	Esteban Gavilánez - Ernesto Pillajo	<b>UNIDAD</b>	m2
<b>RUBRO</b>	Rasanteo de zanja a mano	<b>RENDIMIENTO</b>	8 [m2/h]
<b>ESPECIFICACIONES</b>		<b>FECHA</b>	09/07/2010

### I. EQUIPO

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA HORARIA	COSTO HORA	COSTO UNIDAD	%
Herramienta menor	1.00	0.02	0.02	0.00	0.20%
Equipo de topografía	1.00	1.90	1.90	0.24	19.40%
<b>TOTAL EQUIPO</b>				<b>0.24 \$</b>	<b>19.61%</b>

### II. MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA HORARIA	COSTO HORA	COSTO UNIDAD	%
Peón	1.00	2.35	2.35	0.29	24.05%
Residente	0.50	4.60	2.30	0.29	23.48%
Topógrafo 4	1.00	3.22	3.22	0.40	32.86%
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>0.98 \$</b>	<b>80.39%</b>

### III. MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO UNIDAD	%
<b>TOTAL MATERIALES</b>					

TOTAL COSTOS DIRECTOS (I+II+III)	1.22 \$	100%
COSTOS INDIRECTOS	0.35 \$	28.7%
<b>PRECIO UNITARIO DEL RUBRO</b>	<b>1.58 \$</b>	

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

<b>PROYECTO</b>	Alcantarillado sanitario El Chaupi	<b>CÓDIGO</b>	012
<b>CALCULADO POR</b>	Esteban Gavilánez - Ernesto Pillajo	<b>UNIDAD</b>	u
<b>RUBRO</b>	Cajas de revisión 0.60 x 0.60 m con tapa H.A.	<b>RENDIMIENTO</b>	0.35 [u/h]
<b>ESPECIFICACIONES</b>		<b>FECHA</b>	09/07/2010

### I. EQUIPO

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA HORARIA	COSTO HORA	COSTO UNIDAD	%
Herramienta menor	1.00	0.02	0.02	0.06	0.10%
Concretera 1 saco	1.00	5.00	5.00	14.29	25.79%
Vibrador	1.00	1.80	1.80	5.14	9.29%
<b>TOTAL EQUIPO</b>				<b>19.49 \$</b>	<b>35.18%</b>

### II. MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA HORARIA	COSTO HORA	COSTO UNIDAD	%
Peón	1.00	2.35	2.35	6.73	12.15%
Maestro mayor	1.00	4.25	4.25	12.15	21.94%
Albañil	1.00	2.87	2.87	8.21	14.82%
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>27.09 \$</b>	<b>48.91%</b>

### III. MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO UNIDAD	%
H.S. f'c = 180 [Kg/cm <sup>2</sup> ]	m <sup>3</sup>	0.09	52.70	4.74	8.56%
Tabla de monte 0.30 m	m	2.40	0.50	1.20	2.17%
Acero de refuerzo GR 60	Kg	2.61	1.10	2.87	5.18%
<b>TOTAL MATERIALES</b>				<b>8.81 \$</b>	<b>15.91%</b>

TOTAL COSTOS DIRECTOS (I+II+III)	55.39 \$	100%
COSTOS INDIRECTOS	15.90 \$	28.7%
<b>PRECIO UNITARIO DEL RUBRO</b>	<b>71.29 \$</b>	

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

<b>PROYECTO</b>	Alcantarillado sanitario El Chaupi	<b>CÓDIGO</b>	013
<b>CALCULADO POR</b>	Esteban Gavilánez - Ernesto Pillajo	<b>UNIDAD</b>	m2
<b>RUBRO</b>	Replanteo y nivelación de estructuras	<b>RENDIMIENTO</b>	100 [m2/h]
<b>ESPECIFICACIONES</b>		<b>FECHA</b>	09/07/2010

### I. EQUIPO

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA HORARIA	COSTO HORA	COSTO UNIDAD	%
Herramienta menor	2.00	0.02	0.04	0.00	0.02%
Equipo de topografía	1.00	1.90	1.90	0.02	0.77%
<b>TOTAL EQUIPO</b>				<b>0.02 \$</b>	<b>0.78%</b>

### II. MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA HORARIA	COSTO HORA	COSTO UNIDAD	%
Topógrafo 4	1.00	3.22	3.22	0.03	1.30%
Cadenero	1.00	1.49	1.49	0.01	0.60%
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>0.05 \$</b>	<b>1.90%</b>

### III. MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO UNIDAD	%
Tira de madera 4x4 cm	m	1.00	0.63	0.63	25.19%
Clavo acero estriado 2"	Kg	1.00	1.42	1.42	57.22%
Estacas, piola	u	1.00	0.37	0.37	14.91%
<b>TOTAL MATERIALES</b>				<b>2.42 \$</b>	<b>97.32%</b>

TOTAL COSTOS DIRECTOS (I+II+III)	2.48 \$	100%
COSTOS INDIRECTOS	0.71 \$	28.7%
<b>PRECIO UNITARIO DEL RUBRO</b>	<b>3.19 \$</b>	

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

<b>PROYECTO</b>	Alcantarillado sanitario El Chaupi	<b>CÓDIGO</b>	014
<b>CALCULADO POR</b>	Esteban Gavilánez - Ernesto Pillajo	<b>UNIDAD</b>	m3
<b>RUBRO</b>	Replanto f'c = 180 kg/cm2	<b>RENDIMIENTO</b>	1.25 [m3/h]
<b>ESPECIFICACIONES</b>		<b>FECHA</b>	09/07/2010

### I. EQUIPO

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA HORARIA	COSTO HORA	COSTO UNIDAD	%
Herramienta menor	1.00	0.02	0.02	0.02	0.03%
<b>TOTAL EQUIPO</b>				<b>0.02 \$</b>	0.03%

### II. MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA HORARIA	COSTO HORA	COSTO UNIDAD	%
Peón	1.00	2.35	2.35	1.88	3.45%
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>1.88 \$</b>	3.45%

### III. MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO UNIDAD	%
H.S. f'c = 180 [Kg/cm2]	m3	1.00	52.70	52.70	96.52%
<b>TOTAL MATERIALES</b>				<b>52.70 \$</b>	96.52%

TOTAL COSTOS DIRECTOS (I+II+III)	54.60 \$	100%
COSTOS INDIRECTOS	15.67 \$	28.7%
<b>PRECIO UNITARIO DEL RUBRO</b>	<b>70.27 \$</b>	

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

<b>PROYECTO</b>	Alcantarillado sanitario El Chaupi	<b>CÓDIGO</b>	015
<b>CALCULADO POR</b>	Esteban Gavilánez - Ernesto Pillajo	<b>UNIDAD</b>	Kg
<b>RUBRO</b>	Acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm <sup>2</sup>	<b>RENDIMIENTO</b>	50 [Kg/h]
<b>ESPECIFICACIONES</b>		<b>FECHA</b>	09/07/2010

### I. EQUIPO

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA HORARIA	COSTO HORA	COSTO UNIDAD	%
Herramienta menor	1.00	0.02	0.02	0.00	0.03%
<b>TOTAL EQUIPO</b>				<b>0.00 \$</b>	0.03%

### II. MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA HORARIA	COSTO HORA	COSTO UNIDAD	%
Peón	1.00	2.35	2.35	0.05	3.32%
Albañil	1.00	2.87	2.87	0.06	4.05%
Maestro mayor	0.50	4.25	2.13	0.04	3.00%
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>0.15 \$</b>	10.37%

### III. MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO UNIDAD	%
Acero de refuerzo GR 60	Kg	1.05	1.10	1.16	81.45%
Alambre galvanizado N18	Kg	0.05	2.31	0.12	8.15%
<b>TOTAL MATERIALES</b>				<b>1.27 \$</b>	89.60%

TOTAL COSTOS DIRECTOS (I+II+III)	1.42 \$	100%
COSTOS INDIRECTOS	0.41 \$	28.7%
<b>PRECIO UNITARIO DEL RUBRO</b>	<b>1.82 \$</b>	

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

<b>PROYECTO</b>	Alcantarillado sanitario El Chaupi	<b>CÓDIGO</b>	016
<b>CALCULADO POR</b>	Esteban Gavilánez - Ernesto Pillajo	<b>UNIDAD</b>	m3
<b>RUBRO</b>	Hormigón simple f'c = 210 kg/cm2	<b>RENDIMIENTO</b>	1.25 [m3/h]
<b>ESPECIFICACIONES</b>		<b>FECHA</b>	09/07/2010

### I. EQUIPO

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA HORARIA	COSTO HORA	COSTO UNIDAD	%
Herramienta menor	2.00	0.02	0.04	0.03	0.05%
Vibrador	0.50	1.80	0.90	0.72	1.19%
<b>TOTAL EQUIPO</b>				<b>0.75 \$</b>	<b>1.24%</b>

### II. MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA HORARIA	COSTO HORA	COSTO UNIDAD	%
Peón	1.00	2.35	2.35	1.88	3.11%
Albañil	1.00	2.87	2.87	2.30	3.79%
Maestro mayor	0.50	4.25	2.13	1.70	2.81%
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>5.88 \$</b>	<b>9.71%</b>

### III. MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO UNIDAD	%
H.S. f'c = 180 [Kg/cm2]	m3	1.00	52.70	52.70	86.98%
Tabla de monte 0.30 m	m	2.50	0.50	1.25	2.06%
<b>TOTAL MATERIALES</b>				<b>53.95 \$</b>	<b>89.05%</b>

TOTAL COSTOS DIRECTOS (I+II+III)	60.59 \$	100%
COSTOS INDIRECTOS	17.39 \$	28.7%
<b>PRECIO UNITARIO DEL RUBRO</b>	<b>77.97 \$</b>	

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

<b>PROYECTO</b>	Alcantarillado sanitario El Chaupi	<b>CÓDIGO</b>	017
<b>CALCULADO POR</b>	Esteban Gavilánez - Ernesto Pillajo	<b>UNIDAD</b>	m
<b>RUBRO</b>	Instalación tubería PVC 110 mm	<b>RENDIMIENTO</b>	25 [m/h]
<b>ESPECIFICACIONES</b>		<b>FECHA</b>	09/07/2010

### I. EQUIPO

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA HORARIA	COSTO HORA	COSTO UNIDAD	%
Herramienta menor	4.00	0.02	0.08	0.00	0.11%
<b>TOTAL EQUIPO</b>				<b>0.00 \$</b>	<b>0.11%</b>

### II. MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA HORARIA	COSTO HORA	COSTO UNIDAD	%
Maestro mayor	0.25	4.25	1.06	0.04	1.45%
Residente	0.50	4.60	2.30	0.09	3.13%
Peón	4.00	2.35	9.42	0.38	12.83%
Plomero	1.00	3.22	3.22	0.13	4.38%
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>0.64 \$</b>	<b>21.80%</b>

### III. MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO UNIDAD	%
Arena	m3	0.01	8.00	0.04	1.36%
Tubo PVC D= 110 mm	m	1.00	2.19	2.19	74.60%
Lubricante	lt	0.25	0.25	0.06	2.13%
<b>TOTAL MATERIALES</b>				<b>2.29 \$</b>	<b>78.09%</b>

TOTAL COSTOS DIRECTOS (I+II+III)	2.94 \$	100%
COSTOS INDIRECTOS	0.84 \$	28.7%
<b>PRECIO UNITARIO DEL RUBRO</b>	<b>3.78 \$</b>	

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

<b>PROYECTO</b>	Alcantarillado sanitario El Chaupi	<b>CÓDIGO</b>	018
<b>CALCULADO POR</b>	Esteban Gavilánez - Ernesto Pillajo	<b>UNIDAD</b>	u
<b>RUBRO</b>	Instalación válvula de descarga 4"	<b>RENDIMIENTO</b>	1 [u/h]
<b>ESPECIFICACIONES</b>		<b>FECHA</b>	09/07/2010

### I. EQUIPO

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA HORARIA	COSTO HORA	COSTO UNIDAD	%
Herramienta menor	2.00	0.02	0.04	0.04	0.01%
Teclé	1.00	0.50	0.50	0.50	0.12%
<b>TOTAL EQUIPO</b>				<b>0.54 \$</b>	<b>0.12%</b>

### II. MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA HORARIA	COSTO HORA	COSTO UNIDAD	%
Peón	2.00	2.35	4.71	4.71	1.09%
Albañil	1.00	2.87	2.87	2.87	0.66%
Maestro mayor	0.50	4.25	2.13	2.13	0.49%
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>9.71 \$</b>	<b>2.24%</b>

### III. MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO UNIDAD	%
H.S. f'c = 180 [Kg/cm2]	m3	0.01	52.70	0.53	0.12%
Válvula Compuerta 4"	u	1.00	422.13	422.13	97.51%
<b>TOTAL MATERIALES</b>				<b>422.66 \$</b>	<b>97.63%</b>

TOTAL COSTOS DIRECTOS (I+II+III)	432.91 \$	100%
COSTOS INDIRECTOS	124.24 \$	28.7%
<b>PRECIO UNITARIO DEL RUBRO</b>	<b>557.15 \$</b>	

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

<b>PROYECTO</b>	Alcantarillado sanitario El Chaupi	<b>CÓDIGO</b>	019
<b>CALCULADO POR</b>	Esteban Gavilánez - Ernesto Pillajo	<b>UNIDAD</b>	u
<b>RUBRO</b>	Instalación válvula de descarga 3"	<b>RENDIMIENTO</b>	1 [u/h]
<b>ESPECIFICACIONES</b>		<b>FECHA</b>	09/07/2010

### I. EQUIPO

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA HORARIA	COSTO HORA	COSTO UNIDAD	%
Herramienta menor	2.00	0.02	0.04	0.04	0.03%
Tecla	1.00	0.50	0.50	0.50	0.35%
<b>TOTAL EQUIPO</b>				<b>0.54 \$</b>	<b>0.37%</b>

### II. MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA HORARIA	COSTO HORA	COSTO UNIDAD	%
Peón	2.00	2.35	4.71	4.71	3.26%
Albañil	1.00	2.87	2.87	2.87	1.99%
Maestro mayor	0.50	4.25	2.13	2.13	1.47%
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>9.71 \$</b>	<b>6.72%</b>

### III. MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO UNIDAD	%
H.S. f'c = 180 [Kg/cm2]	m3	0.01	52.70	0.53	0.36%
Válvula Compuerta 3"	u	1.00	133.79	133.79	92.55%
<b>TOTAL MATERIALES</b>				<b>134.32 \$</b>	<b>92.91%</b>

TOTAL COSTOS DIRECTOS (I+II+III)	144.57 \$	100%
COSTOS INDIRECTOS	41.49 \$	28.7%
<b>PRECIO UNITARIO DEL RUBRO</b>	<b>186.06 \$</b>	

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

<b>PROYECTO</b>	Alcantarillado sanitario El Chaupi	<b>CÓDIGO</b>	020
<b>CALCULADO POR</b>	Esteban Gavilánez - Ernesto Pillajo	<b>UNIDAD</b>	m
<b>RUBRO</b>	Tubería PVC 110 mm en planta de tratamiento	<b>RENDIMIENTO</b>	25 [m/h]
<b>ESPECIFICACIONES</b>		<b>FECHA</b>	09/07/2010

### I. EQUIPO

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA HORARIA	COSTO HORA	COSTO UNIDAD	%
Herramienta menor	1.00	0.02	0.02	0.00	0.03%
<b>TOTAL EQUIPO</b>				<b>0.00 \$</b>	0.03%

### II. MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA HORARIA	COSTO HORA	COSTO UNIDAD	%
Peón	1.00	2.35	2.35	0.09	3.09%
Plomero	1.00	3.22	3.22	0.13	4.22%
Maestro mayor	0.25	4.25	1.06	0.04	1.40%
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>0.27 \$</b>	8.71%

### III. MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO UNIDAD	%
Tubo PVC D= 110 mm	m	1.00	2.19	2.19	71.84%
Polipega	gl	0.01	35.50	0.36	11.65%
Polilimpia	gl	0.01	23.71	0.24	7.78%
<b>TOTAL MATERIALES</b>				<b>2.78 \$</b>	91.27%

TOTAL COSTOS DIRECTOS (I+II+III)	3.05 \$	100%
COSTOS INDIRECTOS	0.87 \$	28.7%
<b>PRECIO UNITARIO DEL RUBRO</b>	<b>3.92 \$</b>	

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

<b>PROYECTO</b>	Alcantarillado sanitario El Chaupi	<b>CÓDIGO</b>	021
<b>CALCULADO POR</b>	Esteban Gavilánez - Ernesto Pillajo	<b>UNIDAD</b>	m
<b>RUBRO</b>	Tubería PVC 75 mm en planta de tratamiento	<b>RENDIMIENTO</b>	27 [m/h]
<b>ESPECIFICACIONES</b>		<b>FECHA</b>	09/07/2010

### I. EQUIPO

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA HORARIA	COSTO HORA	COSTO UNIDAD	%
Herramienta menor	1.00	0.02	0.02	0.00	0.02%
<b>TOTAL EQUIPO</b>				<b>0.00 \$</b>	<b>0.02%</b>

### II. MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA HORARIA	COSTO HORA	COSTO UNIDAD	%
Peón	1.00	2.35	2.35	0.09	1.89%
Plomero	1.00	3.22	3.22	0.12	2.59%
Maestro mayor	0.25	4.25	1.06	0.04	0.85%
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>0.25 \$</b>	<b>5.33%</b>

### III. MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO UNIDAD	%
Polipega	gl	0.01	35.50	0.36	7.70%
Polilimpia	gl	0.01	23.71	0.24	5.14%
Tubo PVC 75 mm	m	1.00	1.51	1.51	32.76%
Accesorios 50 y 75 mm	u	1.00	2.26	2.26	49.04%
<b>TOTAL MATERIALES</b>				<b>4.36 \$</b>	<b>94.65%</b>

TOTAL COSTOS DIRECTOS (I+II+III)	4.61 \$	100%
COSTOS INDIRECTOS	1.32 \$	28.7%
<b>PRECIO UNITARIO DEL RUBRO</b>	<b>5.93 \$</b>	

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

<b>PROYECTO</b>	Alcantarillado sanitario El Chaupi	<b>CÓDIGO</b>	022
<b>CALCULADO POR</b>	Esteban Gavilánez - Ernesto Pillajo	<b>UNIDAD</b>	m
<b>RUBRO</b>	Tubería PVC 50 mm en planta de tratamiento	<b>RENDIMIENTO</b>	28 [m/h]
<b>ESPECIFICACIONES</b>		<b>FECHA</b>	09/07/2010

### I. EQUIPO

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA HORARIA	COSTO HORA	COSTO UNIDAD	%
Herramienta menor	1.00	0.02	0.02	0.00	0.02%
<b>TOTAL EQUIPO</b>				<b>0.00 \$</b>	0.02%

### II. MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA HORARIA	COSTO HORA	COSTO UNIDAD	%
Peón	1.00	2.35	2.35	0.08	2.00%
Plomero	1.00	3.22	3.22	0.11	2.74%
Maestro mayor	0.25	4.25	1.06	0.04	0.90%
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>0.24 \$</b>	5.64%

### III. MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO UNIDAD	%
Polipega	gl	0.01	35.50	0.36	8.45%
Polilimpia	gl	0.01	23.71	0.24	5.65%
Tubo PVC 50 mm	m	1.00	1.11	1.11	26.43%
Accesorios 50 y 75 mm	u	1.00	2.26	2.26	53.81%
<b>TOTAL MATERIALES</b>				<b>3.96 \$</b>	94.34%

TOTAL COSTOS DIRECTOS (I+II+III)	4.20 \$	100%
COSTOS INDIRECTOS	1.21 \$	28.7%
<b>PRECIO UNITARIO DEL RUBRO</b>	<b>5.41 \$</b>	

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**PROYECTO** Alcantarillado sanitario El Chaupi  
**CALCULADO POR** Esteban Gavilánez - Ernesto Pillajo  
**RUBRO** Junta impermeable de PVC 15 cm  
**ESPECIFICACIONES**

**CÓDIGO** 023  
**UNIDAD** m  
**RENDIMIENTO** 15 [m/h]  
**FECHA** 09/07/2010

### I. EQUIPO

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA HORARIA	COSTO HORA	COSTO UNIDAD	%
Herramienta menor	2.00	0.02	0.04	0.00	0.18%
<b>TOTAL EQUIPO</b>				<b>0.00 \$</b>	<b>0.18%</b>

### II. MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA HORARIA	COSTO HORA	COSTO UNIDAD	%
Peón	1.00	2.35	2.35	0.16	10.82%
Albañil	1.00	2.87	2.87	0.19	13.20%
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>0.35 \$</b>	<b>24.01%</b>

### III. MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO UNIDAD	%
Cinta Chova	m	1.00	1.10	1.10	75.80%
<b>TOTAL MATERIALES</b>				<b>1.10 \$</b>	<b>75.80%</b>

TOTAL COSTOS DIRECTOS (I+II+III)	1.45 \$	100%
COSTOS INDIRECTOS	0.42 \$	28.7%
<b>PRECIO UNITARIO DEL RUBRO</b>	<b>1.87 \$</b>	

### 6.3.2 Análisis de precios unitarios para sistema de alcantarillado pluvial

#### 6.3.2.1 Rubros y rendimientos

Para la realización del presupuesto del sistema de alcantarillado pluvial se emplearon los rubros descritos en la siguiente tabla.

Estos incluyen algunos rubros empleados en el presupuesto del sistema de alcantarillado sanitario que son necesarios para el desarrollo del alcantarillado pluvial. Se introducen aquellos relacionados con la instalación de sumideros y se excluyen los correspondientes a plantas de tratamiento, que no son necesarios para este sistema.

Los rendimientos pertenecientes a cada rubro fueron adoptados según criterios de fuentes confiables y apuntes tomados en la materia Ingeniería de costos.

**Tabla 6-7** Cuadro de rubros y rendimientos – Sistema de alcantarillado pluvial

CÓDIGO	RUBRO	UNIDAD	RENDIMIENTO [UNIDAD/h]
001	Limpieza y desbroce	m <sup>2</sup>	25
002	Replanteo y nivelación de zanjas	m	250
003	Instalación tubería PVC 250 mm	m	16
004	Instalación silla yee 500 x 160 mm	u	2
005	Instalación pozo de revisión Dint = 1.20 m H.S f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>	u	0.1
006	Excavación de zanja a máquina h = 0.00 - 3.00 m	m <sup>3</sup>	20
007	Excavación de zanja a máquina h = 3.01 - 6.00 m	m <sup>3</sup>	18
008	Encamado tuberías con material fino	m <sup>3</sup>	5
009	Relleno compactado	m <sup>3</sup>	18
010	Entibado	m <sup>2</sup>	20

CÓDIGO	RUBRO	UNIDAD	RENDIMIENTO [UNIDAD/h]
011	Rasanteo de zanja a mano	m <sup>2</sup>	8
012	Cajas de revisión 0.60 x 0.60 m con tapa H.A.	u	0.35
013	Replanteo y nivelación de estructuras	m <sup>2</sup>	100
014	Replanteo f'c = 180 kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	1.25
015	Acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm <sup>2</sup>	Kg	50
016	Hormigón simple f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	1.25
017	Instalación tubería PVC 160 mm	m	20
018	Instalación silla yee 250 x 160 mm	u	4
019	Instalación silla yee 300 x 160 mm	u	3
020	Instalación silla yee 350 x 160 mm	u	3
021	Instalación silla yee 400 x 160 mm	u	2
022	Instalación silla yee 450 x 160 mm	u	2
023	Junta impermeable de PVC 15 cm	m	15
024	Instalación tubería PVC 300 mm	m	14
025	Instalación tubería PVC 350 mm	m	14
026	Instalación tubería PVC 400 mm	m	10
027	Instalación tubería PVC 450 mm	m	10
028	Instalación tubería PVC 500 mm	m	6
029	Instalación tubería PVC 550 mm	m	6
030	Instalación silla yee 550 x 160 mm	u	2
031	Instalación sumideros	u	0.4

### 6.3.2.2 Análisis de precios unitarios

A continuación se detalla cada rubro que interviene en el presupuesto del sistema de alcantarillado pluvial.

**Tabla 6-8** Análisis de precios unitarios – Sistema de alcantarillado pluvial

<b>PROYECTO</b>	Alcantarillado pluvial El Chaupi	<b>CÓDIGO</b>	001
<b>CALCULADO POR</b>	Esteban Gavilánez - Ernesto Pillajo	<b>UNIDAD</b>	m2
<b>RUBRO</b>	Limpieza y desbroce	<b>RENDIMIENTO</b>	25 [m2/h]
<b>ESPECIFICACIONES</b>		<b>FECHA</b>	09/07/2010

**I. EQUIPO**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA HORARIA	COSTO HORA	COSTO UNIDAD	%
Herramienta menor	5.00	0.02	0.10	0.00	1.10%
<b>TOTAL EQUIPO</b>				<b>0.00 \$</b>	<b>1.10%</b>

**II. MANO DE OBRA**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA HORARIA	COSTO HORA	COSTO UNIDAD	%
Peón	2.00	2.35	4.71	0.19	51.65%
Albañil	1.50	2.87	4.31	0.17	47.26%
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>0.36 \$</b>	<b>98.90%</b>

**III. MATERIALES**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO UNIDAD	%
<b>TOTAL MATERIALES</b>					

TOTAL COSTOS DIRECTOS (I+II+III)	0.36 \$	100%
COSTOS INDIRECTOS	0.10 \$	28.7%
<b>PRECIO UNITARIO DEL RUBRO</b>	<b>0.47 \$</b>	

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

<b>PROYECTO</b>	Alcantarillado pluvial El Chaupi	<b>CÓDIGO</b>	002
<b>CALCULADO POR</b>	Esteban Gavilánez - Ernesto Pillajo	<b>UNIDAD</b>	m
<b>RUBRO</b>	Replanteo y nivelación de zanjas	<b>RENDIMIENTO</b>	250 [m/h]
<b>ESPECIFICACIONES</b>		<b>FECHA</b>	09/07/2010

### I. EQUIPO

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA HORARIA	COSTO HORA	COSTO UNIDAD	%
Herramienta menor	1.00	0.02	0.02	0.00	0.07%
Equipo de topografía	1.00	1.90	1.90	0.01	6.39%
<b>TOTAL EQUIPO</b>				<b>0.01 \$</b>	<b>6.45%</b>

### II. MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA HORARIA	COSTO HORA	COSTO UNIDAD	%
Cadenero	1.00	1.49	1.49	0.01	5.01%
Topógrafo 4	1.00	3.22	3.22	0.01	10.81%
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>0.02 \$</b>	<b>15.83%</b>

### III. MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO UNIDAD	%
Estacas, piola	u	0.25	0.37	0.09	77.72%
<b>TOTAL MATERIALES</b>				<b>0.09 \$</b>	<b>77.72%</b>

TOTAL COSTOS DIRECTOS (I+II+III)	0.12 \$	100%
COSTOS INDIRECTOS	0.03 \$	28.7%
<b>PRECIO UNITARIO DEL RUBRO</b>	<b>0.15 \$</b>	

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

<b>PROYECTO</b>	Alcantarillado pluvial El Chaupi	<b>CÓDIGO</b>	003
<b>CALCULADO POR</b>	Esteban Gavilánez - Ernesto Pillajo	<b>UNIDAD</b>	m
<b>RUBRO</b>	Instalación tubería PVC 250 mm	<b>RENDIMIENTO</b>	16 [m/h]
<b>ESPECIFICACIONES</b>		<b>FECHA</b>	09/07/2010

### I. EQUIPO

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA HORARIA	COSTO HORA	COSTO UNIDAD	%
Herramienta menor	4.00	0.02	0.08	0.01	0.04%
<b>TOTAL EQUIPO</b>				<b>0.01 \$</b>	<b>0.04%</b>

### II. MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA HORARIA	COSTO HORA	COSTO UNIDAD	%
Maestro mayor	0.25	4.25	1.06	0.07	0.48%
Residente	0.50	4.60	2.30	0.14	1.03%
Peón	4.00	2.35	9.42	0.59	4.21%
Plomero	1.00	3.22	3.22	0.20	1.44%
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>1.00 \$</b>	<b>7.15%</b>

### III. MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO UNIDAD	%
Arena	m3	0.01	8.00	0.04	0.29%
Tubo PVC D= 250 mm	m	1.00	12.87	12.87	92.08%
Lubricante	lt	0.25	0.25	0.06	0.45%
<b>TOTAL MATERIALES</b>				<b>12.97 \$</b>	<b>92.81%</b>

TOTAL COSTOS DIRECTOS (I+II+III)	13.98 \$	100%
COSTOS INDIRECTOS	4.01 \$	28.7%
<b>PRECIO UNITARIO DEL RUBRO</b>	<b>17.99 \$</b>	

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

<b>PROYECTO</b>	Alcantarillado pluvial El Chaupi	<b>CÓDIGO</b>	004
<b>CALCULADO POR</b>	Esteban Gavilánez - Ernesto Pillajo	<b>UNIDAD</b>	u
<b>RUBRO</b>	Instalación silla yee 500 x 160 mm	<b>RENDIMIENTO</b>	2 [u/h]
<b>ESPECIFICACIONES</b>		<b>FECHA</b>	09/07/2010

### I. EQUIPO

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA HORARIA	COSTO HORA	COSTO UNIDAD	%
Herramienta menor	1.00	0.02	0.02	0.01	0.03%
<b>TOTAL EQUIPO</b>				<b>0.01 \$</b>	<b>0.03%</b>

### II. MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA HORARIA	COSTO HORA	COSTO UNIDAD	%
Maestro mayor	0.50	4.25	2.13	1.06	2.82%
Residente	0.50	4.60	2.30	1.15	3.05%
Peón	1.00	2.35	2.35	1.18	3.13%
Plomero	1.00	3.22	3.22	1.61	4.27%
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>5.00 \$</b>	<b>13.28%</b>

### III. MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO UNIDAD	%
Silla yee 500 x160 mm	u	1.00	30.77	30.77	81.73%
Polipega	gl	0.05	35.50	1.78	4.71%
Alambre galvanizado N18	Kg	0.04	2.31	0.09	0.25%
<b>TOTAL MATERIALES</b>				<b>32.64 \$</b>	<b>86.69%</b>

TOTAL COSTOS DIRECTOS (I+II+III)	37.65 \$	100%
COSTOS INDIRECTOS	10.80 \$	28.7%
<b>PRECIO UNITARIO DEL RUBRO</b>	<b>48.45 \$</b>	

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

<b>PROYECTO</b>	Alcantarillado pluvial El Chaupi	<b>CÓDIGO</b>	005
<b>CALCULADO POR</b>	Esteban Gavilánez - Ernesto Pillajo	<b>UNIDAD</b>	u
<b>RUBRO</b>	Instalación pozo de revisión Dint = 1.20 m H.S	<b>RENDIMIENTO</b>	0.1 [u/h]
<b>ESPECIFICACIONES</b>		<b>FECHA</b>	09/07/2010

### I. EQUIPO

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA HORARIA	COSTO HORA	COSTO UNIDAD	%
Herramienta menor	14.00	0.02	0.28	2.80	0.92%
Concretera 1 saco	1.00	5.00	5.00	50.00	16.36%
Vibrador	1.00	1.80	1.80	18.00	5.89%
<b>TOTAL EQUIPO</b>				<b>70.80 \$</b>	<b>23.17%</b>

### II. MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA HORARIA	COSTO HORA	COSTO UNIDAD	%
Maestro mayor	0.50	4.25	2.13	21.27	6.96%
Residente	0.25	4.60	1.15	11.50	3.76%
Peón	2.00	2.35	4.71	47.09	15.41%
Albañil	1.00	2.87	2.87	28.73	9.40%
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>108.59 \$</b>	<b>35.54%</b>

### III. MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO UNIDAD	%
Cemento tipo I	saco	1.50	6.16	9.24	3.02%
Arena	m3	0.50	8.00	4.00	1.31%
Ripio	m3	0.50	7.20	3.60	1.18%
Agua	m3	0.30	0.42	0.13	0.04%
Tapa de HF para pozo D 600 mm	u	1.00	67.80	67.80	22.19%
Estribos de hierro	u	12.00	1.66	19.92	6.52%
Cerco de H.F. D= 600 mm	u	1.00	21.47	21.47	7.03%
<b>TOTAL MATERIALES</b>				<b>126.16 \$</b>	<b>41.29%</b>

TOTAL COSTOS DIRECTOS (I+II+III)	305.54 \$	100%
COSTOS INDIRECTOS	87.69 \$	28.7%
<b>PRECIO UNITARIO DEL RUBRO</b>	<b>393.23 \$</b>	

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

<b>PROYECTO</b>	Alcantarillado pluvial El Chaupi	<b>CÓDIGO</b>	006
<b>CALCULADO POR</b>	Esteban Gavilánez - Ernesto Pillajo	<b>UNIDAD</b>	m3
<b>RUBRO</b>	Excavación de zanja a máquina h = 0.00 - 3.00 m	<b>RENDIMIENTO</b>	20 [m3/h]
<b>ESPECIFICACIONES</b>		<b>FECHA</b>	09/07/2010

### I. EQUIPO

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA HORARIA	COSTO HORA	COSTO UNIDAD	%
Retroexcavadora	1.00	31.50	31.50	1.58	76.05%
Herramienta menor	2.00	0.02	0.04	0.00	0.10%
<b>TOTAL EQUIPO</b>				<b>1.58 \$</b>	<b>76.14%</b>

### II. MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA HORARIA	COSTO HORA	COSTO UNIDAD	%
Operador retroexcavadora	1.00	3.91	3.91	0.20	9.44%
Ayudante de maquinaria	1.00	1.49	1.49	0.07	3.60%
Residente	0.25	4.60	1.15	0.06	2.78%
Peón	1.00	2.35	2.35	0.12	5.68%
Mecánico mant. y rep.	0.25	3.91	0.98	0.05	2.36%
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>0.49 \$</b>	<b>23.86%</b>

### III. MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO UNIDAD	%
<b>TOTAL MATERIALES</b>					

TOTAL COSTOS DIRECTOS (I+II+III)	2.07 \$	100%
COSTOS INDIRECTOS	0.59 \$	28.7%
<b>PRECIO UNITARIO DEL RUBRO</b>	<b>2.67 \$</b>	

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

<b>PROYECTO</b>	Alcantarillado pluvial El Chaupi	<b>CÓDIGO</b>	007
<b>CALCULADO POR</b>	Esteban Gavilánez - Ernesto Pillajo	<b>UNIDAD</b>	m3
<b>RUBRO</b>	Excavación de zanja a máquina h = 3.01 - 6.00 m	<b>RENDIMIENTO</b>	18 [m3/h]
<b>ESPECIFICACIONES</b>		<b>FECHA</b>	09/07/2010

### I. EQUIPO

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA HORARIA	COSTO HORA	COSTO UNIDAD	%
Retroexcavadora	1.00	31.50	31.50	1.75	70.08%
Herramienta menor	3.00	0.02	0.06	0.00	0.13%
<b>TOTAL EQUIPO</b>				<b>1.75 \$</b>	<b>70.22%</b>

### II. MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA HORARIA	COSTO HORA	COSTO UNIDAD	%
Operador retroexcavadora	1.00	3.91	3.91	0.22	8.70%
Ayudante de maquinaria	1.00	1.49	1.49	0.08	3.32%
Peón	2.00	2.35	4.71	0.26	10.48%
Residente	0.50	4.60	2.30	0.13	5.12%
Mecánico mant. y rep.	0.25	3.91	0.98	0.05	2.17%
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>0.74 \$</b>	<b>29.78%</b>

### III. MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO UNIDAD	%
<b>TOTAL MATERIALES</b>					

TOTAL COSTOS DIRECTOS (I+II+III)	2.50 \$	100%
COSTOS INDIRECTOS	0.72 \$	28.7%
<b>PRECIO UNITARIO DEL RUBRO</b>	<b>3.21 \$</b>	

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

<b>PROYECTO</b>	Alcantarillado pluvial El Chaupi	<b>CÓDIGO</b>	008
<b>CALCULADO POR</b>	Esteban Gavilánez - Ernesto Pillajo	<b>UNIDAD</b>	m3
<b>RUBRO</b>	Encamado tuberías con material fino	<b>RENDIMIENTO</b>	5 [m3/h]
<b>ESPECIFICACIONES</b>		<b>FECHA</b>	09/07/2010

### I. EQUIPO

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA HORARIA	COSTO HORA	COSTO UNIDAD	%
Herramienta menor	3.00	0.02	0.06	0.01	0.08%
Zaranda 2 Pisos	2.00	13.06	26.12	5.22	34.64%
<b>TOTAL EQUIPO</b>				<b>5.24 \$</b>	<b>34.72%</b>

### II. MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA HORARIA	COSTO HORA	COSTO UNIDAD	%
Peón	1.00	2.35	2.35	0.47	3.12%
Albañil	1.00	2.87	2.87	0.57	3.81%
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>1.05 \$</b>	<b>6.93%</b>

### III. MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO UNIDAD	%
Arena	m3	1.10	8.00	8.80	58.35%
<b>TOTAL MATERIALES</b>				<b>8.80 \$</b>	<b>58.35%</b>

TOTAL COSTOS DIRECTOS (I+II+III)	15.08 \$	100%
COSTOS INDIRECTOS	4.33 \$	28.7%
<b>PRECIO UNITARIO DEL RUBRO</b>	<b>19.41 \$</b>	

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

<b>PROYECTO</b>	Alcantarillado pluvial El Chaupi	<b>CÓDIGO</b>	009
<b>CALCULADO POR</b>	Esteban Gavilánez - Ernesto Pillajo	<b>UNIDAD</b>	m3
<b>RUBRO</b>	Relleno compactado	<b>RENDIMIENTO</b>	18 [m3/h]
<b>ESPECIFICACIONES</b>		<b>FECHA</b>	09/07/2010

### I. EQUIPO

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA HORARIA	COSTO HORA	COSTO UNIDAD	%
Herramienta menor	1.00	0.02	0.02	0.00	0.05%
Plancha vibroapisonadora	1.00	2.16	2.16	0.12	4.86%
Retroexcavadora	1.00	31.50	31.50	1.75	70.91%
<b>TOTAL EQUIPO</b>				<b>1.87 \$</b>	<b>75.81%</b>

### II. MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA HORARIA	COSTO HORA	COSTO UNIDAD	%
Peón	2.00	2.35	4.71	0.26	10.60%
Maestro mayor	0.50	4.25	2.13	0.12	4.79%
Operador retroexcavadora	1.00	3.91	3.91	0.22	8.80%
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>0.60 \$</b>	<b>24.19%</b>

### III. MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO UNIDAD	%
<b>TOTAL MATERIALES</b>					

TOTAL COSTOS DIRECTOS (I+II+III)	2.47 \$	100%
COSTOS INDIRECTOS	0.71 \$	28.7%
<b>PRECIO UNITARIO DEL RUBRO</b>	<b>3.18 \$</b>	

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

<b>PROYECTO</b>	Alcantarillado pluvial El Chaupi	<b>CÓDIGO</b>	010
<b>CALCULADO POR</b>	Esteban Gavilánez - Ernesto Pillajo	<b>UNIDAD</b>	m2
<b>RUBRO</b>	Entibado	<b>RENDIMIENTO</b>	20 [m2/h]
<b>ESPECIFICACIONES</b>		<b>FECHA</b>	09/07/2010

### I. EQUIPO

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA HORARIA	COSTO HORA	COSTO UNIDAD	%
Herramienta menor	1.00	0.02	0.02	0.00	0.02%
<b>TOTAL EQUIPO</b>				<b>0.00 \$</b>	0.02%

### II. MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA HORARIA	COSTO HORA	COSTO UNIDAD	%
Peón	2.00	2.35	4.71	0.24	4.93%
Maestro mayor	0.50	4.25	2.13	0.11	2.23%
Albañil	1.00	2.87	2.87	0.14	3.01%
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>0.49 \$</b>	10.16%

### III. MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO UNIDAD	%
Clavo acero estriado 2"	Kg	0.01	1.42	0.01	0.30%
Pingos	m	2.00	0.42	0.84	17.58%
Tabla de monte 0.30 m	m	5.00	0.50	2.50	52.32%
Tira de madera 4x4 cm	m	1.50	0.63	0.94	19.62%
<b>TOTAL MATERIALES</b>				<b>4.29 \$</b>	89.82%

TOTAL COSTOS DIRECTOS (I+II+III)	4.78 \$	100%
COSTOS INDIRECTOS	1.37 \$	28.7%
<b>PRECIO UNITARIO DEL RUBRO</b>	<b>6.15 \$</b>	

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

<b>PROYECTO</b>	Alcantarillado pluvial El Chaupi	<b>CÓDIGO</b>	011
<b>CALCULADO POR</b>	Esteban Gavilánez - Ernesto Pillajo	<b>UNIDAD</b>	m2
<b>RUBRO</b>	Rasanteo de zanja a mano	<b>RENDIMIENTO</b>	8 [m2/h]
<b>ESPECIFICACIONES</b>		<b>FECHA</b>	09/07/2010

### I. EQUIPO

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA HORARIA	COSTO HORA	COSTO UNIDAD	%
Herramienta menor	1.00	0.02	0.02	0.00	0.20%
Equipo de topografía	1.00	1.90	1.90	0.24	19.40%
<b>TOTAL EQUIPO</b>				<b>0.24 \$</b>	<b>19.61%</b>

### II. MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA HORARIA	COSTO HORA	COSTO UNIDAD	%
Peón	1.00	2.35	2.35	0.29	24.05%
Residente	0.50	4.60	2.30	0.29	23.48%
Topógrafo 4	1.00	3.22	3.22	0.40	32.86%
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>0.98 \$</b>	<b>80.39%</b>

### III. MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO UNIDAD	%
<b>TOTAL MATERIALES</b>					

TOTAL COSTOS DIRECTOS (I+II+III)	1.22 \$	100%
COSTOS INDIRECTOS	0.35 \$	28.7%
<b>PRECIO UNITARIO DEL RUBRO</b>	<b>1.58 \$</b>	

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

<b>PROYECTO</b>	Alcantarillado pluvial El Chaupi	<b>CÓDIGO</b>	012
<b>CALCULADO POR</b>	Esteban Gavilánez - Ernesto Pillajo	<b>UNIDAD</b>	u
<b>RUBRO</b>	Cajas de revisión 0.60 x 0.60 m con tapa H.A.	<b>RENDIMIENTO</b>	0.35 [u/h]
<b>ESPECIFICACIONES</b>		<b>FECHA</b>	09/07/2010

### I. EQUIPO

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA HORARIA	COSTO HORA	COSTO UNIDAD	%
Herramienta menor	1.00	0.02	0.02	0.06	0.10%
Concretera 1 saco	1.00	5.00	5.00	14.29	25.79%
Vibrador	1.00	1.80	1.80	5.14	9.29%
<b>TOTAL EQUIPO</b>				<b>19.49 \$</b>	<b>35.18%</b>

### II. MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA HORARIA	COSTO HORA	COSTO UNIDAD	%
Peón	1.00	2.35	2.35	6.73	12.15%
Maestro mayor	1.00	4.25	4.25	12.15	21.94%
Albañil	1.00	2.87	2.87	8.21	14.82%
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>27.09 \$</b>	<b>48.91%</b>

### III. MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO UNIDAD	%
H.S. f'c = 180 [Kg/cm <sup>2</sup> ]	m <sup>3</sup>	0.09	52.70	4.74	8.56%
Tabla de monte 0.30 m	m	2.40	0.50	1.20	2.17%
Acero de refuerzo GR 60	Kg	2.61	1.10	2.87	5.18%
<b>TOTAL MATERIALES</b>				<b>8.81 \$</b>	<b>15.91%</b>

TOTAL COSTOS DIRECTOS (I+II+III)	55.39 \$	100%
COSTOS INDIRECTOS	15.90 \$	28.7%
<b>PRECIO UNITARIO DEL RUBRO</b>	<b>71.29 \$</b>	

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

<b>PROYECTO</b>	Alcantarillado pluvial El Chaupi	<b>CÓDIGO</b>	013
<b>CALCULADO POR</b>	Esteban Gavilánez - Ernesto Pillajo	<b>UNIDAD</b>	m2
<b>RUBRO</b>	Replanteo y nivelación de estructuras	<b>RENDIMIENTO</b>	100 [m2/h]
<b>ESPECIFICACIONES</b>		<b>FECHA</b>	09/07/2010

### I. EQUIPO

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA HORARIA	COSTO HORA	COSTO UNIDAD	%
Herramienta menor	2.00	0.02	0.04	0.00	0.02%
Equipo de topografía	1.00	1.90	1.90	0.02	0.77%
<b>TOTAL EQUIPO</b>				<b>0.02 \$</b>	<b>0.78%</b>

### II. MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA HORARIA	COSTO HORA	COSTO UNIDAD	%
Topógrafo 4	1.00	3.22	3.22	0.03	1.30%
Cadenero	1.00	1.49	1.49	0.01	0.60%
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>0.05 \$</b>	<b>1.90%</b>

### III. MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO UNIDAD	%
Tira de madera 4x4 cm	m	1.00	0.63	0.63	25.19%
Clavo acero estriado 2"	Kg	1.00	1.42	1.42	57.22%
Estacas, piola	u	1.00	0.37	0.37	14.91%
<b>TOTAL MATERIALES</b>				<b>2.42 \$</b>	<b>97.32%</b>

TOTAL COSTOS DIRECTOS (I+II+III)	2.48 \$	100%
COSTOS INDIRECTOS	0.71 \$	28.7%
<b>PRECIO UNITARIO DEL RUBRO</b>	<b>3.19 \$</b>	

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

<b>PROYECTO</b>	Alcantarillado pluvial El Chaupi	<b>CÓDIGO</b>	014
<b>CALCULADO POR</b>	Esteban Gavilánez - Ernesto Pillajo	<b>UNIDAD</b>	m3
<b>RUBRO</b>	Replanto f'c = 180 kg/cm2	<b>RENDIMIENTO</b>	1.25 [m3/h]
<b>ESPECIFICACIONES</b>		<b>FECHA</b>	09/07/2010

### I. EQUIPO

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA HORARIA	COSTO HORA	COSTO UNIDAD	%
Herramienta menor	1.00	0.02	0.02	0.02	0.03%
<b>TOTAL EQUIPO</b>				<b>0.02 \$</b>	0.03%

### II. MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA HORARIA	COSTO HORA	COSTO UNIDAD	%
Peón	1.00	2.35	2.35	1.88	3.45%
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>1.88 \$</b>	3.45%

### III. MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO UNIDAD	%
H.S. f'c = 180 [Kg/cm2]	m3	1.00	52.70	52.70	96.52%
<b>TOTAL MATERIALES</b>				<b>52.70 \$</b>	96.52%

TOTAL COSTOS DIRECTOS (I+II+III)	54.60 \$	100%
COSTOS INDIRECTOS	15.67 \$	28.7%
<b>PRECIO UNITARIO DEL RUBRO</b>	<b>70.27 \$</b>	

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

<b>PROYECTO</b>	Alcantarillado pluvial El Chaupi	<b>CÓDIGO</b>	015
<b>CALCULADO POR</b>	Esteban Gavilánez - Ernesto Pillajo	<b>UNIDAD</b>	Kg
<b>RUBRO</b>	Acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2	<b>RENDIMIENTO</b>	50 [Kg/h]
<b>ESPECIFICACIONES</b>		<b>FECHA</b>	09/07/2010

### I. EQUIPO

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA HORARIA	COSTO HORA	COSTO UNIDAD	%
Herramienta menor	1.00	0.02	0.02	0.00	0.03%
<b>TOTAL EQUIPO</b>				<b>0.00 \$</b>	<b>0.03%</b>

### II. MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA HORARIA	COSTO HORA	COSTO UNIDAD	%
Peón	1.00	2.35	2.35	0.05	3.32%
Albañil	1.00	2.87	2.87	0.06	4.05%
Maestro mayor	0.50	4.25	2.13	0.04	3.00%
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>0.15 \$</b>	<b>10.37%</b>

### III. MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO UNIDAD	%
Acero de refuerzo GR 60	Kg	1.05	1.10	1.16	81.45%
Alambre galvanizado N18	Kg	0.05	2.31	0.12	8.15%
<b>TOTAL MATERIALES</b>				<b>1.27 \$</b>	<b>89.60%</b>

TOTAL COSTOS DIRECTOS (I+II+III)	1.42 \$	100%
COSTOS INDIRECTOS	0.41 \$	28.7%
<b>PRECIO UNITARIO DEL RUBRO</b>	<b>1.82 \$</b>	

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

<b>PROYECTO</b>	Alcantarillado pluvial El Chaupi	<b>CÓDIGO</b>	016
<b>CALCULADO POR</b>	Esteban Gavilánez - Ernesto Pillajo	<b>UNIDAD</b>	m3
<b>RUBRO</b>	Hormigón simple f'c = 210 kg/cm2	<b>RENDIMIENTO</b>	1.25 [m3/h]
<b>ESPECIFICACIONES</b>		<b>FECHA</b>	09/07/2010

### I. EQUIPO

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA HORARIA	COSTO HORA	COSTO UNIDAD	%
Herramienta menor	2.00	0.02	0.04	0.03	0.05%
Concretera 1 saco	1.00	5.00	5.00	4.00	6.19%
Vibrador	0.50	1.80	0.90	0.72	1.11%
<b>TOTAL EQUIPO</b>				<b>4.75 \$</b>	<b>7.36%</b>

### II. MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA HORARIA	COSTO HORA	COSTO UNIDAD	%
Peón	1.00	2.35	2.35	1.88	2.92%
Albañil	1.00	2.87	2.87	2.30	3.56%
Maestro mayor	0.50	4.25	2.13	1.70	2.63%
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>5.88 \$</b>	<b>9.11%</b>

### III. MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO UNIDAD	%
H.S. f'c = 180 [Kg/cm2]	m3	1.00	52.70	52.70	81.60%
Tabla de monte 0.30 m	m	2.50	0.50	1.25	1.94%
<b>TOTAL MATERIALES</b>				<b>53.95 \$</b>	<b>83.53%</b>

TOTAL COSTOS DIRECTOS (I+II+III)	64.59 \$	100%
COSTOS INDIRECTOS	18.54 \$	28.7%
<b>PRECIO UNITARIO DEL RUBRO</b>	<b>83.12 \$</b>	

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**PROYECTO** Alcantarillado pluvial El Chaupi  
**CALCULADO POR** Esteban Gavilánez - Ernesto Pillajo  
**RUBRO** Instalación tubería PVC 160 mm  
**ESPECIFICACIONES**

**CÓDIGO** 017  
**UNIDAD** m  
**RENDIMIENTO** 20 [m/h]  
**FECHA** 09/07/2010

### I. EQUIPO

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA HORARIA	COSTO HORA	COSTO UNIDAD	%
Herramienta menor	4.00	0.02	0.08	0.00	0.13%
<b>TOTAL EQUIPO</b>				<b>0.00 \$</b>	<b>0.13%</b>

### II. MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA HORARIA	COSTO HORA	COSTO UNIDAD	%
Maestro mayor	0.25	4.25	1.06	0.05	1.67%
Residente	0.50	4.60	2.30	0.11	3.62%
Peón	4.00	2.35	9.42	0.47	14.83%
Plomero	1.00	3.22	3.22	0.16	5.07%
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>0.80 \$</b>	<b>25.18%</b>

### III. MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO UNIDAD	%
Arena	m3	0.01	8.00	0.04	1.26%
Tubo PVC D= 160 mm	m	1.00	2.27	2.27	71.46%
Lubricante	lt	0.25	0.25	0.06	1.97%
<b>TOTAL MATERIALES</b>				<b>2.37 \$</b>	<b>74.69%</b>

TOTAL COSTOS DIRECTOS (I+II+III)	3.18 \$	100%
COSTOS INDIRECTOS	0.91 \$	28.7%
<b>PRECIO UNITARIO DEL RUBRO</b>	<b>4.09 \$</b>	

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**PROYECTO** Alcantarillado pluvial El Chaupi  
**CALCULADO POR** Esteban Gavilánez - Ernesto Pillajo  
**RUBRO** Instalación silla yee 250 x 160 mm  
**ESPECIFICACIONES**

**CÓDIGO** 018  
**UNIDAD** u  
**RENDIMIENTO** 4 [u/h]  
**FECHA** 09/07/2010

### I. EQUIPO

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA HORARIA	COSTO HORA	COSTO UNIDAD	%
Herramienta menor	1.00	0.02	0.02	0.01	0.02%
<b>TOTAL EQUIPO</b>				<b>0.01 \$</b>	<b>0.02%</b>

### II. MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA HORARIA	COSTO HORA	COSTO UNIDAD	%
Maestro mayor	0.50	4.25	2.13	0.53	2.38%
Residente	0.50	4.60	2.30	0.57	2.57%
Peón	1.00	2.35	2.35	0.59	2.63%
Plomero	1.00	3.22	3.22	0.80	3.60%
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>2.50 \$</b>	<b>11.19%</b>

### III. MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO UNIDAD	%
Silla yee 250 x160 mm	u	1.00	17.97	17.97	80.43%
Polipega	gl	0.05	35.50	1.78	7.94%
Alambre galvanizado N18	Kg	0.04	2.31	0.09	0.41%
<b>TOTAL MATERIALES</b>				<b>19.84 \$</b>	<b>88.79%</b>

TOTAL COSTOS DIRECTOS (I+II+III)	22.34 \$	100%
COSTOS INDIRECTOS	6.41 \$	28.7%
<b>PRECIO UNITARIO DEL RUBRO</b>	<b>28.75 \$</b>	

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

<b>PROYECTO</b>	Alcantarillado pluvial El Chaupi	<b>CÓDIGO</b>	019
<b>CALCULADO POR</b>	Esteban Gavilánez - Ernesto Pillajo	<b>UNIDAD</b>	u
<b>RUBRO</b>	Instalación silla yee 300 x 160 mm	<b>RENDIMIENTO</b>	3 [u/h]
<b>ESPECIFICACIONES</b>		<b>FECHA</b>	09/07/2010

### I. EQUIPO

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA HORARIA	COSTO HORA	COSTO UNIDAD	%
Herramienta menor	1.00	0.02	0.02	0.01	0.02%
<b>TOTAL EQUIPO</b>				<b>0.01 \$</b>	<b>0.02%</b>

### II. MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA HORARIA	COSTO HORA	COSTO UNIDAD	%
Maestro mayor	0.50	4.25	2.13	0.71	2.58%
Residente	0.50	4.60	2.30	0.77	2.79%
Peón	1.00	2.35	2.35	0.78	2.86%
Plomero	1.00	3.22	3.22	1.07	3.91%
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>3.33 \$</b>	<b>12.15%</b>

### III. MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO UNIDAD	%
Silla yee 300 x160 mm	u	1.00	22.22	22.22	81.01%
Polipega	gl	0.05	35.50	1.78	6.47%
Alambre galvanizado N18	Kg	0.04	2.31	0.09	0.34%
<b>TOTAL MATERIALES</b>				<b>24.09 \$</b>	<b>87.82%</b>

TOTAL COSTOS DIRECTOS (I+II+III)	27.43 \$	100%
COSTOS INDIRECTOS	7.87 \$	28.7%
<b>PRECIO UNITARIO DEL RUBRO</b>	<b>35.30 \$</b>	

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

<b>PROYECTO</b>	Alcantarillado pluvial El Chaupi	<b>CÓDIGO</b>	020
<b>CALCULADO POR</b>	Esteban Gavilánez - Ernesto Pillajo	<b>UNIDAD</b>	u
<b>RUBRO</b>	Instalación silla yee 350 x 160 mm	<b>RENDIMIENTO</b>	3 [u/h]
<b>ESPECIFICACIONES</b>		<b>FECHA</b>	09/07/2010

### I. EQUIPO

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA HORARIA	COSTO HORA	COSTO UNIDAD	%
Herramienta menor	1.00	0.02	0.02	0.01	0.02%
<b>TOTAL EQUIPO</b>				<b>0.01 \$</b>	<b>0.02%</b>

### II. MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA HORARIA	COSTO HORA	COSTO UNIDAD	%
Maestro mayor	0.50	4.25	2.13	0.71	2.42%
Residente	0.50	4.60	2.30	0.77	2.62%
Peón	1.00	2.35	2.35	0.78	2.68%
Plomero	1.00	3.22	3.22	1.07	3.66%
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>3.33 \$</b>	<b>11.38%</b>

### III. MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO UNIDAD	%
Silla yee 350 x160 mm	u	1.00	24.08	24.08	82.22%
Polipega	gl	0.05	35.50	1.78	6.06%
Alambre galvanizado N18	Kg	0.04	2.31	0.09	0.32%
<b>TOTAL MATERIALES</b>				<b>25.95 \$</b>	<b>88.60%</b>

TOTAL COSTOS DIRECTOS (I+II+III)	29.29 \$	100%
COSTOS INDIRECTOS	8.41 \$	28.7%
<b>PRECIO UNITARIO DEL RUBRO</b>	<b>37.69 \$</b>	

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

<b>PROYECTO</b>	Alcantarillado pluvial El Chaupi	<b>CÓDIGO</b>	021
<b>CALCULADO POR</b>	Esteban Gavilánez - Ernesto Pillajo	<b>UNIDAD</b>	u
<b>RUBRO</b>	Instalación silla yee 400 x 160 mm	<b>RENDIMIENTO</b>	2 [u/h]
<b>ESPECIFICACIONES</b>		<b>FECHA</b>	09/07/2010

### I. EQUIPO

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA HORARIA	COSTO HORA	COSTO UNIDAD	%
Herramienta menor	1.00	0.02	0.02	0.01	0.03%
<b>TOTAL EQUIPO</b>				<b>0.01 \$</b>	<b>0.03%</b>

### II. MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA HORARIA	COSTO HORA	COSTO UNIDAD	%
Maestro mayor	0.50	4.25	2.13	1.06	3.34%
Residente	0.50	4.60	2.30	1.15	3.61%
Peón	1.00	2.35	2.35	1.18	3.69%
Plomero	1.00	3.22	3.22	1.61	5.05%
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>5.00 \$</b>	<b>15.68%</b>

### III. MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO UNIDAD	%
Silla yee 400 x160 mm	u	1.00	25.00	25.00	78.43%
Polipega	gl	0.05	35.50	1.78	5.57%
Alambre galvanizado N18	Kg	0.04	2.31	0.09	0.29%
<b>TOTAL MATERIALES</b>				<b>26.87 \$</b>	<b>84.28%</b>

TOTAL COSTOS DIRECTOS (I+II+III)	31.88 \$	100%
COSTOS INDIRECTOS	9.15 \$	28.7%
<b>PRECIO UNITARIO DEL RUBRO</b>	<b>41.03 \$</b>	

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

<b>PROYECTO</b>	Alcantarillado pluvial El Chaupi	<b>CÓDIGO</b>	022
<b>CALCULADO POR</b>	Esteban Gavilánez - Ernesto Pillajo	<b>UNIDAD</b>	u
<b>RUBRO</b>	Instalación silla yee 450 x 160 mm	<b>RENDIMIENTO</b>	2 [u/h]
<b>ESPECIFICACIONES</b>		<b>FECHA</b>	09/07/2010

### I. EQUIPO

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA HORARIA	COSTO HORA	COSTO UNIDAD	%
Herramienta menor	1.00	0.02	0.02	0.01	0.03%
<b>TOTAL EQUIPO</b>				<b>0.01 \$</b>	<b>0.03%</b>

### II. MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA HORARIA	COSTO HORA	COSTO UNIDAD	%
Maestro mayor	0.50	4.25	2.13	1.06	2.96%
Residente	0.50	4.60	2.30	1.15	3.20%
Peón	1.00	2.35	2.35	1.18	3.27%
Plomero	1.00	3.22	3.22	1.61	4.47%
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>5.00 \$</b>	<b>13.90%</b>

### III. MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO UNIDAD	%
Silla yee 450 x160 mm	u	1.00	29.08	29.08	80.87%
Polipega	gl	0.05	35.50	1.78	4.94%
Alambre galvanizado N18	Kg	0.04	2.31	0.09	0.26%
<b>TOTAL MATERIALES</b>				<b>30.95 \$</b>	<b>86.07%</b>

TOTAL COSTOS DIRECTOS (I+II+III)	35.96 \$	100%
COSTOS INDIRECTOS	10.32 \$	28.7%
<b>PRECIO UNITARIO DEL RUBRO</b>	<b>46.28 \$</b>	

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**PROYECTO** Alcantarillado pluvial El Chaupi  
**CALCULADO POR** Esteban Gavilánez - Ernesto Pillajo  
**RUBRO** Junta impermeable de PVC 15 cm  
**ESPECIFICACIONES**

**CÓDIGO** 023  
**UNIDAD** m  
**RENDIMIENTO** 15 [m/h]  
**FECHA** 09/07/2010

### I. EQUIPO

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA HORARIA	COSTO HORA	COSTO UNIDAD	%
Herramienta menor	2.00	0.02	0.04	0.00	0.18%
TOTAL EQUIPO				<b>0.00 \$</b>	0.18%

### II. MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA HORARIA	COSTO HORA	COSTO UNIDAD	%
Peón	1.00	2.35	2.35	0.16	10.82%
Albañil	1.00	2.87	2.87	0.19	13.20%
TOTAL MANO DE OBRA				<b>0.35 \$</b>	24.01%

### III. MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO UNIDAD	%
Cinta Chova	m	1.00	1.10	1.10	75.80%
TOTAL MATERIALES				<b>1.10 \$</b>	75.80%

TOTAL COSTOS DIRECTOS (I+II+III)	1.45 \$	100%
COSTOS INDIRECTOS	0.42 \$	28.7%
<b>PRECIO UNITARIO DEL RUBRO</b>	<b>1.87 \$</b>	

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

<b>PROYECTO</b>	Alcantarillado pluvial El Chaupi	<b>CÓDIGO</b>	024
<b>CALCULADO POR</b>	Esteban Gavilánez - Ernesto Pillajo	<b>UNIDAD</b>	m
<b>RUBRO</b>	Instalación tubería PVC 300 mm	<b>RENDIMIENTO</b>	14 [m/h]
<b>ESPECIFICACIONES</b>		<b>FECHA</b>	09/07/2010

### I. EQUIPO

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA HORARIA	COSTO HORA	COSTO UNIDAD	%
Herramienta menor	4.00	0.02	0.08	0.01	0.04%
<b>TOTAL EQUIPO</b>				<b>0.01 \$</b>	<b>0.04%</b>

### II. MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA HORARIA	COSTO HORA	COSTO UNIDAD	%
Maestro mayor	0.25	4.25	1.06	0.08	0.47%
Residente	0.50	4.60	2.30	0.16	1.02%
Peón	4.00	2.35	9.42	0.67	4.17%
Plomero	1.00	3.22	3.22	0.23	1.43%
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>1.14 \$</b>	<b>7.09%</b>

### III. MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO UNIDAD	%
Arena	m3	0.01	8.00	0.04	0.25%
Tubo PVC D= 300 mm	m	1.00	14.87	14.87	92.24%
Lubricante	lt	0.25	0.25	0.06	0.39%
<b>TOTAL MATERIALES</b>				<b>14.97 \$</b>	<b>92.88%</b>

TOTAL COSTOS DIRECTOS (I+II+III)	16.12 \$	100%
COSTOS INDIRECTOS	4.63 \$	28.7%
<b>PRECIO UNITARIO DEL RUBRO</b>	<b>20.75 \$</b>	

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

<b>PROYECTO</b>	Alcantarillado pluvial El Chaupi	<b>CÓDIGO</b>	025
<b>CALCULADO POR</b>	Esteban Gavilánez - Ernesto Pillajo	<b>UNIDAD</b>	m
<b>RUBRO</b>	Instalación tubería PVC 350 mm	<b>RENDIMIENTO</b>	14 [m/h]
<b>ESPECIFICACIONES</b>		<b>FECHA</b>	09/07/2010

### I. EQUIPO

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA HORARIA	COSTO HORA	COSTO UNIDAD	%
Herramienta menor	4.00	0.02	0.08	0.01	0.02%
<b>TOTAL EQUIPO</b>				<b>0.01 \$</b>	<b>0.02%</b>

### II. MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA HORARIA	COSTO HORA	COSTO UNIDAD	%
Maestro mayor	0.25	4.25	1.06	0.08	0.26%
Residente	0.50	4.60	2.30	0.16	0.55%
Peón	4.50	2.35	10.60	0.76	2.55%
Plomero	1.00	3.22	3.22	0.23	0.77%
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>1.23 \$</b>	<b>4.14%</b>

### III. MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO UNIDAD	%
Arena	m3	0.01	8.00	0.04	0.13%
Tubo PVC D= 350 mm	m	1.00	28.33	28.33	95.50%
Lubricante	lt	0.25	0.25	0.06	0.21%
<b>TOTAL MATERIALES</b>				<b>28.43 \$</b>	<b>95.84%</b>

TOTAL COSTOS DIRECTOS (I+II+III)	29.67 \$	100%
COSTOS INDIRECTOS	8.51 \$	28.7%
<b>PRECIO UNITARIO DEL RUBRO</b>	<b>38.18 \$</b>	

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

<b>PROYECTO</b>	Alcantarillado pluvial El Chaupi	<b>CÓDIGO</b>	026
<b>CALCULADO POR</b>	Esteban Gavilánez - Ernesto Pillajo	<b>UNIDAD</b>	m
<b>RUBRO</b>	Instalación tubería PVC 400 mm	<b>RENDIMIENTO</b>	10 [m/h]
<b>ESPECIFICACIONES</b>		<b>FECHA</b>	09/07/2010

### I. EQUIPO

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA HORARIA	COSTO HORA	COSTO UNIDAD	%
Herramienta menor	4.00	0.02	0.08	0.01	0.02%
<b>TOTAL EQUIPO</b>				<b>0.01 \$</b>	<b>0.02%</b>

### II. MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA HORARIA	COSTO HORA	COSTO UNIDAD	%
Maestro mayor	0.25	4.25	1.06	0.11	0.33%
Residente	0.50	4.60	2.30	0.23	0.70%
Peón	4.50	2.35	10.60	1.06	3.24%
Plomero	1.00	3.22	3.22	0.32	0.98%
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>1.72 \$</b>	<b>5.25%</b>

### III. MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO UNIDAD	%
Arena	m3	0.01	8.00	0.04	0.12%
Tubo PVC D= 400 mm	m	1.00	30.88	30.88	94.41%
Lubricante	lt	0.25	0.25	0.06	0.19%
<b>TOTAL MATERIALES</b>				<b>30.98 \$</b>	<b>94.72%</b>

TOTAL COSTOS DIRECTOS (I+II+III)	32.71 \$	100%
COSTOS INDIRECTOS	9.39 \$	28.7%
<b>PRECIO UNITARIO DEL RUBRO</b>	<b>42.10 \$</b>	

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

<b>PROYECTO</b>	Alcantarillado pluvial El Chaupi	<b>CÓDIGO</b>	027
<b>CALCULADO POR</b>	Esteban Gavilánez - Ernesto Pillajo	<b>UNIDAD</b>	m
<b>RUBRO</b>	Instalación tubería PVC 450 mm	<b>RENDIMIENTO</b>	10 [m/h]
<b>ESPECIFICACIONES</b>		<b>FECHA</b>	09/07/2010

### I. EQUIPO

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA HORARIA	COSTO HORA	COSTO UNIDAD	%
Herramienta menor	4.00	0.02	0.08	0.01	0.02%
<b>TOTAL EQUIPO</b>				<b>0.01 \$</b>	<b>0.02%</b>

### II. MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA HORARIA	COSTO HORA	COSTO UNIDAD	%
Maestro mayor	0.25	4.25	1.06	0.11	0.30%
Residente	0.50	4.60	2.30	0.23	0.65%
Peón	5.00	2.35	11.77	1.18	3.34%
Plomero	1.00	3.22	3.22	0.32	0.91%
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>1.84 \$</b>	<b>5.20%</b>

### III. MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO UNIDAD	%
Arena	m3	0.01	8.00	0.04	0.11%
Tubo PVC D= 450 mm	m	1.00	33.33	33.33	94.48%
Lubricante	lt	0.25	0.25	0.06	0.18%
<b>TOTAL MATERIALES</b>				<b>33.43 \$</b>	<b>94.77%</b>

TOTAL COSTOS DIRECTOS (I+II+III)	35.28 \$	100%
COSTOS INDIRECTOS	10.12 \$	28.7%
<b>PRECIO UNITARIO DEL RUBRO</b>	<b>45.40 \$</b>	

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**PROYECTO** Alcantarillado pluvial El Chaupi  
**CALCULADO POR** Esteban Gavilánez - Ernesto Pillajo  
**RUBRO** Instalación tubería PVC 500 mm  
**ESPECIFICACIONES**

**CÓDIGO** 028  
**UNIDAD** m  
**RENDIMIENTO** 6 [m/h]  
**FECHA** 09/07/2010

### I. EQUIPO

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA HORARIA	COSTO HORA	COSTO UNIDAD	%
Herramienta menor	4.00	0.02	0.08	0.01	0.03%
<b>TOTAL EQUIPO</b>				<b>0.01 \$</b>	<b>0.03%</b>

### II. MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA HORARIA	COSTO HORA	COSTO UNIDAD	%
Maestro mayor	0.25	4.25	1.06	0.18	0.45%
Residente	0.50	4.60	2.30	0.38	0.96%
Peón	5.00	2.35	11.77	1.96	4.93%
Plomero	1.00	3.22	3.22	0.54	1.35%
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>3.06 \$</b>	<b>7.69%</b>

### III. MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO UNIDAD	%
Arena	m3	0.01	8.00	0.04	0.10%
Tubo PVC D= 500 mm	m	1.00	36.59	36.59	92.02%
Lubricante	lt	0.25	0.25	0.06	0.16%
<b>TOTAL MATERIALES</b>				<b>36.69 \$</b>	<b>92.27%</b>

TOTAL COSTOS DIRECTOS (I+II+III)	39.76 \$	100%
COSTOS INDIRECTOS	11.41 \$	28.7%
<b>PRECIO UNITARIO DEL RUBRO</b>	<b>51.18 \$</b>	

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

<b>PROYECTO</b>	Alcantarillado pluvial El Chaupi	<b>CÓDIGO</b>	029
<b>CALCULADO POR</b>	Esteban Gavilánez - Ernesto Pillajo	<b>UNIDAD</b>	m
<b>RUBRO</b>	Instalación tubería PVC 550 mm	<b>RENDIMIENTO</b>	6 [m/h]
<b>ESPECIFICACIONES</b>		<b>FECHA</b>	09/07/2010

### I. EQUIPO

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA HORARIA	COSTO HORA	COSTO UNIDAD	%
Herramienta menor	4.00	0.02	0.08	0.01	0.03%
<b>TOTAL EQUIPO</b>				<b>0.01 \$</b>	<b>0.03%</b>

### II. MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA HORARIA	COSTO HORA	COSTO UNIDAD	%
Maestro mayor	0.25	4.25	1.06	0.18	0.40%
Residente	0.50	4.60	2.30	0.38	0.85%
Peón	5.00	2.35	11.77	1.96	4.38%
Plomero	1.00	3.22	3.22	0.54	1.20%
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>3.06 \$</b>	<b>6.82%</b>

### III. MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO UNIDAD	%
Arena	m3	0.01	8.00	0.04	0.09%
Tubo PVC D= 550 mm	m	1.00	41.67	41.67	92.92%
Lubricante	lt	0.25	0.25	0.06	0.14%
<b>TOTAL MATERIALES</b>				<b>41.77 \$</b>	<b>93.15%</b>

TOTAL COSTOS DIRECTOS (I+II+III)	44.84 \$	100%
COSTOS INDIRECTOS	12.87 \$	28.7%
<b>PRECIO UNITARIO DEL RUBRO</b>	<b>57.72 \$</b>	

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

<b>PROYECTO</b>	Alcantarillado pluvial El Chaupi	<b>CÓDIGO</b>	030
<b>CALCULADO POR</b>	Esteban Gavilánez - Ernesto Pillajo	<b>UNIDAD</b>	u
<b>RUBRO</b>	Instalación silla yee 550 x 160 mm	<b>RENDIMIENTO</b>	2 [u/h]
<b>ESPECIFICACIONES</b>		<b>FECHA</b>	09/07/2010

### I. EQUIPO

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA HORARIA	COSTO HORA	COSTO UNIDAD	%
Herramienta menor	1.00	0.02	0.02	0.01	0.03%
<b>TOTAL EQUIPO</b>				<b>0.01 \$</b>	<b>0.03%</b>

### II. MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA HORARIA	COSTO HORA	COSTO UNIDAD	%
Maestro mayor	0.50	4.25	2.13	1.06	2.66%
Residente	0.50	4.60	2.30	1.15	2.88%
Peón	1.00	2.35	2.35	1.18	2.94%
Plomero	1.00	3.22	3.22	1.61	4.02%
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>5.00 \$</b>	<b>12.51%</b>

### III. MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO UNIDAD	%
Silla yee 550 x160 mm	u	1.00	33.10	33.10	82.80%
Polipega	gl	0.05	35.50	1.78	4.44%
Alambre galvanizado N18	Kg	0.04	2.31	0.09	0.23%
<b>TOTAL MATERIALES</b>				<b>34.97 \$</b>	<b>87.47%</b>

TOTAL COSTOS DIRECTOS (I+II+III)	39.98 \$	100%
COSTOS INDIRECTOS	11.47 \$	28.7%
<b>PRECIO UNITARIO DEL RUBRO</b>	<b>51.45 \$</b>	

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

<b>PROYECTO</b>	Alcantarillado pluvial El Chaupi	<b>CÓDIGO</b>	031
<b>CALCULADO POR</b>	Esteban Gavilánez - Ernesto Pillajo	<b>UNIDAD</b>	u
<b>RUBRO</b>	Instalación sumideros	<b>RENDIMIENTO</b>	0.4 [u/h]
<b>ESPECIFICACIONES</b>		<b>FECHA</b>	09/07/2010

### I. EQUIPO

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA HORARIA	COSTO HORA	COSTO UNIDAD	%
Herramienta menor	5.00	0.02	0.10	0.25	0.14%
Concretera 1 saco	1.00	5.00	5.00	12.50	7.04%
Vibrador	0.50	1.80	0.90	2.25	1.27%
				<b>TOTAL EQUIPO</b>	<b>15.00 \$</b> 8.44%

### II. MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA HORARIA	COSTO HORA	COSTO UNIDAD	%
Maestro mayor	1.00	4.25	4.25	10.63	5.99%
Residente	0.25	4.60	1.15	2.87	1.62%
Peón	5.00	2.35	11.77	29.43	16.57%
Albañil	2.00	2.87	5.75	14.36	8.08%
				<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>	<b>57.31 \$</b> 32.25%

### III. MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO UNIDAD	%
Arena	m3	0.15	8.00	1.20	0.68%
Agua	m3	0.06	0.42	0.03	0.01%
Ripio	m3	0.18	7.20	1.30	0.73%
Cemento tipo I	saco	1.50	6.16	9.24	5.20%
Tabla de monte 0.30 m	m	6.00	0.50	3.00	1.69%
Tira de madera 4x4 cm	m	2.00	0.63	1.25	0.70%
Aceite quemado	gl	0.05	0.30	0.02	0.01%
Clavo acero estriado 2"	Kg	0.05	1.42	0.07	0.04%
Rejilla rectangular HF	u	1.00	67.80	67.80	38.16%
Cerco rectangular HF	u	1.00	21.47	21.47	12.08%
				<b>TOTAL MATERIALES</b>	<b>105.37 \$</b> 59.30%

TOTAL COSTOS DIRECTOS (I+II+III)	177.67 \$	100%
COSTOS INDIRECTOS	50.99 \$	28.7%
<b>PRECIO UNITARIO DEL RUBRO</b>	<b>228.67 \$</b>	

## 6.4 Presupuesto de obra

A continuación se detalla el presupuesto calculado para cada sistema de alcantarillado propuesto.

### 6.4.1 Presupuesto del sistema de alcantarillado sanitario

**Tabla 6-9** Presupuesto – Sistema de alcantarillado sanitario

**PROYECTO** Alcantarillado sanitario El Chaupi

**PROPIETARIO** Municipio del cantón Mejía

COD.	RUBRO	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNIT. [\\$]	SUBTOTAL [\\$]
001	Limpieza y desbroce	m2	200.0	0.47	93.88
002	Replanteo y nivelación de zanjas	m	3656.0	0.15	560.01
003	Instalación tubería PVC 200 mm	m	3670.0	8.78	32240.26
004	Instalación silla yee 200 x 110 mm	u	276.0	20.59	5683.82
005	Instalación pozo de revisión Dint = 1.20 m H.S f'c = 210 kg/cm2	u	52.0	393.23	20448.09
006	Excavación de zanja a máquina h = 0.00 - 3.00 m	m3	4090.3	2.67	10902.44
007	Excavación de zanja a máquina h = 3.01 - 6.00 m	m3	290.5	3.21	933.50
008	Encamado tuberías con material fino	m3	257.0	19.41	4988.32
009	Relleno compactado	m3	3895.2	3.18	12372.59
010	Entibado	m2	958.0	6.15	5891.19
011	Rasanteo de zanja a mano	m2	1828.0	1.58	2879.67
012	Cajas de revisión 0.60 x 0.60 m con tapa H.A.	u	276.0	71.29	19674.70
013	Replanteo y nivelación de estructuras	m2	150.0	3.19	479.05
014	Replanteo f'c = 180 kg/cm2	m3	1.4	70.27	98.38
015	Acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2	Kg	2622.8	1.82	4786.47
016	Hormigón simple f'c = 210 kg/cm2	m3	85.5	77.97	6666.72
017	Instalación tubería PVC 110 mm	m	828.0	3.78	3128.37
018	Instalación válvula de descarga 4"	u	2.0	557.15	1114.30
019	Instalación válvula de descarga 3"	u	1.0	186.06	186.06
020	Instalación tubería PVC 110 mm en planta de tratamiento	m	2.0	3.92	7.85
021	Instalación tubería PVC 75 mm en planta de tratamiento	m	5.0	5.93	29.66
022	Instalación tubería PVC 50 mm en planta de tratamiento	m	8.0	5.41	43.24
023	Junta impermeable de PVC 15 cm	m	20.0	1.87	37.35

<b>SUBTOTAL</b>	133,245.92 \$
<b>IVA 12%</b>	15,989.51 \$
<b>TOTAL</b>	<b>149,235.43 \$</b>

## 6.4.2 Presupuesto del sistema de alcantarillado pluvial

**Tabla 6-10** Presupuesto – Sistema de alcantarillado pluvial

**PROYECTO** Alcantarillado pluvial El Chaupi  
**PROPIETARIO** Municipio del cantón Mejía

COD.	RUBRO	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNIT. [\\$]	SUBTOTAL [\\$]
001	Limpieza y desbroce	m2	200.0	0.47	93.88
002	Replanteo y nivelación de zanjas	m	3656.0	0.15	560.01
003	Instalación tubería PVC 250 mm	m	1593.0	17.99	28656.48
004	Instalación silla yee 500 x 160 mm	u	20.0	48.45	969.03
005	Instalación pozo de revisión Dint = 1.20 m H.S f'c = 210 kg/cm2	u	52.0	393.23	20448.09
006	Excavación de zanja a máquina h = 0.00 - 3.00 m	m3	5724.4	2.67	15258.18
007	Excavación de zanja a máquina h = 3.01 - 6.00 m	m3	356.6	3.21	1146.03
008	Encamado tuberías con material fino	m3	365.6	19.41	7096.23
009	Relleno compactado	m3	5217.0	3.18	16570.97
010	Entibado	m2	958.0	6.15	5891.19
011	Rasanteo de zanja a mano	m2	2193.6	1.58	3455.60
012	Cajas de revisión 0.60 x 0.60 m con tapa H.A.	u	276.0	71.29	19674.70
013	Replanteo y nivelación de estructuras	m2	150.0	3.19	479.05
014	Replantillo f'c = 180 kg/cm2	m3	1.4	70.27	98.38
015	Acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2	Kg	2622.8	1.82	4786.47
016	Hormigón simple f'c = 210 kg/cm2	m3	85.5	83.12	7106.87
017	Instalación tubería PVC 160 mm	m	828.0	4.09	3384.97
018	Instalación silla yee 250 x 160 mm	u	152.0	28.75	4370.66
019	Instalación silla yee 300 x 160 mm	u	48.0	35.30	1694.34
020	Instalación silla yee 350 x 160 mm	u	12.0	37.69	452.31
021	Instalación silla yee 400 x 160 mm	u	32.0	41.03	1312.82
022	Instalación silla yee 450 x 160 mm	u	4.0	46.28	185.11
023	Junta impermeable de PVC 15 cm	m	20.0	1.87	37.35
024	Instalación tubería PVC 300 mm	m	988.0	20.75	20498.80
025	Instalación tubería PVC 350 mm	m	211.0	38.18	8055.77
026	Instalación tubería PVC 400 mm	m	470.0	42.10	19784.85
027	Instalación tubería PVC 450 mm	m	42.0	45.40	1906.80
028	Instalación tubería PVC 500 mm	m	207.0	51.18	10593.72
029	Instalación tubería PVC 550 mm	m	149.0	57.72	8599.58
030	Instalación silla yee 550 x 160 mm	u	8.0	51.45	411.60
031	Instalación sumideros	u	130.0	228.67	29726.56

<b>SUBTOTAL</b>	243,306.43 \$
<b>IVA 12%</b>	29,196.77 \$
<b>TOTAL</b>	<b>272,503.20 \$</b>

## 6.5 Cronograma de ejecución

El cronograma de ejecución de obra se realizó a través del sistema de Barras Gantt empleando el programa Project de Microsoft Office.

Para su desarrollo se tomaron en cuenta los rendimientos correspondientes a cada rubro involucrado en el proyecto con su respectiva cantidad de obra.

En este se detallan los tiempos requeridos para la ejecución de cada rubro y el tiempo total necesario para la realización de la obra.

### 6.5.1 Cronograma de ejecución de la construcción del sistema de alcantarillado sanitario

#### SIMBOLOGÍA










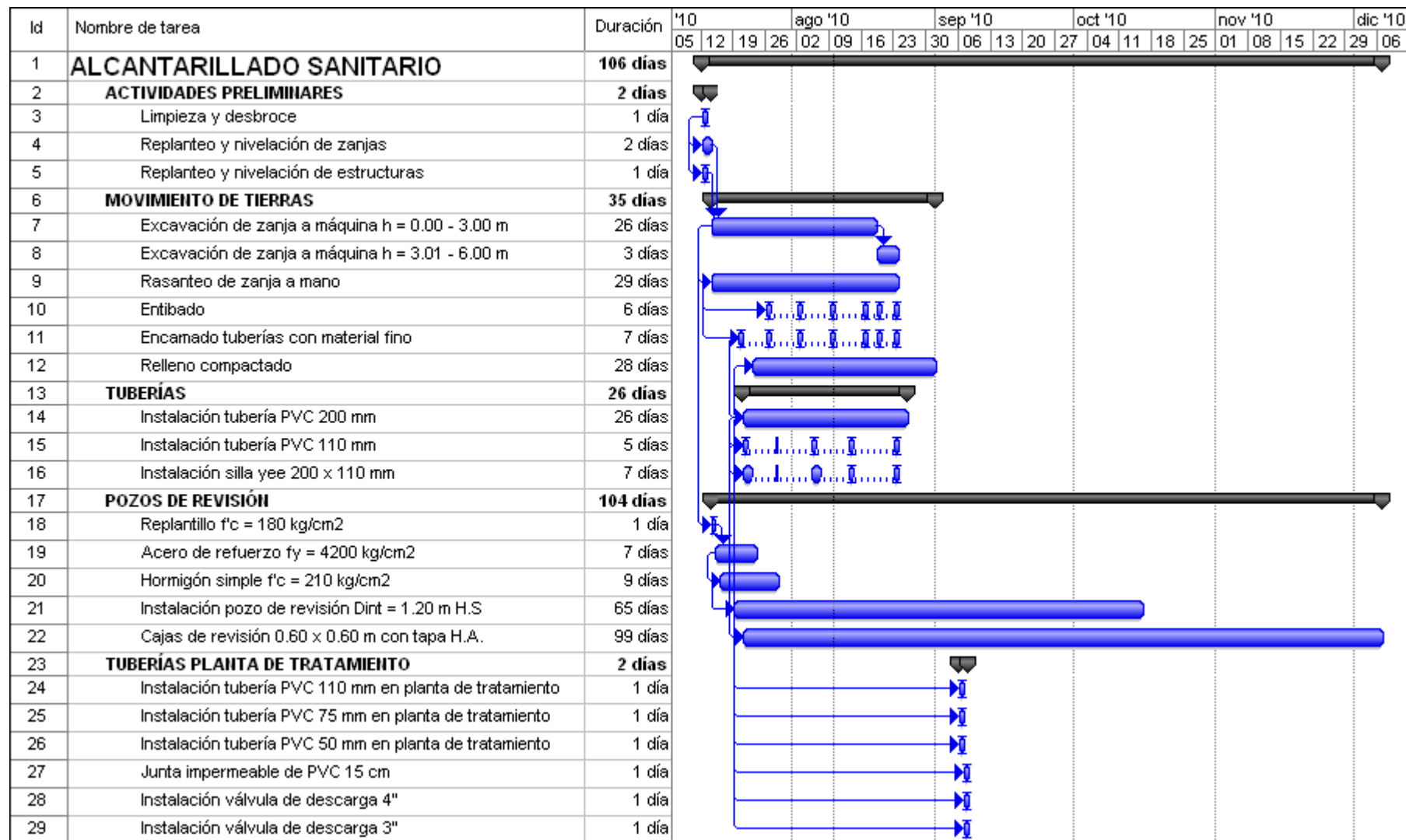
Tarea	División	Progreso
		
Hito	Resumen	Resumen del proyecto
		
Tareas externas	Hito externo	Fecha límite
		

Ilustración 1 Cronograma – Sistema de alcantarillado sanitario



## 6.5.2 Cronograma de ejecución de la construcción del sistema de alcantarillado pluvial

### SIMBOLOGÍA










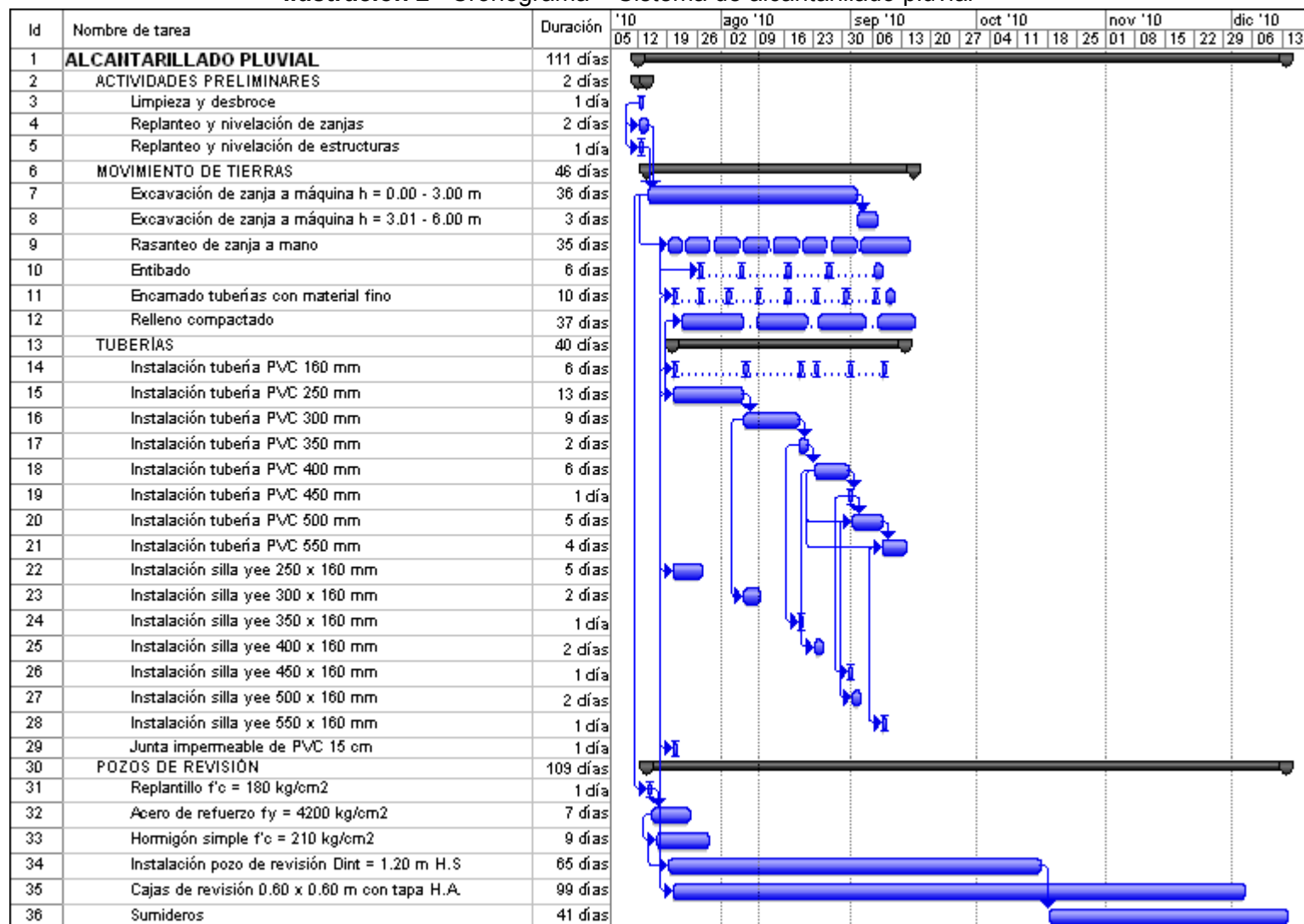
Tarea	División	Progreso
		
Hito	Resumen	Resumen del proyecto
		
Tareas externas	Hito externo	Fecha límite
		

Ilustración 2 Cronograma – Sistema de alcantarillado pluvial



## **CAPÍTULO 7**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **7.1 Conclusiones**

Al reconocer las debilidades y carencias tienen esta parroquia, de acuerdo al enfoque sanitario, y conjuntamente con el municipio del Cantón Mejía, se pudo realizar de la mejor forma todo el estudio, diseño y análisis del proyecto con las normas establecidas para este tipo de proyectos.

Por normas generales, se construirá el alcantarillado de tipo separado debido a los beneficios que este trae. Por cuestiones económicas se priorizará la construcción de alcantarillado sanitario ya que actualmente el municipio de esta parroquia quiere acabar con inconvenientes como deterioro de salud por falta de un sistema de recolección de aguas negras.

Al tener un sistema pluvial separado, el alcantarillado sanitario puede tratar caudales pequeños, por ende el uso de tubería de 200 milímetros, lo que abarató el costo y siendo aguas servidas mayormente domiciliarias, se optó el tratamiento por tanques sépticos en cada sitio de descarga, más adecuado tanto por la construcción, operación, costo y mantenimiento.

La construcción de este proyecto de alcantarillado separado en la parroquia El Chaupi, traerá varios beneficios como: mejorar la calidad de vida en los habitantes, elevar la plusvalía de la zona, dar empleo durante la construcción del proyecto, en el futuro, dar empleo a personas para el mantenimiento del sistema de

alcantarillado y cuidar el ecosistema, por lo que se plantean medidas de mitigación para esto.

Los materiales que se usaron para el diseño, son los más convenientes en costos ya que se averiguó en varios centros ferreteros de la provincia y de la capital, con lo que se procedió a comparar precios: así escoger lo más barato pero de excelente calidad para este proyecto.

## **7.2 Recomendaciones**

Durante la construcción del proyecto se deberá tener una persona especializada (residente) de planta para el adecuado control, planificación y dirigencia de todo el proyecto, ya que se deben tener en cuenta y seguir normas globales detalladas para este proyecto.

El municipio y la junta parroquial encargada de este sector deberán realizar charlas informativas para preparar a la ciudadanía antes, durante y después de la ejecución del proyecto, ya que por el sitio y la preparación académica de la gente se necesita de mucha información y preparación a la comunidad para que el proyecto se desarrolle de la mejor manera.

Con el ingeniero residente se supervisará detenidamente el acoplamiento de tuberías con uniones elastoméricas, para evitar infiltraciones, ya que una mala unión causaría la filtración de aguas negras y con esto traería problemas al sistema de alcantarillado sanitario.

Se debe tener muy en cuenta que ciertas partes del sistema de alcantarillado necesitan de mantenimiento, considerando la limpieza de tramos de la red en época

de verano, por posibles atascamientos de los mismos; de esta forma se podrá tener una vida útil del sistema más amplia.

Para mantenimiento de pozos sépticos y filtros de arena, se realizará inicialmente, inspecciones constantes para determinar un periodo óptimo para la revisión y mantenimiento periódico.

El mantenimiento de los tanques sépticos deberá realizarse con procesos de bombeo, no debe lavarse con desinfectantes, ya que esto provocaría la eliminación de bacterias anaerobias, principio fundamental para el funcionamiento del tanque séptico. Debe dejarse una capa de lodo en los mismos.

Para el mantenimiento y limpieza, el personal no debe acercarse con fósforos o productos que provoquen chispa, dado que el proceso de digestión y tratamiento de desechos produce gases tóxicos inflamables que podrían provocar explosiones. Deberá el personal esperar un tiempo de 2 horas para ventilar y reducir la acumulación de estos gases.

Las autoridades de la parroquia deberán realizar campañas de buen uso del sistema de alcantarillado para así garantizar la vida útil del proyecto.

## BIBLIOGRAFÍA

- Araque, Miguel. Apuntes de la materia Obras civiles. PUCE, Quito, 2009.
- Burbano, Guillermo. Apuntes de la materia Sanitaria III. PUCE, Quito, 2009.
- Castro, Fernando. Apuntes de la materia Impacto Ambiental. PUCE, Quito, 2009.
- Gobierno de la provincia de Pichincha. Plan de desarrollo participativo 2002-2012 de la parroquia El Chaupi. Editorial Pedro Jorge Vera – CCE, Quito, 2004.
- Hardenbergh, W. A. y Edward B. Rodie. Ingeniería Sanitaria. Editorial Continental, 3<sup>ra</sup> edición, México, 1974.
- Páez, Estuardo. Apuntes de la materia Ingeniería de costos. PUCE, Quito, 2009.
- Mora, Edgar. Tesis de grado: Diseño del alcantarillado sanitario y tratamiento de aguas servidas de la parroquia San José de Dahuano, cantón Loreto, provincia de Orellana. PUCE, Quito, 2010.
- Flores, Augusto. Tesis de grado: Diseño del alcantarillado pluvial de la parroquia San José de Dahuano, cantón Loreto, provincia de Orellana. PUCE, Quito, 2010.
- Romero, Hernán. Apuntes de la materia Sanitaria III. PUCE, Quito, 2009.
- Burbano, Guillermo. Criterios básicos de diseño para sistemas de agua potable y alcantarillado. PUCE, Quito, 1993.

- Steel W., Ernest y Blanxart J., Bagaria. Abastecimiento de agua y alcantarillado. 3<sup>ra</sup> edición.
- Asociación de Ingenieros sanitarios de Antioquia, AINSA. Sistemas individuales para tratamiento de agua a nivel rural: captación, filtración, desinfección. Medellín, 1991.
- Calles L, Juan Andrés, “Bioindicadores terrestres y acuáticos para las microcuencas de los ríos Illangama y Alumbre, provincia Bolívar”. Internet. [http://pdf.usaid.gov/pdf\\_docs/PNADL251.pdf](http://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PNADL251.pdf). Acceso: 16/07/2010.
- Centro de formación de la Cooperación Española en Montevideo, “Reglamento de aprobación y operación de sistemas de tratamiento de aguas residuales”. Internet. <http://www.aecidcf.org.uy/padmin/modules/documents/docs/Decreto%2031545-S-MINAE%20Aprobacion%20y%20Operacion%20de%20STAR%20COSTA%20RICA.pdf>. Acceso: 04/04/2010.
- Comisión Estatal de Aguas del estado de Querétaro, “Definición de términos y bibliografía”. Internet. <http://www.ceaqueretaro.gob.mx/users/ceagro/publicaciones/Manual2009/DefinicionTerminos.pdf>. Acceso: 06/05/2010.
- Diccionario Enciclopédico Dominicano de Medio Ambiente, “Diccionario”. Internet. <http://www.dominicanaonline.org/DiccionarioMedioAmbiente/es/definicionVer.asp?id=468>. Acceso: 27/05/2010.
- Efemérides del Ecuador, “Cantón Mejía: realidad y organización”. Internet. <http://dipromepg.efemerides.ec/4eess/u6/6.2.htm>. Acceso: 20/04/2010.

- El Comercio, “El Chaupi, un rincón olvidado en Mejía”. Internet.  
<http://www.elcomercio.com/Generales/Solo-Texto.aspx?gn3articleID=27054>.  
Acceso: 26/05/2010.
- FMC Foret, “Control de olor y corrosión”. Internet.  
<http://www.fmcforet.com/tecnologiasoxidacion/Aguas/ControldeOlorYCorrosi%C3%B3n/tabid/3742/language/es-ES/Default.aspx>. Acceso: 24/05/2010.
- Gobierno de la provincia de Pichincha, “Pichincha verde”. Internet.  
[http://www.pichincha.gov.ec/index.php?option=com\\_content&view=article&id=145:pichincha-verde&catid=126:programas-y-proyectos&Itemid=6](http://www.pichincha.gov.ec/index.php?option=com_content&view=article&id=145:pichincha-verde&catid=126:programas-y-proyectos&Itemid=6). Acceso: 18/06/2010.
- WorldLingo, “Tanque séptico”. Internet.  
[http://www.worldlingo.com/ma/enwiki/es/Septic\\_tank](http://www.worldlingo.com/ma/enwiki/es/Septic_tank). Acceso: 20/07/2010.
- Gobierno Parroquial, “Chaupi, tierra de los auténticos chagras”. Internet.  
[http://joyasdequito.com/index.php?option=com\\_content&task=view&id=74&Itemid=52](http://joyasdequito.com/index.php?option=com_content&task=view&id=74&Itemid=52). Acceso: 12/04/2010.
- GreenFacts, “Glosario general”. Internet.  
<http://www.greenfacts.org/es/glosario/abc/index.htm>. Acceso: 16/04/2010.
- Ilustre Municipio del cantón Mejía, “Parroquia El Chaupi, 2007 - 2009”. Internet.  
<http://www.municipiodemejia.gov.ec/images/stories/chaupi.png>. Acceso: 24/03/2010.
- Instituto Nacional de Estadística y Censo, INEC, “Censo de población y vivienda 2001: Cantón Mejía”. Internet.  
[http://www.inec.gov.ec/web/guest/descargas/basedatos/cen\\_nac/cen\\_pob\\_nac\\_2001?doAsUserId=p%252Bx9vuBVM9g%253D](http://www.inec.gov.ec/web/guest/descargas/basedatos/cen_nac/cen_pob_nac_2001?doAsUserId=p%252Bx9vuBVM9g%253D). Acceso: 30/04/2010.

- La Tierra, “América del Sur: Chaupi”. Internet.  
<http://www.tutiempo.net/Tierra/Ecuador/Chaupi-EC002385.html>. Acceso: 17/04/2010.
- Lozano, Virgilio. Consultora ambiental Isso Natura. “Estudio de Impacto Ambiental del proyecto “Ejecución de subsistemas a la Panamericana Sur de las poblaciones de Machachi, Aloasí y Tambillo del cantón Mejía””. Internet.  
<http://www.ambiente.gov.ec/userfiles/552/file/DICIEMBRE%202009/Alcantarillado%20de%20Machachi.pdf>. Acceso: 26/03/2010.
- Machachi Webs, “Cantón Mejía, parroquia de Machachi”. Internet.  
<http://machachi.webs.com/lugaresturisticos.htm>. Acceso: 1/04/2010.
- Municipalidad de Belén, “Reglamento para la operación y administración del alcantarillado sanitario y plantas de tratamiento de aguas residuales del cantón Belén”. Internet.  
<http://www.construccion.co.cr/dirtecnica/ReqlamAlcantarillyPlantasBelen.pdf>. Acceso: 17/04/2010.
- Universidad Jaime I. de Castellón, Grupo de gestión de Recursos Hídricos, “Precipitaciones”. Internet. <http://www.agua.uji.es/pdf/PRESRH03.pdf>. Acceso: 24/06/2010.
- Wikipedia, “Aguas negras”. Internet. [http://es.wikipedia.org/wiki/Aguas\\_negras](http://es.wikipedia.org/wiki/Aguas_negras). Acceso: 24/05/2010.
- Wikipedia, “Tratamiento de aguas residuales”. Internet.  
[http://es.wikipedia.org/wiki/Tratamiento\\_de\\_aguas\\_residuales](http://es.wikipedia.org/wiki/Tratamiento_de_aguas_residuales). Acceso: 24/05/2010.
- Word Reference, “Diccionario de la lengua española”. Internet.  
<http://www.wordreference.com/definicion/calado>. Acceso: 25/05/2010.

## TABLA DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

<b>Figura 1-1</b>	Límites de la parroquia El Chaupi .....	7
<b>Figura 3-1</b>	Curva típica de crecimiento poblacional.....	25
<b>Figura 3-2</b>	Formación de sulfuros.....	37
<b>Figura 3-3</b>	Separación de la tubería de agua potable .....	39
<b>Figura 3-4</b>	Profundidad de la tubería.....	40
<b>Figura 3-5</b>	Casos en los que se requiere pozos de revisión.....	42
<b>Figura 3-6</b>	Forma típica del pozo de revisión .....	43
<b>Figura 3-7</b>	Zona de transición.....	44
<b>Figura 3-8</b>	Pozos de salto.....	45
<b>Figura 3-9</b>	Pozos de salto tipo escalones y bandejas .....	46
<b>Figura 3-10</b>	Distribución de sumideros sobre la calzada.....	89

### FOTOGRAFÍAS

<b>Fotografía 1-1</b>	Zona del proyecto.....	4
<b>Fotografía 1-2</b>	Vías de acceso a la parroquia El Chaupi.....	6

## TABLAS

<b>Tabla 1-1</b>	Datos importantes de la parroquia El Chaupi .....	4
<b>Tabla 2-1</b>	Datos meteorológicos del cantón Mejía.....	15
<b>Tabla 2-2</b>	Información de la estación Izobamba (INAMHI) .....	16
<b>Tabla 2-3</b>	Valores de temperatura - Estación Izobamba, año 2006.....	16
<b>Tabla 2-4</b>	Valores pluviométricos mensuales .....	17
<b>Tabla 2-5</b>	Valores de precipitación.....	18
<b>Tabla 3-1</b>	Dotación media futura.....	30
<b>Tabla 3-2</b>	Velocidades máximas admisibles en tuberías .....	41
<b>Tabla 3-3</b>	Diámetros para pozos de revisión .....	43
<b>Tabla 3-4</b>	Cuadro de datos - Descarga 1 .....	51
<b>Tabla 3-5</b>	Cuadro de datos - Descarga 2.....	54
<b>Tabla 3-6</b>	Cuadro de datos - Descarga 3.....	56
<b>Tabla 3-7</b>	Reporte de resultados – Pozos de revisión del sistema .....	57
<b>Tabla 3-8</b>	Tabla de resultados – Tuberías del sistema .....	58
<b>Tabla 3-9</b>	Reporte de resultados – Descargas del sistema .....	59
<b>Tabla 3-10</b>	Clasificación de la arena de filtros por el tamaño del grano .....	68
<b>Tabla 3-11</b>	Gradación de grava comúnmente empleada.....	69
<b>Tabla 3-12</b>	Caudal de diseño para plantas de tratamiento .....	71
<b>Tabla 3-13</b>	Valores aceptados de C según el tipo de superficie.....	83
<b>Tabla 3-14</b>	Valores aceptados de C según el tipo de zona .....	83

<b>Tabla 3-15</b>	Cuadro de diseño – Descarga 1 .....	91
<b>Tabla 3-16</b>	Cuadro de diseño – Descarga 2 .....	95
<b>Tabla 3-17</b>	Cuadro de diseño – Descarga 3 .....	99
<b>Tabla 4-1</b>	Lista de especies de flora .....	105
<b>Tabla 4-2</b>	Lista de especies de aves .....	105
<b>Tabla 4-3</b>	Lista de especies de mamíferos y reptiles.....	106
<b>Tabla 4-4</b>	Lista de especies de insectos .....	106
<b>Tabla 4-5</b>	Caracterización del medio físico.....	109
<b>Tabla 4-6</b>	Caracterización del medio biótico.....	110
<b>Tabla 4-7</b>	Caracterización del medio socioeconómico.....	110
<b>Tabla 4-8</b>	Criterios de calificación de los impactos .....	114
<b>Tabla 4-9</b>	Cuadro de valoración.....	116
<b>Tabla 4-10</b>	Matriz Causa - Efecto para Evaluación de impacto ambiental - Parroquia El Chaupi .....	117
<b>Tabla 5-1</b>	Tipos de hormigón .....	167
<b>Tabla 6-1</b>	Cuadro de costos indirectos y utilidad .....	188
<b>Tabla 6-2</b>	Cuadro de costos de mano de obra .....	189
<b>Tabla 6-3</b>	Lista de materiales.....	190
<b>Tabla 6-4</b>	Lista de equipo .....	191
<b>Tabla 6-5</b>	Cuadro de rubros y rendimientos – Sistema de alcantarillado sanitario	193
<b>Tabla 6-6</b>	Análisis de precios unitarios – Sistema de alcantarillado sanitario.....	194

<b>Tabla 6-7</b>	Cuadro de rubros y rendimientos – Sistema de alcantarillado pluvial .	217
<b>Tabla 6-8</b>	Análisis de precios unitarios – Sistema de alcantarillado pluvial .....	219
<b>Tabla 6-9</b>	Presupuesto – Sistema de alcantarillado sanitario .....	250
<b>Tabla 6-10</b>	Presupuesto – Sistema de alcantarillado pluvial .....	251

## ILUSTRACIONES

<b>Ilustración 1</b>	Cronograma – Sistema de alcantarillado sanitario.....	253
<b>Ilustración 2</b>	Cronograma – Sistema de alcantarillado pluvial .....	255