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 POALÓ, DEL CANTÓN LATACUNGA

AUTOR

FELIPE JAVIER HERDOÍZA DÁVILA

DIRECTOR: ING. HERNÁN ROMERO

QUITO, 2010

DEDICATORIA

A mis papás, por su gran cariño y apoyo incondicional que siempre me han brindado para salir adelante.

A mi hermana, que es mi ejemplo a seguir con su gran fortaleza me motiva a seguir sus pasos y luchar siempre por conseguir mis objetivos.

A mi novia, por su gran apoyo y motivación que me impulso a dar todo de mí en la realización de este trabajo.

A mis profesores, que han sido unos excelentes mentores y guías brindando una gran formación académica y preparándome para la vida profesional.

A mis amigos, con los que he vivido gratas experiencias durante esta etapa de mi vida y siempre han estado a mi lado para darme su apoyo.

ÍNDICE

GLOSARIO ..... **VII**

RESUMEN ..... **IX**

CAPÍTULO 1 ..... **1**

GENERALIDADES **1**

1.1 INTRODUCCIÓN 1

1.2 OBJETIVO Y ALCANCE 2

1.3 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA ZONA 2

1.3.1 Información general *2*

1.3.1.1 Datos de la Parroquia 3

1.3.1.2 Vías de acceso 3

1.3.1.3 Historia 4

1.3.1.4 Festividades 5

1.3.2 Situación geográfica *6*

1.3.2.1 Ubicación 6

1.3.2.2 Límites Políticos 6

1.3.2.3 Coordenadas geográficas 7

1.3.3 Situación socioeconómica *7*

1.3.3.1 Situación Social 7

1.3.3.2 Situación económica 11

CAPÍTULO 2 ..... **15**

INVESTIGACIONES Y TRABAJOS DE CAMPO **15**

2.1 OBJETIVOS Y ALCANCE 15

2.2 HIDROLOGÍA 15

2.3 CLIMATOLOGÍA 18

2.4 ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS 20

2.4.1 Planimetría del área 20

2.4.2 Altimetría del área 20

2.5 GEOLOGÍA DEL SECTOR 21

CAPÍTULO 3 22

DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL 22

3.1 DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO 22

3.1.1 Objetivo y Alcance 22

3.1.2 Disposiciones Generales 22

3.1.3 Disposiciones Específicas 23

3.1.4 Análisis Conceptual de la Alternativa de Diseño 23

3.1.5 Bases de Diseño 23

3.1.5.1 Período de diseño 23

3.1.5.2 Población futura 24

3.1.5.3 Áreas Tributarias 30

3.1.5.4 Caudal de Diseño 31

3.1.6 Hidráulica del Sistema de Alcantarillado 34

3.1.6.1 Recomendaciones para el Diseño de Red Alcantarillado Sanitario 37

3.1.6.2 Cálculos Hidráulicos de la Red de Alcantarillado Sanitario 46

3.1.6.3 Resultados del Cálculo del Sistema de Alcantarillado Sanitario 51

3.1.6.4 Cálculo de Presión Sobre la Tubería 54

3.1.7 Tratamiento de Aguas Residuales 58

3.1.7.1 Sistema de Depuración de Aguas Residuales 58

3.1.7.2 Tratamiento Primario 59

3.1.7.3 Componentes del Sistema 60

3.1.7.4 Diseño del Sistema de Tratamiento 66

3.1.7.5 Limpieza del Tanque Séptico 70

3.2 DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL 71

3.2.1 Objetivo y Alcance 71

3.2.2 Disposiciones Generales 72

3.2.3 Disposiciones Específicas 72

3.2.4 Análisis conceptual de la Alternativa de Diseño 72

3.2.5 Bases de Diseño 73

3.2.5.1 Áreas Tributarias 73

3.2.5.2 Caudales de Diseño 77

3.2.6 Hidráulica del Sistema de Alcantarillado Pluvial. 83

3.2.6.1 Recomendaciones para el Diseño del Sistema de Alcantarillado Pluvial 83

3.2.6.2 Cálculos Hidráulicos de la Red de Alcantarillado Pluvial 86

3.2.6.3 Cálculo de Presión sobre la Tubería 93

CÁPITULO 4 97

EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES 97

4.1 CARACTERISTICAS FÍSICAS AMBIENTALES 97

4.1.1 Aspecto Físico 97

4.1.1.1 Relieve 97

4.1.1.2 Tipos de Suelo 97

4.1.2 Aspectos Bióticos 98

4.1.2.1 Flora 98

4.1.2.2 Fauna 99

4.1.3 Aspectos Socioeconómicos 100

4.2 NECESIDADES DE EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS 100

4.3 DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN EN LOS SISTEMAS DE ALCANTARILLADO 102

4.3.1 Bases de Diseño 102

4.3.2 Metodología de Evaluación 102

4.3.2.1 Parámetros de los Impactos Ambientales 102
4.3.2.2 Importancia de Impacto Ambiental (IM) 106
4.3.3 Impactos Ambientales Evaluados 110
4.3.3.1 Impactos en el Medio Físico 110
4.3.3.2 Impactos en el Medio Biótico 112
4.3.3.3 Impactos en el Medio Socioeconómico 113
4.4 PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES NEGATIVOS 115
4.4.1 Control Sobre el Medio Físico 115
4.4.1.1 Calidad del Aire 115
4.4.1.2 Calidad del Suelo 117
4.4.1.3 Calidad del Agua 118
4.4.2 Control Sobre el Medio Biótico 119
4.4.2.1 Flora 119
4.4.2.2 Fauna 119
4.4.3 Control Sobre el Medio Socioeconómico 120
4.4.3.1 Seguridad 120
4.4.3.2 Economía 120
4.4.3.3 Turismo y Población 121
CÁPITULO 5 122
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN Y MATERIALES 122
5.1 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA CONSTRUCCIÓN 122
5.1.1 Replanteo y nivelación 122
5.1.2 Limpieza y desbroce 123
5.1.3 Excavaciones 125
5.1.4 Relleno y compactación 131
5.1.5 Acarreo y transporte de materiales 136
5.1.6 Encofrado y desencofrado 139

5.1.7 Trabajos finales 141

5.1.8 Construcción de pozos de revisión 142

5.1.9 Construcción de conexiones domiciliarias 145

5.1.10 Construcción de sumideros de calzada 146

5.1.11 Mantenimiento 149

5.1.12 Medidas para control de polvo 150

5.1.13 Medidas para la prevención y control de contaminación del aire 151

5.1.14 Medidas para la prevención y control de ruidos y vibraciones 151

5.1.15 Medidas en construcción o adecuación de campamento y talleres 152

5.1.16 Medidas ambientales para el tratamiento de escombreras 154

5.1.17 Educación y concienciación ambiental 154

5.2 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE MATERIALES 155

5.2.1 Acero de refuerzo 155

5.2.2 Hormigones 157

5.2.3 Juntas de construcción 160

5.2.4 Morteros 161

5.2.5 Rótulos y señales 163

5.2.6 Peldaños 164

5.2.7 Suministro e instalación de tubería plástica PVC de alcantarillado 165

5.2.8 Suministro e instalación de accesorios de PVC para tubería de alcantarillado 173

5.2.9 Tapas y cercos 174

5.2.10 Empates 175

CAPÍTULO 6 177

PRESUPUESTOS Y PROGRAMACIÓN DE LAS OBRAS 177

6.1 COMPONENTES DE PRECIOS UNITARIOS 177

6.1.1 Costos Directos 177

6.1.2 Costos Indirectos 178

6.2 COSTOS BÁSICOS DE LOS MATERIALES Y MANO DE OBRA 179

6.3 ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS 182

6.3.1 Rubros del Sistema de Alcantarillado Sanitario 182

6.3.2 Rubros del Sistema de Alcantarillado Pluvial 183

6.3.3 Análisis de Precios Unitarios 185

6.4 PRESUPUESTO DE OBRA 227

6.4.1 Presupuesto del Sistema de Alcantarillado Sanitario 227

6.4.2 Presupuesto del Sistema de Alcantarillado Pluvial 228

6.5 CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN 229

6.5.1 Cronograma Ejecución de la construcción del Alcantarillado Sanitario 230

6.5.2 Cronograma Ejecución de la construcción del Alcantarillado Pluvial 231

CAPÍTULO 7 233

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 233

7.1 CONCLUSIONES 233

7.2 RECOMENDACIONES 234

ANEXOS 236

BIBLIOGRAFÍA 245

TABLA DE CONTENIDO 247

GLOSARIO

Aguas residuales Son las aguas derivadas de residuos domésticos o industriales que son recolectadas y transportadas en un sistema de alcantarilladlo.

Alcantarillado Sistema de tuberías y elementos complementarios destinado a la recolección de aguas de lluvia y aguas residuales para ser descargadas en un punto adecuado.

Altimetría Aplica los métodos y técnicas para la representación del relieve del terreno.

Caudal Volumen de agua que fluye en una unidad de tiempo determinado.

Colector Tubería principal que recibe el caudal de laterales y subcolectores.

Cota invert Altura con referencia a un determinado punto de la parte inferior de una tubería.

Descarga Punto de disposición final de las aguas transportadas por un sistema de alcantarillado.

Dotación Es la cantidad promedio de agua asignada a cada habitante, para satisfacer todos los consumos de los servicios, de un día.

Laterales	Tuberías que inician la recolección de aguas lluvias o residuales provenientes de domicilios o industrias.
Orografía	Parte de la geografía física que trata de la descripción de la superficie terrestre.
Período de diseño	Tiempo durante el cual una obra determinada funcionará con eficiencia el servicio para el que fue diseñado.
Planimetría	Parte de la topografía que se ocupa de la representación de la superficie terrestre sobre un plano.
Planta de tratamiento	Estructura en la cual se depura las aguas provenientes de un sistema de alcantarillado.
Subcolector	O colector secundario, es la tubería que recoge las aguas provenientes de las tuberías laterales.

RESUMEN

La presente disertación de grado fue elaborada como un aporte de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador hacia los pobladores de Poaló ubicado en el cantón Latacunga.

Este documento está formado por siete capítulos principales. En el primer capítulo se habla de las generalidades sobre el tema que abarca este trabajo, descripción de la zona, consideraciones de la situación geográfica, situación socioeconómica y también se señala los objetivos de este estudio.

El segundo capítulo se refiere a las investigaciones preliminares y trabajos de campo necesarios tales como estudios geológicos, hidrológicos y climatológicos.

En el tercer capítulo se realiza la propuesta de solución sobre el tema tratado, referente al diseño de un sistema de alcantarillado sanitario y pluvial.

El cuarto capítulo contiene los efectos que tendría el desarrollo de este proyecto sobre el medio ambiente, así como también las formas de mitigación en los casos de afectación.

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

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

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

CAPÍTULO 1

GENERALIDADES

1.1 Introducción

Desde la formación de las civilizaciones, el manejo del agua y los desechos han sido factores determinantes para un crecimiento adecuado y organizado de la población. La falta de servicios y medios de control ha conllevado a la proliferación de grandes epidemias.

La idealización de este proyecto surge de la necesidad de la población de Poaló por mejorar su calidad de vida evitando enfermedades y afectaciones producidas por el estancamiento de las aguas lluvias y el tratamiento primitivo de las aguas residuales de viviendas y comercios.

La realización de obras para brindar los servicios básicos, como son el alcantarillado pluvial y sanitario, generalmente representan costos significativos impidiendo que cada habitante individualmente se encargue de la construcción. Esta tarea le corresponde a los municipios que deben velar por el bienestar y salud de los pobladores mediante el desarrollo de proyectos, aunque estos no tengan un beneficio económico sino social.

La ejecución de este tipo de proyectos se lo debe realizar con el cuidado requerido para evitar impactos al ambiente. Pero la finalidad de este estudio no es solo la de buscar soluciones para la población, sino que también generaría un impacto ambiental positivo para todo el sector.

Este estudio es realizado para ofrecer una alternativa a estos problemas y es necesario su desarrollo puesto que no existe un modelo fijo a seguir en un sistema de alcantarillado ya sea pluvial o sanitario, debido a las variables, condiciones y características propias de cada sector.

1.2 Objetivo y alcance

El objetivo de este capítulo es el de presentar una visión general, su posicionamiento geográfico y su relación con otras poblaciones de importancia, sus habitantes, el numero actual, sus ocupaciones, sus enfermedades, la escolaridad y la descripción del área de estudio.

1.3 Descripción general de la zona

1.3.1 Información general

Poaló es una parroquia ubicada al oeste del cantón Latacunga en la provincia Cotopaxi. Esta parroquia contaba con cinco mil doscientos ochenta y tres habitantes (5283 hab)[1] según el censo del año 2001, pero los última información entregada por el Municipio de Latacunga indican que la población actual es de nueve mil setecientos veinte y cuatro habitantes (9724 hab)[2].

[1] SIISE, Versión 4, Indicadores de la Parroquia Poaló.
[2] Junta Parroquial “San José de Poaló”.

1.3.1.1 Datos de la Parroquia[3]

La parroquia de Poaló contiene una superficie de ochenta y un kilómetros cuadrados (81 km^2)[4] en la que está incluida la cabecera parroquial y todas las comunidades rurales. Su temperatura media es de 9 a 18°C, llegando a temperaturas más bajas algunas madrugadas con temperaturas que alcanzan los siete grados centígrados bajo cero (-7°C).

Los suelos más comunes en este sector son los suelos franco arenosos más o menos profundos con buen contenido de materia orgánica. En la zona de altura media de la parroquia se visualiza zonas de cangahua.

En esta parroquia no se distingue una orografía muy irregular, consta de zonas planas en la parte baja, laderas en la parte media y superficies onduladas en la parte alta con la presencia de zonas húmedas desde donde vierte el agua.

1.3.1.2 Vías de acceso

Para llegar al centro de Poaló se ingresa por la vía Latacunga - Pujilí y en el kilómetro 3 (sector de los hornos), se toma a la derecha sobre la vía asfaltada que dirige hacia la parroquia 11 de Noviembre y luego de unos 900 metros se vuelve a tomar a la derecha y se llega a la sede de la junta parroquial en un local de la casa Indígena ubicada en la cabecera cantonal.

Las vías de acceso hacia el centro de la parroquia y de barrios adjuntos se encuentran en muy mal estado, la mayoría son adoquinados o subbases deterioradas, por esta razón es que muchos de sus pobladores prefieren dar la vuelta por Pujilí para subir en buses o camionetas hasta el frente de las poblaciones de Maca Centro y Maca Atápulo y desde allí caminar por lo

[3] Plan de Desarrollo Parroquial, SENPLADES, 2006.
[4] PRODEPINE, 1999.

menos un kilómetro para llegar a las viviendas de la parte alta y media de la parroquia.

1.3.1.3 Historia[5]

La parroquia Poaló, fue fundada el 19 de marzo de 1829, con el nombre de San José de Poaló, siendo parte de Pujilí en un comienzo. Debido a que sus relaciones comerciales, antes que con Pujilí, las ha realizado con Latacunga, dando como consecuencia necesaria el rompimiento de las condiciones de cohesión entre la capital cantonal y su parroquia. Por esta, razón el 10 de octubre de 1851, esta parroquia fue anexada al cantón Latacunga.

"Desde la vigencia del presente Decreto, la Parroquia de Poaló que en la actualidad pertenece al Cantón Pujilí de la Provincia de Cotopaxi, se considerará parte integrante del Cantón Latacunga de la misma provincia, quedando separada, en consecuencia, del antedicho Cantón Pujilí."[6]

Según el Antropólogo Paúl Rivet, la parcialidad Poaló existió desde muchos años de la conquista Incaica y descienden de mezclas entre tribus relacionadas como los Paeces, Panzaleos, Atacames, Cayapas, Chachis o colorados.

Al igual que los Chantilín y Pillicsillí, tenían costumbres del trueque con los Angamarcas, Sigchos, Colorados, Niguas y Yungas quienes traían oro, figurillas de oro y barro, sal, algodón, ají y pescado seco. Así mismo las tribus del Oriente transitaban por la puerta del Pastaza y penetraban a Latacunga por Patate.

En 1958 se construyo la Casa Consistorial y Sala de Corte y Confección y una vía carrozable desde el centro de la parroquia hasta la carretera asfaltada por la hacienda Tilipulo y el sector Inchapo, construyendo puente en el sitio denominado

[5] Plan de Desarrollo Parroquial, SENPLADES, 2006.
[6] Municipalidad de Latacunga, DECRETO LEGISLATIVO 16, Articulo 1, 1851.

Canisguayco.

Lo que hoy es Poaló, era parte de las grandes haciendas de la Sierra centro, que luego dieron origen a otras más pequeñas y algunas de ellas en la actualidad son tierras para el cultivo de brócoli, producción de leche y también producen flores para la exportación. Estas haciendas son: La Compañía (100 hectáreas, de propiedad de EXPLOCEM – fábrica de explosivos del FF AA que en la actualidad está en debate ya que se la quiere remplazar por una prisión), Tilipulo (60 hectáreas, de propiedad del Señor Joaquín Borja, produce flores, brócoli y ganadería de leche), La Rioja (40 hectáreas, de propiedad del Señor Pedro Ponce, está dedicado a la producción de Brócoli y ganadería de Leche).

Se dice también que Sucre luego del 9 de octubre de 1820, avanzó desde Guayaquil hacia Quito, libraron sangrientas batallas, arribando a Latacunga el 2 de mayo de 1822, reforzándose con los valientes hombres de Poaló y Pujilí, emprendiendo la marcha la madrugada del 22 de mayo por San Felipe y en la hacienda de Tilipulo, recibió víveres, vestimentas y armas ,continuando con muchos esfuerzos hacia las faldas del Volcán Pichincha en el amanecer del 24 de mayo de 1822, fecha gloriosa en la que el Mariscal Sucre dio al país la Independencia, rompiendo para siempre el yugo español.

1.3.1.4 Festividades

A nivel general de la región se celebran diversas fiestas como son la celebración de los Santos Reyes (6 de enero) recordando la adoración de los reyes al niño Dios, Domingo de Ramos y fiesta en honor al Señor de Maca (junio).

Es conveniente resaltar otro reconocida festejo a nivel nacional e internacional llamada Ballet “Jáchiwa”, pues según el representante, que es originario del barrio Pillisillí, se compone de docenas de danzantes y bailarines conformado por niños, jóvenes, mujeres y hombres adultos.

1.3.2 Situación geográfica

1.3.2.1 Ubicación

La parroquia Poaló se encuentra ubicada al oeste del Cantón Latacunga.

En el lado oeste de Poaló, al norte, se encuentran las comunidades de Maca y Pillicsillí, y al sur los barrios: Eloy Alfaro, San Vicente, Las Parcelas, Márquez de Maenza, Luz de América y Bellavista.

En el lado este se divisan los barrios Chantilín Chico, La Compañía, Mariscal Sucre y Santa Rosa.

1.3.2.2 Límites Políticos

Al norte: Con el cantón Saquisilí

Al Sur: Con el cantón Pujilí.

Al Este: Con la vía Saquisilí – Latacunga, frente de la parroquia Chantilín

Al Oeste: Con la parroquia Guangaje del cantón Pujilí y la parroquia Cochapamba

Gráfico 2-1. Límites de Poaló por cantones[7]



1.3.2.3 Coordenadas geográficas[8]

Las coordenadas geográficas dentro de las cuales se encuentra el cantón Poaló son las siguientes:

Latitud: *00º51 07" S* y *00º54 45" S*

Longitud: *00º08 21" O* y *00º17 28" O*

De acuerdo al meridiano de Quito.

1.3.3 Situación socioeconómica

1.3.3.1 Situación Social

La situación social en la que vive esta parroquia, es similar a la que existe alrededor de las zonas rurales de la provincia de Cotopaxi. El Sistema de Indicadores Sociales del Ecuador, según los últimos censos, determino los siguientes datos.

Menos del 50% de la población indígena tiene acceso a todos los servicios básicos como son, agua potable y alcantarillado.

[7] SIISE, versión 6.0, referencia por sector, 2010.
[8] Plan de Desarrollo Parroquial, SENPLADES, 2006.

Solamente el 76% de viviendas indígenas poseen electricidad, razón por la que el 24% tiene que usar métodos tradicionales para alumbrar sus hogares en la noche, mediante mecheros, lámparas a gasolina o velas.

Además, un 62% de las familias aún cocinan sus alimentos usando la combustión de la leña.

El porcentaje general de hacinamiento en la población indígena es del 38%, lo que significaría que en muchos casos en una misma habitación duermen adultos, jóvenes y niños.

Tabla 1-1. Datos generales de las habitaciones y servicios.[9]

VIVIENDA		
Casas, villas o departamentos	%(viviendas)	80
Piso de entablado, parquet, baldosa, vinil, ladrillo o cemento	%(viviendas)	45
Agua entubada por red pública dentro de la vivienda	%(viviendas)	17
Red de alcantarillado	%(viviendas)	12
Servicio eléctrico	%(viviendas)	76
Servicio telefónico	%(viviendas)	6
Servicio de recolección de basura	%(viviendas)	1
Vivienda propia	%(hogares)	91
Hacinamiento	%(hogares)	38
Servicio higiénico exclusivo	%(hogares)	27
Ducha exclusiva	%(hogares)	22
Cuarto de cocina	%(hogares)	76
Uso de gas para cocinar	%(hogares)	31
Uso de leña o carbón para cocinar	%(hogares)	62

En este territorio se distinguen dos grupos étnicos, los mestizos e indígenas, dentro de los cuales se ubica la Organización Indígena y campesina de II grado que es el

[9] SIISE, Versión 6.0, indicadores de la parroquia de Poaló, 2010.

eje alrededor del cual se dan los procesos de gestión y de desarrollo de la parroquia.

Salud

Poaló cuenta con en Subcentro de Salud como parte del programa del Ministerio de Salud, que funciona a tiempo completo, debido a la gran demanda de sus pobladores, que atiende a un promedio de 400 habitantes al mes, debido al reducido personal. Esta casa de salud brinda varios servicios: odontológicos, medicina general y de emergencia.

Pero el grupo médico encargado del Centro de Salud, por iniciativa propia, han extendido su labor de atención con visitas domiciliarias buscando el bien estar de la comunidad.

"La médico general del subcentro, señaló que esto lo han hecho porque luego de un recorrido por los barrios se han dado cuenta que existen muchas deficiencias tanto en nutrición como en higiene, además que en gran parte de los barrios periféricos no cuentan siquiera con alcantarillado."[10]

Además, luego de algunas pruebas pedidas por el grupo médico, se determino que el agua de esta parroquia no tiene los elementos básicos para el consumo.

La medico general del subcentro explicó que existen grandes necesidades "las autoridades de turno se preocupen en dotar alcantarillado y una mejor calidad de

[10] La Gaceta Noticias, Centro de Salud, Internet, www.lagaceta.com.ec, acceso: 18/10/2010.

agua a este sitio, así como ayudar en la readecuación de este subcentro que necesita de pintura y algunos arreglos más".

Según el SIISE versión 4, reporta una tasa de mortalidad neonatal de 13.7 niños por cada 1.000 nacidos vivos y una tasa de mortalidad infantil de 34.25 por cada 1.000 niños nacidos vivos.

Para alivianar la desnutrición y los bajos rendimientos escolares los establecimientos gestionan el desayuno escolar y lo tienen al alcance. Cuando empieza a escasear, los padres de familia llevan algunos víveres de los hogares de cada niño hasta la escuela para cooperar y no quedar sin el desayuno escolar.

Como es común en esta región, la población tiene una gran tendencia a preferir la medicina andina, por ello regularmente acuden con dolencias primero a donde los curanderos de la localidad o van a otros cantones vecinos.

Educación[11]

La educación es uno de los grandes problemas de Poaló. Según cifras del SIISE, se indica que existe alrededor del 24.05% de alfabetismo de la población de 15 años a más, y un 39.03% de analfabetismo funcional general que quiere decir que este porcentaje de la población que sabiendo leer no entiende lo que está leyendo y sabiendo escribir no dan a entender lo que escriben. Además se tiene una escolaridad promedio de 3.78 años.

Los porcentajes de educación promedio en la población son los siguientes:

Primaria: 35.25%

[11] SIISE, Versión 6.0, índices de la parroquia de Poaló, 2010.

Secundaria: 6.15%

Educación superior: 3.28%

Tabla 1-2. Porcentaje educación.[12]

EDUCACIÓN - COBERTURA Y ACCESO		
Tasa de escolarización 5 a 14 años	Porcentaje	82
Tasa de escolarización 6 a 11 años	Porcentaje	90
Tasa de escolarización 12 a 17 años	Porcentaje	58
Tasa de escolarización 18 a 24 años	Porcentaje	24

"En el ámbito de la educación, existe una despreocupación total de las autoridades sin tomar en cuenta que la parroquia es la más antigua y cuenta con un colegio que solamente tiene el ciclo básico y no diversificado."[13]

Por este motivo, los jóvenes se ven obligados a salir de esta parroquia en búsqueda de bachillerato y estudios superiores. Pero en otros casos no ven más opción que dejar los estudios para ser obreros de las plantaciones, de agro empresas y otras ocupaciones.

1.3.3.2 Situación económica[14]

Por las características definidas de la región, su sector económico se enfoca en tres sectores fundamentales: ganadería, agrícola y al floricultor en temporadas definidas.

[12] SIISE, Versión 6.0, índices de la parroquia de Poaló, 2010.
[13] Toribio Choloquinga, Teniente Político de Poaló, 19/12/2008.
[14] Plan de Desarrollo Parroquial, SENPLADES, 2006.

En el último año se ha ido realizando diversos proyectos de sistemas de riego, por parte del Municipio de Latacunga, en la parte baja y media del cantón para poder aprovechar los beneficios de este suelo de mejor manera.

Según datos obtenidos en el SIISE versión 4, la parroquia de Poaló manifiesta una oferta de 3.618 pobladores en edad de trabajar y una PEA (Población económicamente activa) de 2.27 pobladores.

Han sido identificadas tres zonas agroecológicas diferentes, las cuales son aprovechadas de distinta forma debido a las características propias de cada altura. A continuación se describirá las características de cada zona.

Parte baja (2.000 a 3.000 msnm)

Esta zona se caracteriza por cultivar hortalizas como son la col, lechuga, zanahoria, sambo, zapallo, maíz - Fréjol, cebada, chocho, alfalfa y pastizales y cuenta con sistemas de riego provenientes de acequias o de los páramos con lo que se puede planificar la rotación de cultivos anual de mejor manera.

Algunos ejemplos de estos factores seria la irregularidad de las lluvias (como ha sucedido en los últimos años), granizadas o heladas.

La vegetación nativa, en la zona baja es común el capulí, de diferentes sabores que madura para los inicios del año. Otra especie nativa es la cabuya negra (Agave mexicana), que crece bien en la zona baja, donde haya suelos de buena calidad y generalmente se localiza formando cercas vivas. Esta especie es aprovechada por los campesinos e indígenas que tienen bovinos y porcinos.

A esta altura se tienen ciertas especies pecuarias predominantes como son el cuy, las gallinas, los conejos, los porcinos y los bovinos. Los cuales son utilizados para la venta fuera del cantón o para el consumo interno.

Parte media (3.000 a 3.400 msnm)

En los últimos años se ha intentando desarrollar mas este sector para aprovechar su terreno mediante cultivos de cebada, haba, papa, cebolla de rama, que son los cultivos predominantes a este nivel.

Las especies pecuarias predominantes en esta zona son el cuy, las gallinas, los porcinos, los bovinos y en especial el ovino.

Las especies pecuarias son utilizadas para el consumo propio o para su venta en pie (generalmente de machos o hembras de buen peso) para enfrentar alguna emergencia económica.

Su vegetación nativa, son las gramíneas nativas como la paja de páramo, las festucas, kikuyos y otras.

Parte alta (3.400 a 3.800 msnm)

Gran parte de esta zona está cubierta por el páramo comunal de Maca, abarcando más de mil quinientas hectáreas. Esto conlleva a que el área de cultivo sea muy escasa, dentro de lo cual se observa la cebolla de rama, haba y papa.

Los otros cultivos son en menos proporción y es para autoconsumo; si se siembran cantidades mayores dedican una buena para también para comercialización en las ferias de Latacunga o Pujilí.

También se dan en menor proporción otras gramíneas como son los: Eragrostis purpurencis, Elymus virginicum.

En cuanto a la producción pecuaria, en la zona alta existen Ovinos, porcinos, cuyes y bovinos de engorde.

CAPÍTULO 2

INVESTIGACIONES Y TRABAJOS DE CAMPO

2.1 Objetivos y Alcance

Extraer toda la información necesaria para poder proceder al diseño del sistema de alcantarillado sanitario y pluvial de la parroquia Poaló en el cantón Latacunga.

La información que debe ser recopilada para este proyecto serian los datos hidrológicos, climatológicos, topográficos y geológicos

2.2 Hidrología

Como podemos observar en los siguientes diagramas, la parroquia de Poaló se localiza en la cuenca hidrológica Pastaza. Según el INAMHI, esta es la zona hidrológica 28, y se encuentra limitada al norte por la cuenca hidrológica Esmeraldas (06), al sur por la cuenca por la cuenca hidrológica Santiago (30), al este por la cuenca hidrológica del Napo (26) y al oeste por la cuenca hidrológica del Guayas (13).

Gráfico 2-2. Cuenca del Río Pastaza (estaciones).[15]

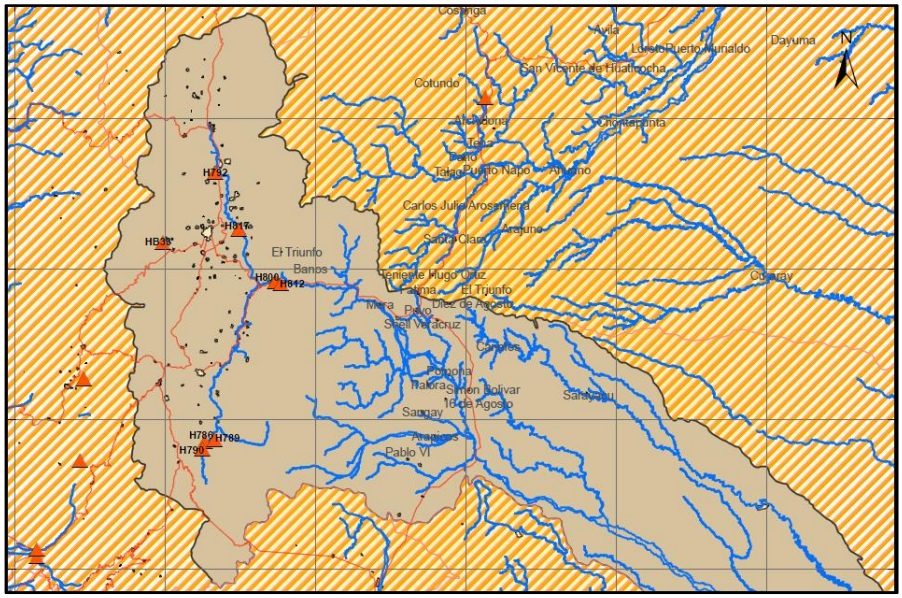
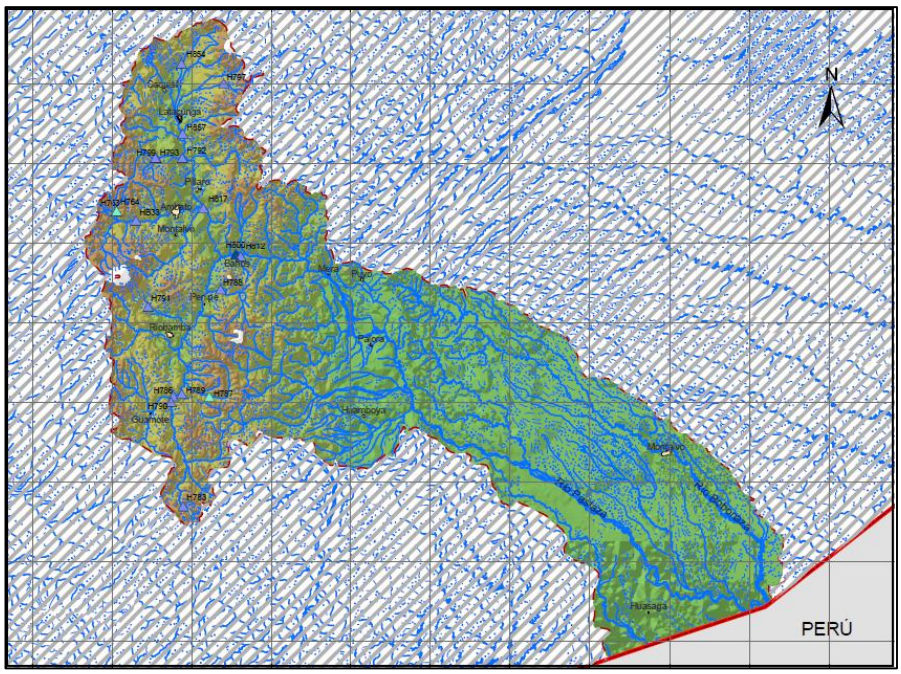


Gráfico 2-3. Cuenca del Río Pastaza (satelital).[16]



[15]INAMHI, Red de estaciones hidrológicas, www.inamhi.gov.ec, Acceso: 22/10/2010.
[16]INAMHI, Zonas Hidrológicas, www.inamhi.gov.ec, Acceso: 22/10/2010.

Existen dos ríos principales que influencian a esta cuenca, por ende a la zona del proyecto. Estos serían el Rio Pastaza y el Rio Bobonaza, que se subdividen extendiéndose a lo largo de la cuenca.

El cantón Poaló se encontraría dentro de subcuenca del río Patate, junto con otras parroquias por ejemplo: Saquisili, Pujilí, Mulaló, Cusubamba, San José de Poaló, Izamba, entre otras.[17]

La estación más cercana es la estación hidrológica "Illuchi A.J. Cutuchi, denominada con el código H857 y se encuentra instalada en las cercanías de Latacunga.

El INAMHI, en Julio del presente año, presentó un boletín con el objeto de proporcionar información acerca de las condiciones de tiempo atmosférico que se presentaron en esta década. Los resultados del Balance Hídrico de diferentes localidades ubicadas en el territorio continental ecuatoriano, analiza la cantidad de agua aportada al suelo por efecto de las lluvia, la que se pierde como consecuencia de la evapotranspiración potencial (ETP) y estima la humedad disponible en el suelo capaz de cubrir los requerimientos hídricos de los diferentes cultivos establecidos en las diversas localidades.

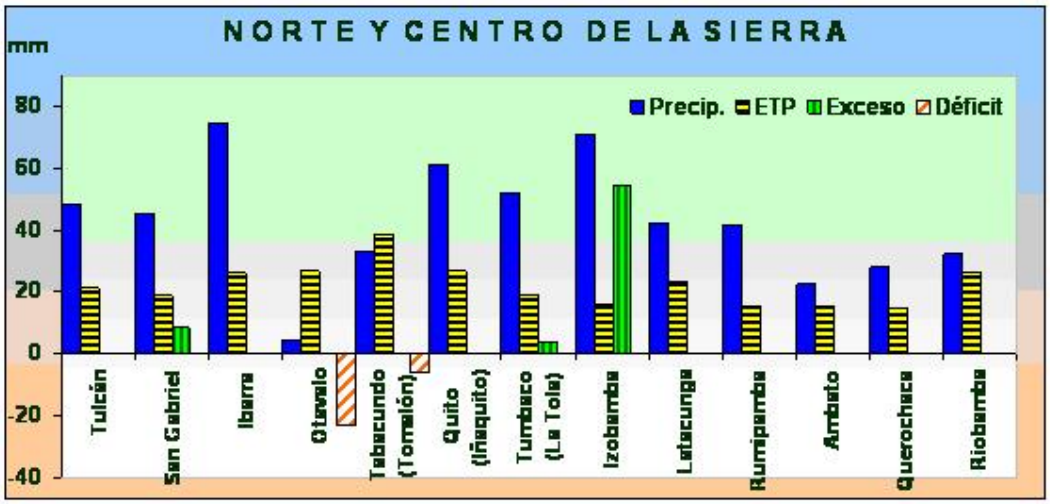
El volumen de precipitación ha sido mayor al de décadas anteriores, presentándose un 95% de localidades con altas anomalías positivas, en especial en Ibarra, Latacunga, Izobamba, Rumipamba, Quito, Riobamba, entre otros.

Los resultados del balance hídrico climático (gráfico 2-3), permiten apreciar que los suelos mantienen aún una cierta humedad, pues los volúmenes de agua producto de las otras décadas y de esta década, han sido un aporte para que ellos

[17] Alianza Jatunshacha - CDC. Proyecto PROMSA. Quito.

conserven sus reserva de humedad, por lo que en un 55% de localidades se ha logrado un equilibrio hídrico.

Gráfico 2-4. Balance hídrico climático, región interandina.[18]



Además podemos observar que no existe excesos ni déficit promedios en el cantón Latacunga. Pero en el análisis mes a mes distingue déficit en algunas temporadas.

2.3 Climatología[19]

Siendo una variable que tiene íntima relación con la altitud su variabilidad es más notoria en esta región, debido a las características de la orografía y topografía andina propias de esta región, con valles, quebradas y hondonadas profundas

[18] INAMHI, boletín meteorológico, condiciones atmosféricas de la década, 22/06/2010.
[19] INAMHI, boletín meteorológico, condiciones atmosféricas de la década, 22/06/2010.

hacen que la temperatura tenga mayor rango de variación. Las bajas temperaturas también se pueden atribuir al factor de altura.

La temperatura promedio en el sector del proyecto es de 9 a 18°C llegando en ocasiones a una temperatura mínima de menos siete grados centígrados (-7°C).

Del gráfico 2-3, podemos determinar que la precipitación promedio en la última década está alrededor de los 40 mm.

Pero se mencionó anteriormente, existieron datos que salieron del promedio como casos extraordinarios. Por ejemplo tenemos los datos adquiridos en la estación de aeropuerto de Latacunga en Enero del año 2009, con una precipitación de 128.2 mm y una variación estable de temperatura (0.5°C)[20]

Las estaciones meteorológicas más cercanas al sector del proyecto son las siguientes:

Tabla 2-1. Estaciones meteorológicas.

COD	NOMBRE	TIPO	LATITUD	LONGITUD	ELVACION
M369	Cusubamba	Climatológica Principal	010359 S	784157 W	2990 msnm
M375	Saquisili	Pluviométrica	005016 S	783952 W	2920 msnm
M004	Rumipamba	Agrometerorológica	010105 S	783532 W	2680 msnm

[20] INAMHI, Boletín Agroclimatológico, Enero del 2009.

2.4 Estudios Topográficos

Los datos topográficos utilizados en este trabajo fueron obtenidos de la Empresa de Agua Potable “Niágara” de Latacunga conjuntamente con autorización del Gobierno Municipal del Cantón Latacunga (Anexo 1).

2.4.1 Planimetría del área

En la planimetría del sector se distingue claramente dos zonas, la parte central de Poaló, con una concentración de viviendas conformadas en bloques o manzanas; y las zonas adherentes, en las cuales la mayor parte son cultivos y grandes haciendas.

La calles principales en la zona central son de segundo orden en su mayoría adoquinadas y las vías que llevan a los demás barrios son adoquinados o de tercer orden.

En el plano adjunto a este trabajo es lo suficientemente completo, contiene la información descrita anteriormente y una clara distinción de estructuras principal y calles del sector.

2.4.2 Altimetría del área

El levantamiento topográfico está indicado mediante curvas de nivel, las curvas de nivel principales están dadas cada cinco metros y las secundarias cada metro.

El tramo del proyecto no distingue grandes variaciones, sus pendientes no son muy pronunciadas con presencia de pequeñas laderas en la zona de altura media de la

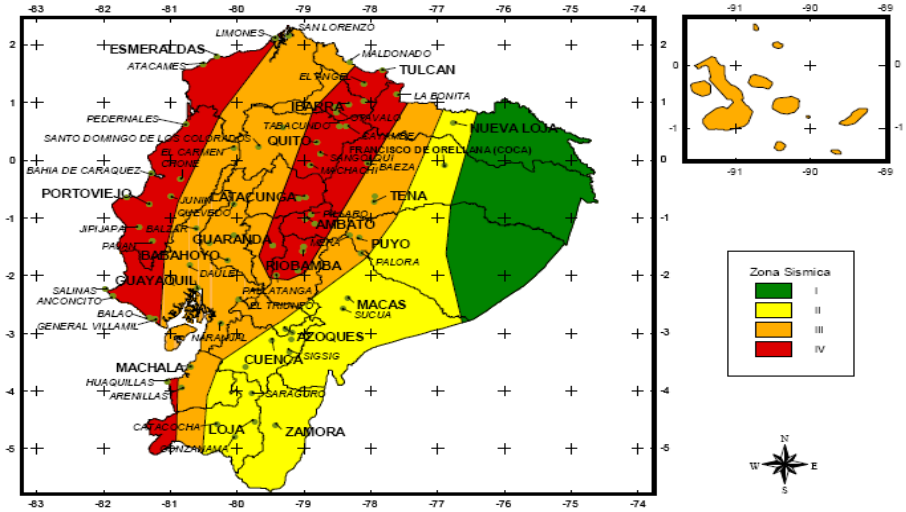
parroquia y se encuentra a una elevación media de 2900 metros sobre el nivel del mar.

2.5 Geología del Sector

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

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

Gráfico 2-5. Zonas sísmicas del Ecuador.[21]



ZONA SISMICA	I	II	III	IV
VALOR DE Z	0.15	0.25	0.3	0.4

[21] CPE-INEN.

CAPÍTULO 3

DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL

3.1 Diseño del Sistema de Alcantarillado Sanitario

3.1.1 Objetivo y Alcance

Diseñar un sistema de alcantarillado sanitario en la parroquia Poaló del cantón Latacunga dentro de la zona delimitada adjunta en los anexos (Anexo 2).

Este sistema de alcantarillado se diseñó en base a las normas ecuatorianas vigentes para asegurar su bien funcionamiento y evitar efectos adversos.

En este capítulo se describe las bases de diseño, hidráulica del sistema y los cuidados y disposición final de las aguas residuales.

3.1.2 Disposiciones Generales

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

3.1.3 Disposiciones Específicas

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

3.1.4 Análisis Conceptual de la Alternativa de Diseño

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

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

Se lo diseñó como un sistema separado del alcantarillado pluvial debido a su topografía no muy irregular y para tener una independencia económica, puesto que si existe alguna dificultad en el financiamiento, se podría realizar primero el alcantarillado sanitario y dejar para un futuro el alcantarillado pluvial.

3.1.5 Bases de Diseño

3.1.5.1 Período de diseño

El período de diseño es el número de años durante los cuales una obra determinada prestará con eficiencia el servicio para el cual fue creado.

En el caso de sistemas de alcantarillado, el período de diseño debe ser adoptado en función del crecimiento de la población, de la capacidad económica del sector, de la vida útil de los elementos que componen el sistema y de otros factores como es la posibilidad de una futura ampliación del alcantarillado.

Este último se debe tomar en cuenta puesto que si la obra es de fácil ampliación, se podrá renovar, sustituir o adjuntar un sistema paralelo sin que esto represente un alto costo, por lo que se puede asumir un período de diseño corto para este primer sistema de alcantarillado. En cambio si la obra es de difícil ampliación se debe considerar los máximos períodos de diseño.

Tomando en cuenta estos antecedentes, podemos considerar apropiado un período de diseño de veinte y cinco años, que sin ser el período mínimo que puede ser usado en sistemas de alcantarillado (20 años), representa una inversión accesible para el cantón de Poaló.

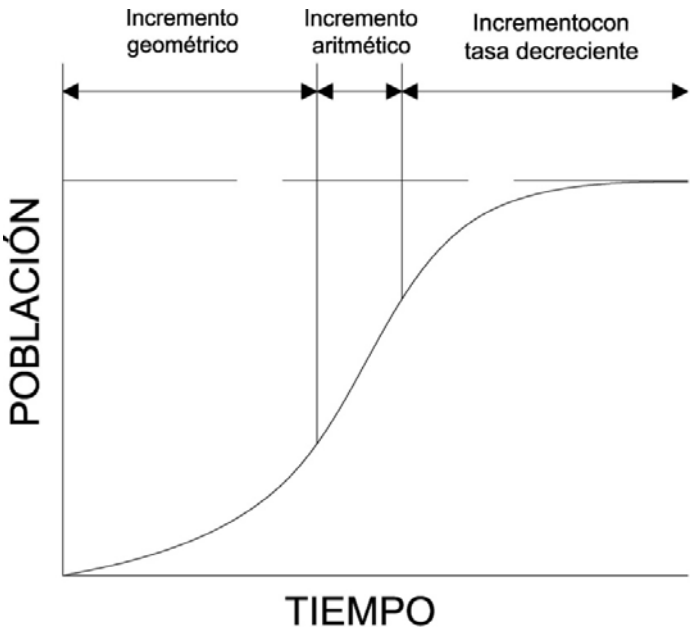
3.1.5.2 Población futura

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

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

El método matemático o analítico dice que es posible calcular poblaciones futuras puesto que siguen una relación matemática identificable o lógica, que puede ser expresada en función del tiempo ajustándose a la siguiente curva matemática.

Gráfico 3-1. Curva típica de crecimiento poblacional.[22]



En esta curva indica que cuando la población está en desarrollo, tiene un crecimiento geométrico, que se ve disminuido por factores geográficos y económicos hasta llegar a un crecimiento lineal representado por el incremento aritmético y por ultimo una vez alcanzada la población de saturación se llega a la última etapa donde no se registra un incremento significativo con el tiempo.

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

Con respecto a los datos de población necesarios para este procedimiento tenemos dos censos realizados en distintos años, en el 2001 y en el 2010. Los primeros datos fueron obtenidos del Sistema Integrado de Indicadores Sociales del Ecuador, y los más actuales fueron suministrados el 31 de Mayo del 2010 por la Junta Parroquial “San José de Poaló” (Anexo 3).

En el 2001 la totalidad de la parroquia de Poaló contaba con 5283 habitantes, los cuales se fueron incrementando hasta llegar a contar con 9724 habitantes en el año 2010. Esta misma fuente informo que en el sector del proyecto está ocupada por 216 habitantes.

3.1.5.2.1 Método Geométrico de Crecimiento

Para este proyecto se utilizara el método geométrico para el cálculo de población futura debido a que la comunidad es dinámicamente creciente, está en desarrollo y tiene horizontes geográficos libres para su crecimiento, que son factores característicos para el uso de este método.

El método geométrico supone que el aumento poblacional se dará en forma constantemente creciente, aumentando proporcionalmente con el tiempo.

Esto corresponde a una expresión de primer orden:

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

Donde, dp/dt representa el incremento de la población en el tiempo **t, P** es la población actual considerada y **kg** es la constante geométrica de crecimiento. De igual forma la integración entre un periodo inicial y otro final nos da la siguiente relación que nos permite calcular la constante **kg.**

$$\int_{Pi}^{Pf} \frac{dP}{p} = \boldsymbol{kg} \int_{ti}^{tf} \boldsymbol{dt} \qquad \longrightarrow \qquad \boldsymbol{\ln(Pf) - \ln(Pi) = (tf - ti) \times kg}$$

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

De la misma relación se puede determinar la ecuación básica de cálculo de población futura como se muestra a continuación:

$$\ln(Pf) = \ln(Pi) + kg \times (tf - ti)$$

Por facilidad se puede simplificar la ecuación de la siguiente forma:

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

Siendo, **Pf** la población que se alcanzará en el tiempo **tf** y **Pi** es la población inicial para el año **ti**.[23]

Cálculo de la Constante de Crecimiento Geométrico (kg) (de toda la parroquia)

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

Pi = 5283 hab.

Pf = 9724 hab.

ti = 2001

tf = 2010

[23] Ing. Guillermo Burbano, Manual de criterios básicos de diseño para sistemas de agua potable y alcantarillado, pg.11

$$kg = \frac{\ln(9724) - \ln(5283)}{2010 - 2001}$$

$$\boldsymbol{kg} = 0.068$$

Cálculo de la Población Futura (Pf) (del área de estudio)

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

Pi = 215 hab.

kg = 0.068

ti = 2010

tf = 2036 (comenzando obra en el 2011)

$$Pf = 215 \times e^{0.068(2036-2010)}$$

$$Pf_{\mathbf{2036}} = 1260\ hab$$

3.1.5.2.2 Densidad Poblacional

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

$$Densidad\ de\ Población = \frac{Número\ de\ habitantes}{Area\ del\ proyecto}$$

$$Densidad\ de\ Población = \frac{1260 hab}{20.0\ Ha}$$

$$\boldsymbol{Densidad\ de\ Población} = 63.00\ {}^{hab}/_{Ha}$$

3.1.5.2.3 Dotación

La dotación media es la medida promedio de agua utilizada por un habitante al día en un sector tomando en cuenta el agua dirigida al uso personal, de servicios, perdida y desperdicios.

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

Tabla 3-1. Dotación media[24]

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

Observando en la tabla, debido a la población considerada, podemos asumir que la dotación media inicial sería considerada la misma que la dotación media futura y su valor será asumido como 150 litros por habitante por día, de esta manera mantenemos un criterio conservador teniendo en cuenta el gran crecimiento potencial de la población.

[24] Ing. Hernán Romero, Cuaderno de apuntes, 2009.

3.1.5.3 Áreas Tributarias

Las áreas tributarias es el conjunto de áreas que se encuentran delimitando la zona que influenciara en el proyecto de alcantarillado. Para su determinación se debe analizar los factores topográficos, demográficos y urbanísticos del sector, pero siempre considerando las posibles variaciones urbanísticas, de densidad demográfica y áreas de expansión.

La delimitación de las áreas tributarias se lo realiza directamente del plano topográfico y su cálculo se lo realiza dependiendo de la situación topográfica del terreno como se muestra a continuación.

Si el sector es irregular, se deberá realizar un análisis detallado de las curvas de nivel para determinar las áreas de aporte.

De ser una topografía regular y al ser sensiblemente cuadrada la superficie de drenaje entre tramos, el área de aporte se obtiene trazando diagonales entre los pozos de revisión.

Caso contrario, con una topografía regular pero con superficie de drenaje sensiblemente rectangular, se divide el rectángulo en dos mitades por los lados menores y luego se traza rectas inclinadas a 45˚, teniendo como base los lados menores, para formar triángulos y trapecios como áreas de drenaje.[25]

Como se mencionó anteriormente, el área de aporte para este proyecto es de 20.0 Ha y fue necesario realizar una proyección de distribución de manzanas futuras para prever lo que está ocurriendo en el sector debido al crecimiento del centro de Poaló.

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

3.1.5.4 Caudal de Diseño

3.1.5.4.1 Caudal de aguas servidas[26]

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

Caudal Medio Inicial

El 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:

$$Q_{mi} = \frac{Población\ inial\ \times Dotación\ inicial}{86400\ s/día} \times Factor\ A$$

Caudal Medio Final

Este caudal sirve como referencia para el dimensionamiento de la tubería, estaciones de bombeo, plantas de tratamiento y obras anexas. Este se calcula con la expresión:

$$Q_{mf} = \frac{Población\ final\ \times Dotación\ final}{86400\ s/día} \times Factor\ A$$

[26] Ing. Guillermo Burbano, Manual de criterios básicos de diseño para sistemas de agua potable y alcantarillado, pg.102-103.

Donde, el **factor A** tiene un valor entre 0.7 a 0.8. Para el análisis de este proyecto se utilizara un valor de 0.8, puesto que este factor A representa el porcentaje de agua potable que regresa al sistema de alcantarillado y sabiendo que gran parte del agua del sistema se destinara a riegos y desperdicios, podemos asumir como apropiado este factor de retorno.

Caudal Máximo Instantáneo Final

El caudal máximo instantáneo final es utilizado para el dimensionamiento de la red y las estaciones de bombeo. Este caudal es el que toma en cuenta el aporte simultáneo de aguas servidas desde los aparatos sanitarios para tener un rango de seguridad y su expresión es la siguiente:

$$Q_{máx.inst.} = Q_{mf} \times K$$

Este caudal se obtiene multiplicando el caudal medio diario al final del período de diseño por un coeficiente de mayoración **K**, el cual para caudales medios que varíen entre 0.004 m^3/s y 5.0 m^3/s, es calculado por:

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

Donde, **Q** es el caudal medio diario de aguas servidas domésticas en m^3/s y **K** es la relación entre el caudal máximo instantáneo y el caudal medio diario.

Para el diseño de tuberías cuyo caudal medio futuro sea inferior a 4 l/s el factor K puede ser tomado como un valor constante igual a 4, lo que se cumpliría para el caso de este sistema.

3.1.5.4.2 Caudal de Infiltración[27]

Para 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.

Actualmente existen productos en el mercado para prevenir este tipo de infiltraciones como son los empaques de caucho o juntas elastoméricas el cual será utilizado en este caso.

La determinación del caudal de infiltración dependerá principalmente del tipo junta utilizada en el alcantarillado como se enuncia a continuación:

Con juntas de mortero

Si el área de influencia está comprendida entre 10 a 5000 hectáreas, se puede utilizar la siguiente ecuación:

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

Donde, $\mathbf{Q_{inf}}$ es el caudal máximo instantáneo de infiltración medido en metros cúbicos por hectárea por día, y **A** es el área de influencia.

De ser el área menor, el caudal de infiltración se hace constante e igual a 48.5 m^3/Ha por día.

[27] Ing. Guillermo Burbano, Manual de criterios básicos de diseño para sistemas de agua potable y alcantarillado, pg.103-104.

Con juntas resistentes a la infiltración

Si el área de influencia está entre 40.5 y 5000 hectáreas, se usa la siguiente fórmula:

$$Q_{inf} = 42.51 \times A^{-0.3}$$

De ser menor la área de influencia, se considera un caudal de valor constante e igual a 14 m^3/Ha por día lo que se cumpliría para este sistema de alcantarillado sanitario.

3.1.5.4.3 Caudal de Aguas Lluvias Ilícitas[28]

Siempre existe la posibilidad de que ingresen aguas lluvias ilícitas al sistema de alcantarillado, esto se da debido a la instalación de conexiones prohibidas ubicadas dentro de los patios, jardines, desde las cubiertas e inclusive a través de las tapas de los pozos de revisión.

A falta de datos, este caudal se debe asumir un valor mínimo que es igual a 80 litros por habitante por día.

3.1.6 Hidráulica del Sistema de Alcantarillado[29]

Como se indico anteriormente, los alcantarillados son sistemas construidos con la finalidad de tener un manejo adecuado de las aguas residuales provenientes de domicilios, comercios, industrias y aguas lluvias, para luego ser tratadas en un sitio más accesible.

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

[29] Ing. Guillermo Burbano, Manual de criterios básicos de diseño para sistemas de agua potable y alcantarillado, pg.115, 118.

Para realizar sistemas eficientes de la manera más económica, se lo debe diseñar de tal manera que se aproveche al máximo la energía natural disponible debido a las condiciones del lugar, evitando disipar energía en saltos, cascadas, irregularidades, pero siempre controlando las presiones que puedas producirse en el sistema.

Estos sistemas se los diseña como canales abiertos con una superficie libre en contacto con la atmosfera. Esto se debe a que el alcantarillado se lo plantea para evitar su funcionamiento a presión. Se considera que el gasto dentro de las tuberías es constante para cualquier momento. Además se asume que la corriente media que circula por cualquier sección (escurrimiento) es la misma para cualquier instante.

En tuberías de diámetro pequeño (hasta 300mm), la capacidad del caudal máximo, debe ser alrededor del 60% para que exista ventilación. En tuberías de mayor dimensión se puede utilizar entre el 70% al 80% de la capacidad de la tubería, siendo el 80% un diseño económicamente conservador.

En este diseño se requiere el cálculo de las tuberías en condición parcialmente llena y a tubo lleno, para lo cual se utilizaran las formulas indicadas a continuación.

Flujo a tubo lleno

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

$$Q = v \times A$$

Donde,

v: Velocidad de flujo a tubo lleno (Manning), en m/s.

R: Radio Hidráulico (m).

S: Gradiente de energía.

n: Coeficiente de rugosidad de Manning.

Q: Caudal del flujo a tubo lleno (m^3/s).

A: Área hidráulica (m^2).

Flujo en tuberías parcialmente llenas

$$\frac{v_p}{v_c} = \left(1 - \frac{sen\theta}{\theta}\right)^{2/3}$$

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

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

Donde,

v_p: Velocidad real de flujo en (m/s).

v_c: Velocidad del flujo a tubo lleno (m/s).

Q_p: Caudal real de flujo (m^3/s).

Q_c: Caudal del flujo a tubo lleno (m^3/s).

d: Calado (m).

D: Diámetro de tubería (m).

3.1.6.1 Recomendaciones para el Diseño de Red Alcantarillado Sanitario

3.1.6.1.1 Velocidad mínima y máxima

Es importante mantener un rango de velocidad de los caudales dentro de un sistema de alcantarillado sanitario, esto asegura un funcionamiento adecuado y mayor vida útil para los componentes del sistema.

Mantener una velocidad mínima implica que no existirá sedimentación de la materia contenida en las aguas residuales, y una velocidad mínima adecuada para un sistema considerado como canal abierto seria de 0.3 m/s.[30]

Se limita una velocidad máxima del flujo para evitar que esta erosione las superficies de la tubería, acortando la vida útil del sistema. Para determinar la velocidad máxima apropiada para el sistema se determina mediante las recomendaciones técnicas del fabricante de los materiales a ser utilizados en el alcantarillado. Para el caso de tubería de PVC, los fabricantes recomiendan 9 m/s y garantizan con certificados emitidos por el Instituto Ecuatoriano de Normalización – INEN.

3.1.6.1.2 Pendientes[31]

Dentro de lo posible, el sistemas de alcantarillado se debe calcular de tal manera que sus líneas sigan paralelas a la pendiente natural del terreno y de manera que se aproveche al máximo su energía.

En el caso de tener un terreno considerablemente plano, a fin de obtener el sistema más económico, se debe considerar dos posibilidades:

[30] Ing. Hernán Romero, Cuaderno de apuntes, 2009.
[31] Ing. Guillermo Burbano, Manual de criterios básicos de diseño para sistemas de agua potable y alcantarillado, pg.122.

- Aumentar la pendiente y disminuir el diámetro de la tubería.
- Aumentar el diámetro de este y disminuir la pendiente.

3.1.6.1.3 Control de Sulfuros

Los alcantarillados sanitarios contienen bacterias, sulfatos y materias orgánicas, es decir tienen todos los elementos requeridos para que se generen compuestos sulfurosos. Una condición que se debe cumplir siempre es la de tener ambientes anaerobios. En ausencia de oxígeno disuelto, los nitratos pueden proveer de oxígeno a las bacterias y por ende evitar que se desarrollen las condiciones sépticas. Cuando todo el oxígeno de los aniones de nitratos es consumido, las condiciones serán anaeróbicas.

Estas condiciones anaerobias se desarrollan fácilmente dentro de un alcantarillado sanitario debido a la diversidad de bacterias que hay presentes y que consumen el oxígeno disuelto y el de los nitratos. No obstante, si la tubería está parcialmente llena, la parte superior del agua expuesta al aire dentro de la tubería absorbe oxígeno. La tasa de absorción de oxígeno es baja, y la acción de las bacterias la puede mermar hasta concentraciones de unos pocos décimos de mg/l, y en algunas ocasiones hasta uno sobre cientos de mg/l. Es decir, mientras haya presencia de oxígeno disuelto o de nitratos, no podrá haber condiciones anaerobias ni reducción de sulfatos.

La producción de sulfuro de hidrógeno en las redes de alcantarillado sanitario es un problema común en diferentes países. El sulfuro de hidrógeno es un gas tóxico que puede subsecuentemente contaminar la atmósfera en pozos de acceso o estaciones de bombeo. Además, es corrosivo en metales y puede ser oxidado en superficies húmedas a ácido sulfúrico, causando todavía más corrosión en el

concreto y su refuerzo. El sulfuro de hidrógeno también posee un fuerte y desagradable olor.

La corrosión por sulfuro de hidrógeno no es un fenómeno nuevo; fue reconocido ya en 1902, cuando CD James registró en su libro *Problemas de Drenaje en el Oriente* que en los tubos de cemento del sistema de alcantarillado de Madras "*se descubriera que estaban en una muy curiosa condición*". Esta condición, típica del ataque por sulfuros, consistía en material que estaba sano por debajo del nivel de las aguas de la alcantarilla pero corroído hasta el punto de colapso por encima de este nivel. James incluyó una descripción de los procesos químicos que llevaban a los daños de los tubos, y reconoció al "hidrógeno sulfurado en los gases de las aguas de alcantarilla" cómo el principal atacante.[32]

La mejor manera de mantener un valor aceptable de concentración de sulfuros en los sistemas de alcantarillado, es mediante una pendiente adecuada y un calado moderado.

Para determinar las pendientes mínimas para prevenir la formación de sulfuros debe conocerse el caudal y la DBO efectiva, la cual es calculada por la siguiente expresión:

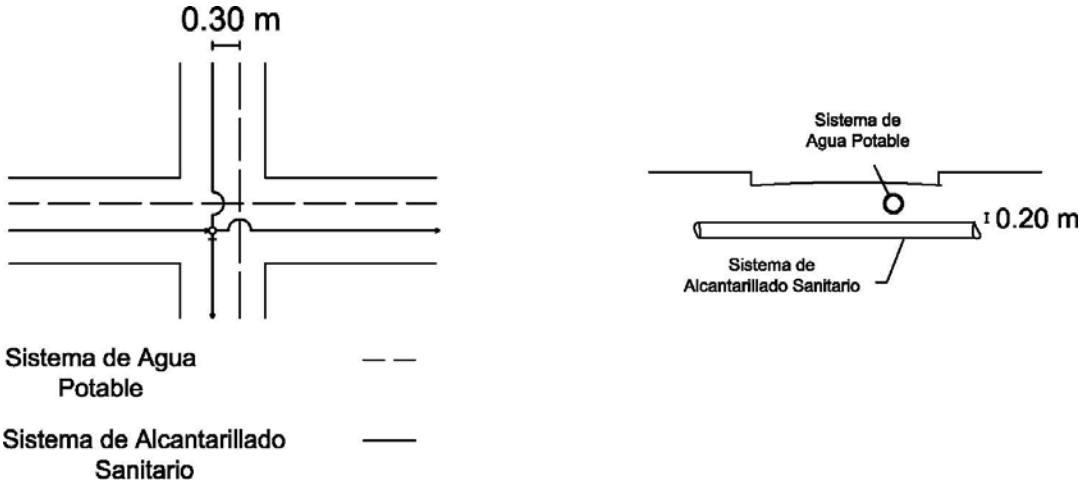
$$DBO_{efectiva} = 1.25 \times DBO_5 \times 1.07^{(T-20)}$$

Siendo **T** la temperatura promedio de las aguas servidas durante los meses calurosos del año.[33]

[32] José Pablo Elizondo Barquero, Evaluación de las condiciones de septicidad en el Colector María Aguilar del Alcantarillado Sanitario Metropolitano, Universidad de Costa Rica, Diciembre 2004.
[33] Ing. Guillermo Burbano, Manual de criterios básicos de diseño para sistemas de agua potable y alcantarillado, pg.123.

3.1.6.1.4 *Separación de la Tubería de Agua Potable*[34]

Como es costumbre, el sistema de alcantarillado se encontrará por debajo del sistema de distribución de agua potable por lo que hay que definir una distancia entre sistemas. Si los sistemas van paralelos, se dejara una altura libre proyectada de 3.0 metros, y cuando se crucen se dejara 0.20 metros como se indica en el siguiente esquema.



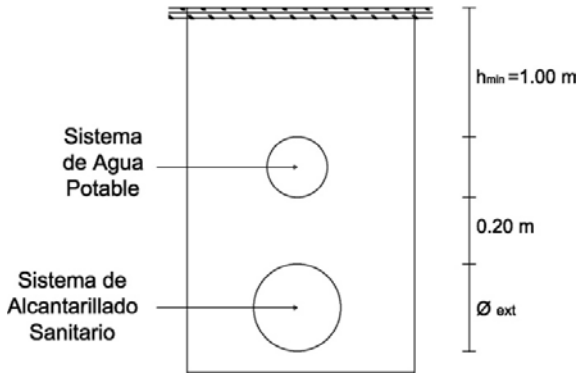
3.1.6.1.5 *Generales*[35]

Como convención general se tiende a distribuir las tuberías de alcantarillado sanitario al lado sur y oeste de la calzada, y el alcantarillado de aguas lluvias se lo proyecta al centro de la calzada.

La profundidad de las tuberías debe ser suficiente para recoger aguas servidas de las viviendas o lotes más bajos a cualquier lado de la calzada. De existir sistema de agua potable previo, se facilita la determinación de la profundidad del sistema de

[34] Ing. Guillermo Burbano, Manual de criterios básicos de diseño para sistemas de agua potable y alcantarillado, pg.124.
[35] Ing. Guillermo Burbano, Manual de criterios básicos de diseño para sistemas de agua potable y alcantarillado, pg.125.

alcantarillada puesto que se aumentan veinte centímetros libres para evitar cruces entre los sistemas.



Para alcantarillados sanitarios, el diámetro mínimo en tuberías será de 20 centímetros, para conexiones domiciliarias será 10 centímetros y su pendiente mínima del uno por ciento.

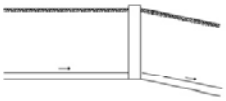
3.1.6.1.6 Pozos de Revisión

Un pozo de revisión es un elemento de los sistemas de alcantarillado sanitario que cumplen distintos objetivos como son el de tener un espacio para control y limpieza del sistema, así como también se lo suele utilizar como un elemento de control de velocidad de las tuberías.

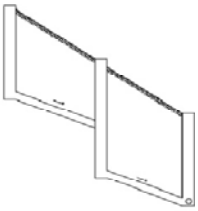
Estos pozos son colocados ante las siguientes condiciones:

- Cambio de pendientes.

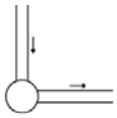
- Cambio de dirección.
- Cambio de sección.
- Pendientes muy pronunciadas.
- Grandes distancias de tubería sin variación. (ver tabla 3-2)



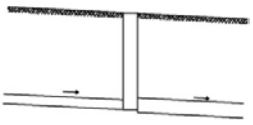
Cambio de Pendiente



Fuerte Pendiente



Fuerte Pendiente



Cambio de Sección

Para mantener un control adecuado y limpieza en el sistema, se deben considerar distancias máximas de separación entre pozos de revisión, las cuales se especifican en la siguiente tabla del Manual de Criterios Básicos de Diseño del Ing. Guillermo Burbano, antes mencionado.

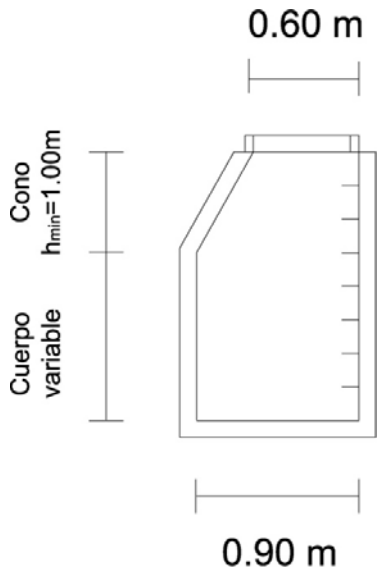
Tabla 3-2. Distancia máxima entre pozos de revisión

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

La determinación del diámetro del pozo de revisión se la realiza en base a número de tuberías que llegan al pozo y sus respectivos diámetros. Mediante el Manual del Ing. Burbano tenemos como referencia los siguientes valores:

Con tuberías entrantes de diámetro menor a 550 milímetros, el diámetro mínimo aconsejado del pozo de revisión seria 0.90 metros. En el caso de ser mayor se deberá considerar un diseño especial.

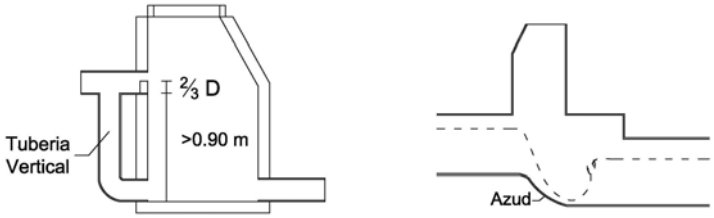
La abertura superior o boca de vista del pozo será de 0.60 metros. La variación de diámetro desde el cuerpo del pozo hasta la boca de visita se utilizará un tronco de cono excéntrico, con una altura mínima de 1.00 metro.[36]



[36] Ing. Guillermo Burbano, Manual de criterios básicos de diseño para sistemas de agua potable y alcantarillado, pg.127.

Pozos de Salto

En pozos en los cuales hay una diferencia notable entre cotas de las tuberías de entrada y salida, es complicado para los trabajadores realizar los trabajos de inspección y limpieza por la altura de entrada del caudal. Por esta razón se crean los pozos de salto evitando una descarga libre del agua sobre el pozo.



La altura máxima que debe existir entre el fondo del pozo y la cota invert de una tubería de llegada debe ser de 0.9 metros. El diámetro máximo de la tubería vertical debe ser de 300 milímetros. En el caso que la capacidad de la tubería vertical sea insuficiente, se deberá diseñar una estructura tipo azud.[37]

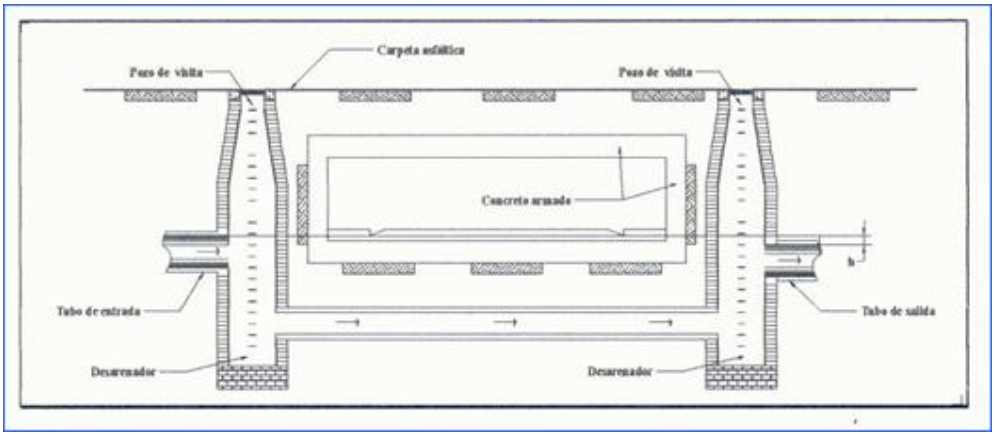
3.1.6.1.7 Obras Especiales

Debida a las irregularidades que pueden estar presentes en un terreno, se debe analizar la opción de realizar obras especiales, que generalmente tienen un costo elevado pero dependiendo de las condiciones pueden resultar más prácticos.

[37] Ing. Guillermo Burbano, Manual de criterios básicos de diseño para sistemas de agua potable y alcantarillado, pg.128.

Un ejemplo de obra especial, es la utilización de un sifón invertido. Este se le utiliza para cruzar una corriente, valle o depresión topográfica. Generalmente consiste en dos o más tubos colocados de tal modo que sólo uno opera en flujos normales y el otro u otros se emplearán para grandes gastos.[38]

Gráfico 3-2. Sifón invertido.[39]



En el Manual del Ingeniero Burbano encontramos algunas recomendaciones, las cuales se especifican a continuación.

Tabla 3-3. Sifón invertido.

	Alcantarillado sanitario	Alcantarillado pluvial
Diámetro mínimo (mm)	200	300
Velocidad mínima (m/s)	0.9	1.25
	Se proyectan como mínimo 2 tuberías paralelas.	

[38] http://www.tesis.ufm.edu.gt/fisicc/2004/75145/Cap%C3%ADtulo%203.htm
[39] http://www.siapa.gob.mx/capitulos/Capitulo3.2.htm

3.1.6.2 Cálculos Hidráulicos de la Red de Alcantarillado Sanitario

Cálculo del Caudal Medio Final

$$Q_{mf} = \frac{Población\ final\ \times Dotación\ final}{86400\ s/día} \times Factor\ A$$

Población final= 1260 hab.

Dotación final= 150 l/hab. día

Factor A= 0.8

$$Q_{mf} = \frac{1260\ \times 150}{86400\ s/día} \times 0.8$$

$$\boldsymbol{Q_{mf}} = 1.75\ l/s$$

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

$$\frac{Q_{mf}}{Ha} = \frac{1.75}{20}$$

$$\frac{\boldsymbol{Q_{mf}}}{\boldsymbol{Ha}} = 0.088\ l/(s * Ha)$$

Cálculo del Caudal Máximo Instantáneo Final

$$Q_{máx.inst.} = Q_{mf}\ \times K$$

K= 4

Q_{mf}= *0.088 l/s/Ha*

$$Q_{máx.inst.} = 0.088 \times 4$$

$$\boldsymbol{Q_{máx.inst.}} = 0.35\ l/(s * Ha)$$

Cálculo del Caudal de Infiltración

En el sistema de alcantarillado sanitario serán usadas tuberías de PVC con juntas de sellado elastomérico por lo que se supone una infiltración mínima que sería de 0.014 l/s o 0.0007 l/s/Ha en unidades de área. Pero por razones prácticas y por ser este caudal despreciable se lo asume igual a cero.

Cálculo del Caudal de Aguas Lluvias Ilícitas

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

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

$$Q_{llu.i} = \frac{1260 \times 80}{86400 \times 20}$$

$$\boldsymbol{Q_{llu.i}} = 0.058\ l/(s * Ha)$$

Cálculo del Caudal Sanitario

$$Q_s = Q_{máx.inst.} + Q_{inf} + Q_{llu.i}$$

$$Q_s = 0.35 + 0.00 + 0.058$$

$$\boldsymbol{Q_s} = 0.408 \text{ l/(s}*\text{Ha)}$$

Áreas y Caudales de Aporte

Para el diseño del sistema de alcantarillado sanitario que será realizado en el programa SewerCAD, es necesario la determinación de las áreas y caudales de las derivaciones.

Se asumió el sentido del área (izquierda o derecha) basándonos a la convención general que sería tomando en cuenta el sentido del flujo del caudal. Los Caudales de diseño se calcularon mediante la siguiente fórmula:

$$Q_{parcial} = Q_s \times A_{parcial}$$

$$Q_{diseño} = Q_s \times A_{acumulada}$$

Tabla 3-4. Áreas y Caudales de Aporte.

Pozo	Cota (m)	Tramo	Longitud (m)	AREAS (Ha)				CAUDALES (l/s)	
				Izquierda	Derecha	Parcial	Acumulada	Parcial	Diseño
1	2910.559								
		1-2	59.554	0.402	0.202	0.605	0.605	0.247	0.247
2	2910.300								
		2-3	59.554	0.333	0.193	0.526	1.130	0.214	0.461
3	2910.050								
		3-4	98.215	0.419	0.240	0.659	1.789	0.269	0.730
4	2909.910								
		4-5	69.456	0.603	0.148	0.751	2.540	0.306	1.036
5	2908.820								
6	2908.970								
		6-5	96.712	0.237	0.224	0.462	0.462	0.188	0.188
5	2908.820								
		5-7	66.730	0.197	0.120	0.317	3.319	0.129	1.354
7	2907.306								

8	2908.434								
		8-9	54.091	0.230	0.565	0.796	0.796	0.325	0.325
9	2907.960								
		9-7	54.091	0.149	0.188	0.338	1.133	0.138	0.462
7	2907.306								
		7-10	98.422	0.252	0.228	0.480	4.932	0.196	2.012
10	2907.135								
6	2908.970								
		6-10	71.603	0.131	0.138	0.269	0.269	0.110	0.110
10	2907.135								
		10-11	54.290	0.159	0.154	0.313	5.514	0.128	2.250
11	2905.613								
		11-12	54.292	0.157	0.154	0.311	5.824	0.127	2.376
12	2904.715								
7	2907.306								
		7-13	56.847	0.157	0.165	0.322	0.322	0.131	0.131
13	2906.247								
		13-15	56.847	0.157	0.165	0.322	0.644	0.131	0.263
15	2905.563								
14	2906.441								
		14-15	33.166	0.336	0.179	0.515	0.515	0.210	0.210
15	2905.563								
		15-12	99.486	0.256	0.256	0.513	1.672	0.209	0.682
12	2904.715								
		12-16	98.711	0.421	0.255	0.676	8.172	0.276	3.334
16	2902.818								
		16-17	81.067	0.277	0.182	0.459	8.632	0.187	3.522
17	2901.383								
		17-18	72.567	0.804	0.227	1.031	9.663	0.421	3.942
18	2901.115								
		18-19	72.567	0.268	0.231	0.499	10.161	0.203	4.146
19	2901.036								
1	2910.559								
		1-20	67.646	0.161	0.160	0.322	0.322	0.131	0.131
20	2909.370								
		20-21	77.482	0.250	0.143	0.393	0.714	0.160	0.291
21	2907.840								
3	2910.050								
		3-6	100.686	0.221	0.291	0.512	0.512	0.209	0.209
6	2908.970								
		6-22	57.404	0.153	0.186	0.339	0.851	0.138	0.347
22	2908.390								
		22-21	57.404	0.155	0.193	0.348	1.199	0.142	0.489

21	2907.840								
		21-23	76.435	0.154	0.148	0.302	2.216	0.123	0.904
23	2906.620								
10	2907.135								
		10-24	57.967	0.182	0.151	0.333	0.333	0.136	0.136
24	2906.850								
		24-23	57.967	0.185	0.147	0.332	0.665	0.135	0.271
23	2906.620								
		23-25	51.875	0.145	0.130	0.275	3.155	0.112	1.287
25	2905.110								
		25-26	51.875	0.145	0.130	0.275	3.430	0.112	1.400
26	2904.260								
12	2904.715								
		12-27	63.174	0.207	0.199	0.406	0.406	0.166	0.166
27	2904.540								
		27-26	63.174	0.206	0.197	0.402	0.808	0.164	0.330
26	2904.260								
		26-28	100.643	0.259	0.281	0.541	4.779	0.221	1.950
28	2902.380								
16	2902.818								
		16-29	67.857	0.216	0.217	0.433	0.433	0.177	0.177
29	2902.440								
		29-28	67.857	0.219	0.218	0.436	0.869	0.178	0.355
28	2902.380								
		28-19	99.83.69	0.239	0.281	0.520	6.168	0.212	2.517
19	2901.036								
		19-30	66.499	0.247	0.238	0.485	16.815	0.198	6.861
30	2898.820								
		30-31	66.499	0.741	0.238	0.979	17.794	0.400	7.260
31	2895.190								
35	2896.760								
		35-41	87.129	0.320	0.207	0.527	0.527	0.215	0.215
41	2895.830								
		41-31	93.450	0.371	0.244	0.615	1.142	0.251	0.466
31	2895.190								
		31-43	72.046	0.352	0.244	0.597	19.532	0.243	7.969
43	2892.900								
		43-44	72.046	0.415	0.261	0.676	20.208	0.276	8.245
44	2891.600								
19	2901.036								
		19-32	64.871	0.243	0.271	0.514	0.514	0.210	0.210
32	2899.700								
		32-33	64.871	0.242	0.161	0.403	0.917	0.164	0.374

33	2899.100								
		33-34	75.253	0.269	0.266	0.535	1.452	0.218	0.592
34	2898.930								
		34-35	75.253	0.269	0.300	0.569	2.021	0.232	0.825
35	2896.760								
		35-36	68.171	0.216	0.260	0.477	2.498	0.194	1.019
36	2895.830								
		36-37	68.171	0.225	0.211	0.435	2.933	0.178	1.197
37	2894.410								
		37-38	54.660	0.141	0.392	0.533	3.466	0.217	1.414
38	2893.880								
		38-39	54.660	0.141	0.413	0.553	4.019	0.226	1.640
39	2893.210								
41	2895.830								
		41-42	69.081	0.237	0.216	0.453	0.453	0.185	0.185
42	2894.680								
		42-39	69.081	0.238	0.222	0.459	0.912	0.187	0.372
39	2893.210								
		39-40	57.523	0.156	0.459	0.615	5.546	0.251	2.263
40	2892.540								
		40-44	57.523	0.156	0.446	0.602	6.148	0.246	2.508
44	2891.600								

DESCARGA	**26.356**	**10.754**

3.1.6.3 Resultados del Cálculo del Sistema de Alcantarillado Sanitario

Se utilizo los datos de la tabla 3-3 para ingresarlos al programa SewerCAD, el cual obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 3-5. Resultados – Pozos de revisión sistema sanitario.

POZO	COTA TERRENO (m)	COTA SUPERIOR (m)	COTA FONDO (m)	Qdiseño (l/s)	CORTE (m)
POZO 1	2,910.56	2,910.56	2,909.36	0.38	1.2
POZO 2	2,910.30	2,910.30	2,908.98	0.46	1.32
POZO 3	2,910.05	2,910.05	2,908.65	0.94	1.4

POZO 4	2,909.91	2,909.91	2,908.12	1.04	1.79
POZO 5	2,908.82	2,908.82	2,907.04	1.35	1.78
POZO 6	2,908.97	2,908.97	2,907.74	0.65	1.23
POZO 7	2,907.31	2,907.31	2,906.07	2.14	1.23
POZO 8	2,908.43	2,908.43	2,907.23	0.33	1.2
POZO 9	2,907.96	2,907.96	2,906.73	0.46	1.23
POZO 10	2,907.14	2,907.14	2,905.54	2.39	1.59
POZO 11	2,905.61	2,905.61	2,904.38	2.38	1.23
POZO 12	2,904.72	2,904.72	2,903.48	3.5	1.23
POZO 13	2,906.25	2,906.25	2,905.01	0.26	1.23
POZO 14	2,906.44	2,906.44	2,905.24	0.21	1.2
POZO 15	2,905.56	2,905.56	2,904.33	0.68	1.23
POZO 16	2,902.82	2,902.82	2,901.58	3.7	1.23
POZO 17	2,901.38	2,901.38	2,900.15	3.94	1.23
POZO 18	2,901.12	2,901.12	2,899.75	4.14	1.37
POZO 19	2,901.04	2,901.04	2,899.34	7.07	1.69
POZO 20	2,909.37	2,909.37	2,908.14	0.29	1.23
POZO 21	2,907.84	2,907.84	2,906.61	0.9	1.23
POZO 22	2,908.39	2,908.39	2,907.16	0.49	1.23
POZO 23	2,906.62	2,906.62	2,905.01	1.29	1.61
POZO 24	2,906.85	2,906.85	2,905.35	0.27	1.5
POZO 25	2,905.11	2,905.11	2,903.88	1.4	1.23
POZO 26	2,904.26	2,904.26	2,902.62	1.95	1.64
POZO 27	2,904.54	2,904.54	2,902.98	0.33	1.56
POZO 28	2,902.38	2,902.38	2,900.69	2.52	1.69
POZO 29	2,902.44	2,902.44	2,901.07	0.36	1.37
POZO 30	2,898.82	2,898.82	2,897.59	7.26	1.23
POZO 31	2,895.19	2,895.19	2,893.96	7.97	1.23
POZO 32	2,899.70	2,899.70	2,898.47	0.37	1.23
POZO 33	2,899.10	2,899.10	2,897.87	0.59	1.23
POZO 34	2,898.93	2,898.93	2,897.45	0.82	1.48
POZO 35	2,896.76	2,896.76	2,895.53	1.24	1.23
POZO 36	2,895.83	2,895.83	2,894.60	1.2	1.23
POZO 37	2,894.41	2,894.41	2,893.18	1.41	1.23
POZO 38	2,893.88	2,893.88	2,892.65	1.64	1.23
POZO 39	2,893.21	2,893.21	2,891.98	2.26	1.23
POZO 40	2,892.54	2,892.54	2,891.31	2.51	1.23
POZO 41	2,895.83	2,895.83	2,894.60	0.66	1.23
POZO 42	2,894.68	2,894.68	2,893.45	0.37	1.23
POZO 43	2,892.90	2,892.90	2,891.67	8.24	1.23
POZO 44	2,891.60	2,891.60	2,890.37	10.75	1.23

Tabla 3-6. Resultados – Tuberías sistema sanitario.

TRAMO	LONGITUD (m)	COTA INVERT A. ARRIBA (m)	COTA INVERT A. ABAJO (m)	D (mm)	J (%)	d/D (%)	V (m/s)	Qdiseño (l/s)
1-2	61.5	2,909.36	2,909.01	200	0.55%	6.2	0.29	0.25
1-20	69.5	2,909.36	2,908.17	200	1.71%	4	0.25	0.13
2-3	61.5	2,908.98	2,908.68	200	0.50%	8.5	0.34	0.46
3-4	100	2,908.65	2,908.15	200	0.50%	10.7	0.38	0.73
3-6	101.5	2,908.85	2,907.77	200	1.05%	5.3	0.28	0.21
4-5	71	2,908.12	2,907.07	200	1.47%	11.3	0.42	1.04
5-7	68.5	2,907.04	2,906.10	200	1.37%	13	0.45	1.35
6-10	73.5	2,907.77	2,905.57	200	2.99%	4.3	0.24	0.11
6-22	59	2,907.74	2,907.19	200	0.93%	6.9	0.32	0.35
6-5	98.5	2,907.77	2,907.07	200	0.70%	5.3	0.27	0.19
7-10	100	2,906.07	2,905.57	200	0.50%	17.6	0.5	2.01
7-13	58.5	2,906.11	2,905.04	200	1.82%	4	0.25	0.13
8-9	56	2,907.23	2,906.76	200	0.85%	6.8	0.31	0.33
9-7	56	2,906.73	2,906.10	200	1.11%	7.8	0.34	0.46
10-11	56	2,905.54	2,904.41	200	2.02%	16.1	0.52	2.25
10-24	59.5	2,905.94	2,905.38	200	0.94%	4.4	0.25	0.14
11-12	56	2,904.38	2,903.51	200	1.55%	16.9	0.53	2.38
12-16	100.5	2,903.48	2,901.61	200	1.86%	19.7	0.57	3.33
12-27	65	2,903.52	2,903.01	200	0.79%	4.9	0.26	0.17
13-15	58.5	2,905.01	2,904.36	200	1.12%	5.9	0.3	0.26
14-15	35	2,905.24	2,904.36	200	2.51%	4.9	0.28	0.21
15-12	101.5	2,904.33	2,903.51	200	0.81%	9.8	0.38	0.68
16-17	83	2,901.58	2,900.18	200	1.69%	20.4	0.58	3.52
16-29	69.5	2,901.61	2,901.10	200	0.74%	5.1	0.27	0.18
17-18	74.5	2,900.15	2,899.78	200	0.50%	24.7	0.6	3.94
18-19	74.5	2,899.75	2,899.37	200	0.50%	25.4	0.61	4.14
19-30	68.5	2,899.34	2,897.62	200	2.52%	27.5	0.7	6.86
19-32	66.5	2,899.84	2,898.50	200	2.02%	5	0.28	0.21
20-21	79.5	2,908.14	2,906.64	200	1.89%	5.9	0.3	0.29
21-23	78	2,906.61	2,905.04	200	2.00%	10.2	0.41	0.9
22-21	59	2,907.16	2,906.64	200	0.88%	8.2	0.34	0.49
23-25	53.5	2,905.01	2,903.91	200	2.07%	12.2	0.44	1.29
24-23	60	2,905.35	2,905.04	200	0.51%	6.6	0.3	0.27
25-26	53.5	2,903.88	2,902.65	200	2.29%	12.5	0.45	1.4
26-28	101.5	2,902.62	2,900.72	200	1.85%	15.1	0.5	1.95
27-26	65	2,902.98	2,902.65	200	0.50%	7.2	0.31	0.33
28-19	101.5	2,900.69	2,899.37	200	1.30%	17.7	0.53	2.52
29-28	69.5	2,901.07	2,900.72	200	0.50%	7.5	0.32	0.36
30-31	68.5	2,897.59	2,893.99	200	5.26%	26.6	0.72	7.26
31-43	74	2,893.96	2,891.70	200	3.05%	29.2	0.74	7.97
32-33	66.5	2,898.47	2,897.90	200	0.86%	7.2	0.32	0.37
33-34	77	2,897.87	2,897.48	200	0.50%	9.7	0.36	0.59
34-35	77	2,897.45	2,895.56	200	2.46%	9.6	0.4	0.82
35-36	70	2,895.53	2,894.63	200	1.29%	11.4	0.42	1.02
35-41	89	2,895.56	2,894.63	200	1.04%	5.4	0.28	0.22

36-37	70	2,894.60	2,893.21	200	1.99%	11.7	0.44	1.2
37-38	56.5	2,893.18	2,892.68	200	0.89%	13.9	0.46	1.41
38-39	56.5	2,892.65	2,892.01	200	1.13%	14.5	0.47	1.64
39-40	59.5	2,891.98	2,891.34	200	1.08%	17.2	0.52	2.26
40-44	59.5	2,891.31	2,890.40	200	1.53%	24.3	0.53	2.51
41-31	95	2,894.60	2,893.99	200	0.64%	15.4	0.34	0.47
41-42	71	2,894.63	2,893.48	200	1.62%	4.8	0.27	0.19
42-39	71	2,893.45	2,892.01	200	2.03%	6.6	0.32	0.37
43-44	74	2,891.67	2,890.40	200	1.72%	31.4	0.74	8.24
44-De	62.57	2,890.37	2,889.60	200	1.23%	37.4	0.81	10.75

Tabla 3-7. Resultados – Descarga sistema sanitario.

DESCARGA	COTA TERRENO (m)	COTA SUPERIOR (m)	COTA DESCARGA (m)	$Q_{descarga}$ (l/s)
De	2,890.80	2,890.80	2,889.60	10.75

3.1.6.4 Cálculo de Presión Sobre la Tubería

La importancia de evitar un fallo en la tubería, que significaría el fallo en la vía sobre ella, nos lleva a definir y verificar las que las condiciones de los materiales utilizados resistan los esfuerzos a los que se los someta. En este caso las tuberías utilizadas son de PVC cuya carga admisible es aproximadamente 40 T/m^2 según datos generales de los proveedores.

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

Se deben analizar dos condiciones que serian críticas para el sistema de tuberías, estas condiciones se especifican a continuación:

Condición Crítica I

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

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

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

Donde,

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

P: Carga puntual.

Z: Profundidad a la que se encuentra la tubería.

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

$$P = 0.4 \times Peso\ crítico$$

$$P = 0.4 \times 25\ T$$

$$\boldsymbol{P} = 10\ T$$

La mayor profundidad (**Z**) encontrada en el diseño del sistema de alcantarillado sanitario seria de 1.79 metros.

Por lo tanto,

$$\sigma_z = \frac{3 \times 10}{2 \times \pi \times 1.79^2}$$

$$\boldsymbol{\sigma_z} = \ 1.49\, T/m^2$$

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

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

Donde,

σ_o: Presión ejercida por el suelo sobre la tubería.

γ: Peso específico predominante del suelo

Para el sector de Poaló el suelo tiene un peso especifico predominante de 1.55 T/m^3.

Por lo tanto,

$$\sigma_o = 1.55 \times 1.79$$

$$\boldsymbol{\sigma_o} = \ 2.77\, T/m^2$$

La presión total que será ejercida sobre la tubería seria:

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

$$\sigma_{Total} = 1.49 + 2.77$$

$$\boldsymbol{\sigma_{Total}} = \ 4.26\, T/m^2$$

$$4.26\ T/m^2 \ll 40\ T/m^2$$

Condición Crítica II

En este inciso se analiza la mayor presión ejercida por el peso de los vehículos sobre la tubería. Esto implica que se tomara la menor profundidad, puesto que así el esfuerzo del vehículo es amortiguado de menor manera.

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

Por lo tanto,

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

$$\boldsymbol{\sigma_z} = \ 3.316\, T/m^2$$

$$\sigma_o = 1.55 \times 1.20$$

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

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

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

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

$$5.176\ T/m^2 \ll 40\ T/m^2$$

De acuerdo a este análisis la tubería de PVC resiste satisfactoriamente los esfuerzos de las dos condiciones críticas.

3.1.7 Tratamiento de Aguas Residuales

En este tipo de proyectos de alcantarillados sanitarios, el destino final de las aguas residuales transportadas en el sistema será un medio hídrico, por ejemplo un río con un caudal dado. Por este motivo se debe tener cuidados especiales para depurar el agua residual y de tal manera evitar impactos ambientales que afecten al sector y a las zonas aledañas.

Para este proceso se deben realizar plantas de tratamientos eficientes y aplicables a la realidad socio-económica del sector. En esta sección se describen los temas concernientes al desarrollo de una planta de este tipo.

3.1.7.1 Sistema de Depuración de Aguas Residuales

3.1.7.1.1 Características del Agua a Tratar

En el sector analizado en el proyecto no existen industrias o negocios que generen aguas residuales que necesiten tratamientos especiales o avanzados. Se debe considerar procesos básicos de depuración puesto que el agua resultante del sistema será principalmente de origen doméstico.

3.1.7.1.2 Disposición de Espacio

Por ser el sector del proyecto un área rural, se cuanta con amplios espacios y planicies cercanas al cuerpo receptor final, donde se podría asentar la planta de tratamiento.

3.1.7.1.3 Operación y Mantenimiento

Por la simplicidad en los procesos a ser utilizados en este sistema, se puede contratar operadores sin mucha experiencia para que se encarguen de la marcha y mantenimiento de la planta de tratamiento.

3.1.7.1.4 Complejidad

Con el fin de abaratar costos, se elegirán los procesos más simples posibles evitando el uso de maquinaria o artefactos eléctricos, de agentes químicos, y disponer de mano de obra más económica tanto para la construcción como para el funcionamiento de la planta de tratamiento.

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

3.1.7.2 Tratamiento Primario

Debido a las características y ventajas que ofrece un sistema de tratamiento de pozos sépticos, como son el reducido espacio que este necesita, sencilla operación, fácil mantenimiento, materiales de amplia disponibilidad en el sector; este sistema sería el más eficiente práctica y económicamente para este proyecto.

Un tanque séptico es aquella fosa en la cual la parte sólida de las aguas servidas es separada por un proceso de sedimentación, y a través del denominado “proceso séptico” se estabiliza la materia orgánica de esta agua para lograr transformarla en un lodo inofensivo.

Por lo general, un tanque séptico se construye a partir de una gran caja de forma rectangular, que posee uno o más compartimientos que se encargan de recibir los excrementos y las aguas grises. Lo más común es que estos tanques se encuentren enterrados y cubiertos por una capa de concreto.

Debido a que estas fosas poseen una concentración altísima de material orgánico y organismos patógenos (que pueden ser causantes de diversas enfermedades e infecciones), es necesario que sean herméticos, duraderos y de estructura muy estable. Es necesario que cuenten con una tapa a través de la cual se puedan realizar tareas de inspección y vaciado, además, debido a los gases que del tanque emanan, es recomendable que se instale un tubo de ventilación.[40]

3.1.7.3 Componentes del Sistema

3.1.7.3.1 Tanque Séptico

Los tanques sépticos se diseñan con dos compartimientos para proporcionar una mejor eliminación de sólidos. El primer compartimiento se conoce como "cámara de digestión", el cual poseerá los dos tercios del volumen total del tanque; al segundo se lo llama "cámara de pulimento" y conteniendo un tercio volumen total del tanque.[41]

[40] Tanque Séptico, Internet, http://www.misrespuestas.com/que-es-un-tanque-septico.html, acceso: 31/01/2011.

[41] Asociación de Ingenieros sanitarios de Antioquia, AINSA, Sistemas individuales para tratamiento de agua a nivel rural: captación, filtración, desinfección, Medellín, 1991, pág. 47.

Por motivos de eficiencia la a relación del largo con el ancho del tanque se encontrará entre 3 a 7, la profundidad mínima del liquido será de 1.2 metras y el espacio libre sobre entre la tapa y el liquido será de 25 a 30 centímetros.[42]

3.1.7.3.2 Filtros de Arena y Grava[43]

La filtración por arena es una de las tecnologías de tratamiento de aguas negras más antiguas que se conoce. Si se diseña, construye, opera y mantiene debidamente, el filtro de arena produce un efluente de muy alta calidad.

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 se escurre el caudal saliente de la cámara de pulimiento.

El filtro de arena purifica el agua de tres formas:

- *La filtración.* En este método, las partículas se separan físicamente de las aguas negras que entran por medio de la filtración.
- *La absorción química.* En la absorción química, los contaminantes se pegan a la superficie de la arena y al crecimiento biológico en la superficie de la arena.
- *La asimilación*. En este método, los microbios aeróbicos consumen los nutrientes de las aguas negras. El éxito en el tratamiento de las aguas negras depende de estos microbios. Tiene que haber aire para que estos microbios vivan.[44]

[42] Ing. Pablo Ituralde, apuntes de materia Sanitaria II.

[43] Ernest W. Steel y J. Bagaria Blanxart, Abastecimiento de agua y alcantarillado, 3ra edición, págs. 270-277.

[44] Servicio de Extención Agricola de Texas, Sistemas individuales para el tratamiento de aguas negras, internet, http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd25/filtroarena.pdf, acceso: 31/01/2011.

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

- Buen tratamiento previo de aguas.
- Elevado régimen de filtración. Debido al bajo caudal sanitario se asumirá una velocidad de filtración de 80 l/m^2/min.
- 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.

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.

En este tipo de sistemas se suele utilizar arenas de los siguientes tipos:

Arenas gruesas

Son apropiadas para aquellos cuando:

- 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

Son apropiadas para aquellos cuando:

- El tratamiento previo pueda ser a veces deficiente.
- Se precisa una gran eficacia en la eliminación de bacterias y de la turbidez.
- El ahorro de agua de lavado y otras ventajas de los ciclos de filtración más largos, carecen de importancia.
- 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

Cuando el sistema se encuentra entre estas las condiciones de arenas finas y gruesas, pueden ser utilizadas las arenas medias cumpliendo estas con condiciones intermedias.

Clasificación de la Arena de para Filtros

Tabla 3-8. Clasificación de la arena para filtros según su tamaño.[45]

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	1.5	1.19	1.8	1.46	2

GRAVA

La grava utilizada en estos filtros tiene la función de actuar como soporte de la arena evitando taponamientos y 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 centímetros colocando la capa más fina en la parte superior.

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

En la siguiente tabla (tabla 3-9) se ejemplifica los espesores generalmente utilizados para este sistema de filtrado.

[45] Ernest W. Steel y J. Bagaria Blanxart, Abastecimiento de agua y alcantarillado, 3ra edición.

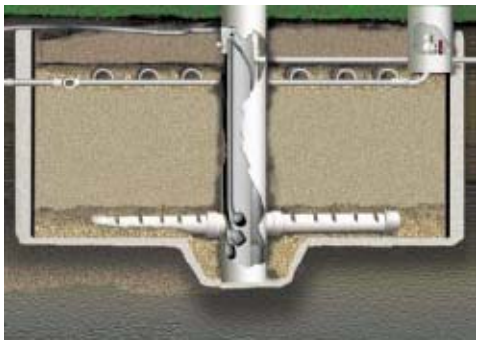
Tabla 3-9. Espesor común de grava para filtros.[46]

TAMAÑO DE LA GRAVA (cm)	ESPESOR (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
ESPESOR TOTAL	**39 a 62**

3.1.7.3.3 Sistema Colector de Agua Filtrada

Para la recolección del agua filtrada existen varios métodos, pero para este proyecto se utilizara un sistema de tubos perforados colectores debido a su facilidad de instalación, funcionamiento sencillo y 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.

Gráfico 3-3. Sistema colector de tubos perforados.[47]



[46] Ernest W. Steel y J. Bagaria Blanxart, Abastecimiento de agua y alcantarillado, 3ra edición.
[47] Servicio de Extención Agricola de Texas, Sistemas individuales para el tratamiento de aguas negras, internet, http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd25/filtroarena.pdf, acceso: 31/01/2011.

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 30º de la vertical central. La superficie total de los orificios debe ser del 0.20 al 0.33% de la superficie filtrante. 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.[48]

3.1.7.4 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.

Por lo tanto el caudal de diseño para el sistema de tratamiento será:

[48] 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.

$$Q_{máx.inst.} = 0.35\ l/(s * Ha)$$

$$Q_{máx.inst.} = 0.35 \times 20\ (ha) * l/(s * Ha)$$

$$Q_{máx.inst.} = Q_{diseño}$$

$$\boldsymbol{Q_{diseño}} = 7.0\ l/s$$

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

Para los filtros se utilizara una velocidad mínima de 80 l/m^2/min como fue mencionado anteriormente. Su lecho de arena será de 60 a75 centímetros de espesor y lecho de grava de 40 a 60 centímetros de espesor.

Diseño del Sistema de Tanque Séptico

Datos

$Q_{diseño}$ =	7.0	(l/s)
Tiempo retención (T) =	2	(horas)
Relación largo (l) =	4	ancho
Profundidad (h) =	1.5	(m)
Profundidad total (H) =	h + 0.30	(m)

Área del tanque séptico

$$V = Q_{diseño} * T$$

V = 50400 Lts = 50.40 m^3

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

A = 33.60 m^2

l = 4 a

a = 2.90 m = 2.9 m

l = 11.6 m

Dimensiones del tanque

l = 11.6 m
a = 2.9 m
h = 1.5 m
H = 1.8 m
V = 50.46 m^3
T = 2.0 horas

Dimensiones de la cámara de digestión

V_1 = (2/3) V = 33.64 m^3

a = 2.9 m
l_1 = 7.7 m

Dimensiones de cámara de pulimiento

V_2 = (1/3) V = 16.82 m^3

a = 2.9 m
l_2 = 3.9 m

Medidas finales del tanque séptico

Ancho del tabique divisor (t) = 0.15 m
Largo (l) = 11.75 m
Ancho (a) = 2.90 m
Altura (H) = 1.80 m

Diseño del Filtro de Arena y Ripio

Datos

$Q_{diseño}$ = 7.0 l/s = 420.0 l/min
$V_{mín}$ = 80 l/m^2/min
a = 2.90 m

Dimensiones del filtro

$$A = \frac{Q_{diseño}}{V_{mín}}$$

A = 5.25 m^2

$$A = a \times b$$

b = 1.81 m = 1.90 m

Medidas finales del filtro

Ancho del filtro (b) = 1.90 m
Largo del filtro (a) = 2.90 m

3.1.7.5 Limpieza del Tanque Séptico[49]

Es muy importante seguir un mantenimiento e inspección constante del sistema para evitar que el lodo resultante se amontone y comience a contaminar el efluente y por tanto el medio receptor de agua tratada.

Mediante inspecciones regulares se controlara que la distancia desde la parte inferior de la nata hasta el fondo del dispositivo de salida, no sea menor a 15 centímetros, y la distancia desde el fondo del dispositivo de salida hasta la porción superior del lodo, no sea menor a 25 centímetros.

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 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

- Se construirá una vara de 3 metros de largo con una aleta de 15 x 15 centímetros.
- La vara se empujará a través de la capa de nata hasta el fondo del dispositivo de salida.
- Se hará una marca con tiza en la vara.

[49] Asociación de Ingenieros sanitarios de Antioquia, AINSA, Sistemas individuales para tratamiento de agua a nivel rural: captación, filtración, desinfección, Medellín, 1991, pág. 63.

- Se subirá la vara, la aleta se pondrá en posición horizontal y se levantará hasta que la resistencia de la nata se sienta.
- Se hará una marca con tiza en la vara.
- 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

- Se construirá una vara de 6 metros de largo, a la cual se le envolverá 2.5 metros en tela de toalla blanca.
- Se meterá la vara hasta que toque el fondo del tanque.
- 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

Diseñar un sistema de alcantarillado pluvial capaz de recolectar y llevar las aguas lluvias en la parroquia Poaló del cantón Latacunga dentro de la zona delimitada adjunta en los anexos (Anexo 2).

Este sistema de alcantarillado será diseñado en base a las normas ecuatorianas vigentes para asegurar su bien funcionamiento y evitar efectos adversos.

3.2.2 Disposiciones Generales

El sistema de alcantarillado pluvial a ser diseñado cumplirá con la finalidad de recolectar y trasladar las aguas provenientes de las precipitaciones desde la zona delimitada en el proyecto hacia un lugar más apropiado teniendo un manejo adecuado de este recurso.

3.2.3 Disposiciones Específicas

Para esta obra se tomo como base de diseño las normas INEN que están en actual vigencia y como guía el Manual de Criterios Cásicos de Diseño para sistemas de agua potable y alcantarillado desarrollado por el Ing. Guillermo Burbano.

3.2.4 Análisis conceptual de la Alternativa de Diseño

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

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

3.2.5 Bases de Diseño

Con respecto al periodo de diseño y áreas tributarias, las bases de diseño para el sistema de alcantarillado pluvial serian las mismas que en el sistema de alcantarillado sanitario (inciso 3.1.5).

3.2.5.1 Áreas Tributarias

Para el área de aporte del sistema de alcantarillado pluvial se cambiaron las áreas de aporte y se dividió en tres sistemas individuales por las siguientes razones:

- El área de las manzanas es muy grande, lo que implica grandes dotaciones el sistema pluvial. De ser un sistema único para todo el proyecto de alcantarillado pluvial, los diámetros de las tuberías serian muy elevados afectando a la economía del proyecto.
- Algunas áreas se modificaron considerando que mucha del agua lluvia recolectada en estas áreas será utilizada para sembríos.

A continuación se muestra el cuadro de áreas de los tres sistemas de alcantarillado pluvial.

Sistema 1

Tabla 3-10. Áreas de aporte para el alcantarillado pluvial 1.

Pozo	Cota (m)	Tramo	Longitud (m)	AREAS (Ha)			
				Izquierda	Derecha	Parcial	Acumulada
1	2910.559	1-2	59.554	0.202	0.202	0.404	0.404
2	2910.300	2-3	59.554	0.166	0.193	0.359	0.764

3	2910.050						
		3-4	98.215	0.210	0.240	0.450	1.213
4	2909.910						
		4-5	69.456	0.404	0.148	0.552	1.765
5	2908.820						
6	2908.970						
		6-5	96.712	0.237	0.224	0.462	0.462
5	2908.820						
		5-7	66.730	0.197	0.120	0.317	2.544
7	2907.306						
8	2908.434						
		8-9	54.091	0.230	0.370	0.601	0.601
9	2907.960						
		9-7	54.091	0.149	0.188	0.338	0.938
7	2907.306						
		7-10	98.422	0.252	0.228	0.480	3.962
10	2907.135						
6	2908.970						
		6-10	71.603	0.131	0.138	0.269	0.269
10	2907.135						
		10-11	54.290	0.159	0.154	0.313	4.544
11	2905.613						
		11-12	54.292	0.157	0.154	0.311	4.854
12	2904.715						
7	2907.306						
		7-13	56.847	0.157	0.165	0.322	0.322
13	2906.247						
		13-15	56.847	0.157	0.165	0.322	0.644
15	2905.563						
14	2906.441						
		14-15	33.166	0.336	0.179	0.515	0.515
15	2905.563						
		15-12	99.486	0.256	0.256	0.513	1.672
12	2904.715						
		12-16	98.711	0.421	0.255	0.676	7.202
16	2902.818						
		16-17	81.067	0.277	0.182	0.459	7.661
17	2901.383						

DESCARGA 1	**7.661**

Sistema 2

Tabla 3-11. Áreas de aporte para el alcantarillado pluvial 2.

Pozo	Cota (m)	Tramo	Longitud (m)	AREAS (Ha)			
				Izquierda	Derecha	Parcial	Acumulada
17	2901.383						
		17-18	72.5673	0.551	0.227	0.778	0.778
18	2901.115						
		18-19	72.567	0.268	0.231	0.499	1.277
19	2901.036						
1	2910.559						
		1-20	67.646	0.161	0.160	0.322	0.322
20	2909.370						
		20-21	77.482	0.250	0.143	0.393	0.714
21	2907.840						
3	2910.050						
		3-6	100.686	0.221	0.291	0.512	0.512
6	2908.970						
		6-22	57.404	0.153	0.186	0.339	0.851
22	2908.390						
		22-21	57.404	0.155	0.193	0.348	1.199
21	2907.840						
		21-23	76.435	0.154	0.148	0.302	2.216
23	2906.620						
10	2907.135						
		10-24	57.967	0.182	0.151	0.333	0.333
24	2906.850						
		24-23	57.967	0.185	0.147	0.332	0.665
23	2906.620						
		23-25	51.875	0.145	0.130	0.275	3.155
25	2905.110						
		25-26	51.875	0.145	0.130	0.275	3.430
26	2904.260						
12	2904.715						
		12-27	63.174	0.207	0.199	0.406	0.406
27	2904.540						
		27-26	63.174	0.206	0.197	0.402	0.808
26	2904.260						
		26-28	100.643	0.259	0.281	0.541	4.779
28	2902.380						
16	2902.818						
		16-29	67.857	0.216	0.217	0.433	0.433

29	2902.440						
		29-28	67.857	0.219	0.218	0.436	0.869
28	2902.380						
		28-19	99.83.69	0.239	0.281	0.520	6.168
19	2901.036						
		19-30	66.499	0.247	0.238	0.485	7.931
30	2898.820						
		30-31	66.499	0.488	0.238	0.726	8.657
31	2895.190						

DESCARGA 2	**8.657**

Sistema 3

Tabla 3-12. Áreas de aporte para el alcantarillado pluvial 2.

Pozo	Cota (m)	Tramo	Longitud (m)	AREAS (Ha)			
				Izquierda	Derecha	Parcial	Acumulada
35	2896.760						
		35-41	87.129	0.320	0.207	0.527	0.527
41	2895.830						
		41-31	93.450	0.371	0.244	0.615	1.142
31	2895.190						
		31-43	72.046	0.181	0.244	0.425	1.567
43	2892.900						
		43-44	72.046	0.207	0.261	0.469	2.035
44	2891.600						
19	2901.036						
		19-32	64.871	0.243	0.271	0.514	0.514
32	2899.700						
		32-33	64.871	0.242	0.161	0.403	0.917
33	2899.100						
		33-34	75.253	0.269	0.266	0.535	1.452
34	2898.930						
		34-35	75.253	0.269	0.300	0.569	2.021
35	2896.760						
		35-36	68.171	0.216	0.260	0.477	2.498
36	2895.830						

		36-37	68.171	0.225	0.211	0.435	2.933
37	2894.410						
		37-38	54.660	0.141	0.192	0.333	3.266
38	2893.880						
		38-39	54.660	0.141	0.197	0.338	3.604
39	2893.210						
41	2895.830						
		41-42	69.081	0.237	0.216	0.453	0.453
42	2894.680						
		42-39	69.081	0.238	0.222	0.459	0.912
39	2893.210						
		39-40	57.523	0.156	0.215	0.371	4.887
40	2892.540						
		40-44	57.523	0.156	0.218	0.374	5.261
44	2891.600						

DESCARGA 3	**7.297**

3.2.5.2 Caudales de Diseño[50]

Para la determinación del caudal de diseño se la realizara con la ayuda de las curvas de intensidad, duración y frecuencia de las precipitaciones de Poaló registradas en las estaciones pluviométricas y climatológicas más cercanas mencionadas anteriormente (inciso 2.3).

En este trabajo de disertación de grado, se utilizara el método racional para el cálculo del caudal de diseño, empleando la siguiente ecuación general:

$$Q = C \times I \times A$$

[50] Ing. Guillermo Burbano, Manual de criterios básicos de diseño para sistemas de agua potable y alcantarillado, pg. 104-113.

Donde,

Q: Caudal de aguas lluvias

C: Coeficiente de escurrimiento o impermeabilidad.

I: Intensidad de lluvia.

A: Área de drenaje o aportación.

Para el cumplimiento de este método se debe tener en cuenta las siguientes consideraciones:

La escorrentía 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. Además la máxima cantidad de lluvia ocurre dentro del tiempo de concentración.

Coeficiente de Escurrimiento (c)

El método racional toma en cuenta la idea que las lluvias largas producen bajas intensidades, en cambio las de corta duración no permiten el drenaje de todas las áreas contribuyentes hasta el punto de entrada en el alcantarillado.

Con este fin se considera un coeficiente de escurrimiento, que es la relación entre el agua que escurre (agua no evaporada, infiltrada o estancada) y la precipitación total, para el área considerada de diseño.

Este coeficiente esta determinado dependiendo de las características propias del terreno tales como su vegetación, impermeabilidad, retención en depresiones,

evaporación, clima, etc., para lo cual se han desarrollado tablas generalizadas para determinar el coeficiente de escurrimiento como las siguientes obtenidas del manual del Ingeniero Burbano que serán utilizadas en este trabajo.

Tabla 3-13. Coeficiente de escurrimiento por el tipo de superficie.

TIPOS DE SUPERFICIE	C
Cubierta metálica o teja vidriada	0.95
Cubierta con teja ordinaria	0.9
Pavimentos asfálticos 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 compacta)	0.25 - 0.60
Superficies no pavimentadas (suelo natural)	0.10 - 0.30
Parques y jardines	0.05 - 0.25

Tabla 3-14. Coeficiente de escurrimiento por el tipo de zonificación.

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

Para el diseño se utilizara un coeficiente de escurrimiento de 0.4, ya que este cumple de forma más real con las condiciones del sector (zona residencial con casas separadas y superficie afirmada, empedrados con juntas normales, etc.).

Intensidad de precipitación (I)[51]

El cálculo de la intensidad de precipitación se realizara en baso a la información obtenido por el INAMHI. Según el registro de lluvias de años anteriores de la estación del aeropuerto de Latacunga, se han determinado curvas de intensidad representadas por la siguiente ecuación general:

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

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

Donde,

I_{TR}: Intensidad de precipitación para cualquier período de retorno en mm/h

Id_{TR}: Intensidad diaria para un período de retorno dado en mm/h

TR: período de retorno

t: tiempo de duración de la lluvia en min

K, m y n: constantes de ajuste determinado aplicando mínimos cuadrados

[51] INAMHI, Estudio de lluvias intensas, Quito, 1999.

El INAMHI determino una ecuación de la estación del aeropuerto de Latacunga que respondería al sector de este proyecto. Esta ecuación para determinar el I_{TR} sería la siguiente:

$$I_{TR} = 909.87 \times Id_{TR} \times t^{-0.9344}$$

Esta ecuación está en función de la intensidad máxima en 24 horas, para una duración de precipitación mayor a 50 min, tiempo que se considera adecuado para el proyecto.

Observado la historia de precipitaciones del sector, se asumió un período de retorno de 10 años en cuyo caso, el valor de $\mathbf{Id_{TR}}$ correspondiente a la estación analizada es 1.60 mm/h obteniendo la ecuación siguiente:

$$I_{TR} = 1455.79 \times t^{-0.9344}$$

Tiempo de Concentración (t)[52]

El tiempo de concentración es el tiempo que tarda una gota de agua en recorrer desde el punto más alejado del área de análisis hasta el punto el punto final de recepción.

Este tiempo está determinado conjuntamente por el tiempo que requiere la escorrentía para llegar hasta la entrada de la tubería (tiempo de recorrido superficial $\mathbf{t_1}$) y por el tiempo de recorrido dentro del sistema de alcantarillado ($\mathbf{t_2}$).

$$t = t_1 + t_2$$

[52] Ing. Guillermo Burbano, Manual de criterios básicos de diseño para sistemas de agua potable y alcantarillado, pg.112.

El tiempo $\mathbf{t_1}$ 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 superficies interiores, distancia de el inicio del recorrido de la gota de agua sobre 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 minutos.

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

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

En el caso de este proyecto se asumirá un tiempo de recorrido superficial de 20 minutos, puesto que el sector presenta áreas permeables y su topografía es plana, además los sumideros se encuentran lejanos entre sí.

El tiempo $\mathbf{t_2}$, de recorrido en el alcantarillado, se calcula con la expresión:

$$t_{2=\frac{l}{v}}$$

Donde, **l** es la longitud del tramo de alcantarilla y **v** es la velocidad de circulación del agua en el tramo respectivo.

Periodo de Retorno o Frecuencia (TR)

Para este proyecto se asumir a un periodo de retorno de 10 años.

3.2.6 Hidráulica del Sistema de Alcantarillado Pluvial

La hidráulica del sistema de alcantarillado pluvial es similar a la del sistema de alcantarillado sanitario especificados en el apéndice 3.1.6, por lo que en esta sección se especificara los aspectos característicos del sistema de alcantarillado pluvial.

3.2.6.1 Recomendaciones para el Diseño del Sistema de Alcantarillado Pluvial[53]

3.2.6.1.1 Generalidades

Las tuberías de los sistemas de alcantarillado pluvial pueden trabajar al cien por ciento de su capacidad y hasta pueden trabajar con una presión que puede llegar hasta 5 metros puesto esta intensidad de lluvia es de corta duración por lo que esta carga es esporádica.[54]

Este sistema se proyecta al centro de la calzada para separar del sistema de agua potable y alcantarillado sanitario.

El diámetro mínimo para sistemas de alcantarillado pluvial será de 0.25 metros, sus conexiones domiciliarias se utilizarán 0.15 m como mínimo y la pendiente mínima de las conexiones domiciliarias será del uno por ciento.

[53] Ing. Guillermo Burbano, Manual de criterios básicos de diseño para sistemas de agua potable y alcantarillado, pg.122-126.
[54] Ing. Guillermo Burbano, Manual de criterios básicos de diseño para sistemas de agua potable y alcantarillado, pg.118.

3.2.6.1.2 Velocidades Máxima y Mínima

En los sistemas de alcantarillo pluvial independientes al alcantarillado sanitario no es necesario adoptar una velocidad mínima puesto que el agua no contiene material en suspensión, el requisito de autolimpieza no se hace necesario. Pero, para evitar empozamientos y taponamiento con material solido filtrado, se adoptara una velocidad mínima de 0.3 m/s en tubería parcialmente llena y 0.75 m/s a tubería llena, los cuales podrían ser modificados si las condiciones económicas lo requieren.

Al igual que en el alcantarillado sanitario la velocidad máxima del sistema estaría dada mediante recomendaciones técnicas del fabricante de los materiales a ser utilizados en el alcantarillado.

3.2.6.1.3 Sumideros[55]

En los sistemas de alcantarillado pluvial se proyectan sumideros para recoger el agua lluvia que escurre por las calzadas u se ubicaran 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.

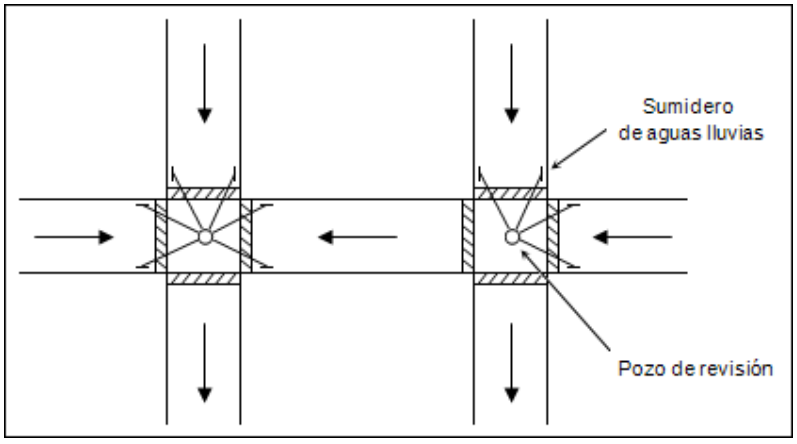
Si la pendiente longitudinal de la calle es menor a 5 por ciento se utilizara deflectores y sumideros con abertura en la cinta gotera.

Si la longitud es mayor al 5 por ciento se utilizara sumideros con aberturas sobre la rasante de la calle o sumideros combinados. Para los sumideros que utilizan rejillas

[55] Ing. Guillermo Burbano, Manual de criterios básicos de diseño para sistemas de agua potable y alcantarillado, pg.128.

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.

Gráfico 3-4. Ubicación sumideros y pozos de revisión de aguas lluvias.[56]



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.[57]

[56] Ing. Guillermo Burbano, Manual de criterios básicos de diseño para sistemas de agua potable y alcantarillado, pg.128.

[57] 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 de la Red de Alcantarillado Pluvial

Para el cálculo del diseño de la red de alcantarillado pluvial se utilizo el método manual, el cual fue realizado en el programa Microsoft Excel utilizado los datos y criterios mencionados anteriormente.

Datos

Los tres sistemas de alcantarillado pluvial cumplen con los siguientes datos:

Coeficiente de escurrimiento (C) = 0.4

Coeficiente de Manning (n) = 0.010

Diámetro mínimo = 250 mm

t_1= 20 minutos

t_2= L/(60xv)

TR= 10 años

Profundidad de pozo mínima= 1.25 m

$I_{TR} = 1455.79 \times t^{-0.9344}$

$Q = C \times I \times A$

Tabla 3-15. Sistema de alcantarillado pluvial 1.

SISTEMA 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_2 (min)	t (min)	CAÍDA (m)	COTA PROY (m)	CORTE (m)
				IZQ	DER	PARC	AC																
1			2910.56																			2909.31	1.25
	1 - 2	59.55		0.202	0.202	0.404	0.404	0.162	88.60	40	250	0.43	1.04	51	0.78	0.66	1.11	1.15	0.86	20.00	0.26		
2			2910.30																			2909.02	1.28
	2 - 3	59.55		0.166	0.193	0.359	0.764	0.305	85.16	72	300	0.42	1.15	81	0.89	0.73	1.13	1.30	0.76	20.86	0.25		
3			2910.05																			2908.74	1.31
	3 - 4	98.22		0.210	0.240	0.450	1.213	0.485	82.35	111	300	0.88	1.66	118	0.94	0.77	1.14	1.89	0.86	21.63	0.86		
4			2910.91																			2907.85	3.06
	4 - 5	69.46		0.404	0.148	0.552	1.765	0.706	79.39	156	300	3.01	3.09	218	0.71	0.62	1.09	3.35	0.35	22.49	2.09		
5			2908.82																			2905.73	3.09
6			2908.97																			2907.72	1.25
	6 - 5	96.71		0.237	0.224	0.462	0.462	0.185	88.60	45	300	0.16	0.70	50	0.92	0.75	1.13	0.79	2.03	20.00	0.15		
5			2908.82																			2907.54	1.28
	5 - 7	66.73		0.197	0.120	0.317	2.544	1.018	73.24	207	350	2.27	2.97	286	0.72	0.63	1.09	3.24	0.34	24.52	1.51		
7			2907.31																			2906.00	1.31
8			2908.43																			2907.18	1.25
	8 - 9	54.09		0.230	0.370	0.601	0.601	0.240	88.60	59	250	0.88	1.47	72	0.82	0.69	1.12	1.64	0.55	20.00	0.47		
9			2907.96																			2906.68	1.28
	9 - 7	54.09		0.149	0.188	0.338	0.938	0.375	86.39	90	300	1.21	1.96	138	0.65	0.59	1.07	2.08	0.43	20.55	0.65		
7			2907.31																			2906.00	1.31
	7 - 10	98.42		0.252	0.228	0.480	3.962	1.585	72.05	317	600	0.17	1.18	333	0.95	0.78	1.14	1.34	1.22	24.95	0.17		
10			2907.14																			2905.80	1.34
6			2908.97																			2907.72	1.25

	6 - 10	71.60		0.131	0.138	0.269	0.269	0.108	88.60	26	250	2.56	2.52	124	0.21	0.31	0.80	2.01	0.59	20.00	1.83		
10			2907.14																			2905.86	1.28
	10 - 11	54.29		0.159	0.154	0.313	4.544	1.817	68.89	348	600	2.80	4.73	1336	0.26	0.35	0.84	3.97	0.23	26.18	1.52		
11			2905.61																			2904.24	1.37
	11 - 12	54.29		0.157	0.154	0.311	4.854	1.942	68.34	369	600	1.65	3.63	1027	0.36	0.41	0.92	3.33	0.27	26.41	0.90		
12			2904.72																			2903.32	1.40
7			2907.31																			2906.06	1.25
	7 - 13	56.85		0.157	0.165	0.322	0.322	0.129	88.60	32	250	1.86	2.15	106	0.30	0.38	0.87	1.88	0.50	20.00	1.06		
13			2906.25																			2904.97	1.28
	13 - 15	56.85		0.157	0.165	0.322	0.644	0.258	86.56	62	250	1.20	1.73	85	0.73	0.63	1.09	1.89	0.50	20.50	0.68		
15			2905.56																			2904.25	1.31
14			2906.44																			2905.19	1.25
	14 - 15	33.17		0.336	0.179	0.515	0.515	0.206	88.60	51	250	2.65	2.56	126	0.40	0.44	0.95	2.42	0.23	20.00	0.88		
15			2905.56																			2904.28	1.28
	15 - 12	99.49		0.256	0.256	0.513	1.672	0.669	84.62	157	350	0.85	1.82	175	0.90	0.74	1.13	2.06	0.81	21.01	0.85		
12			2904.72																			2903.38	1.34
	12 - 16	98.71		0.421	0.255	0.676	7.202	2.881	66.45	532	600	1.92	3.91	1107	0.48	0.49	0.99	3.87	0.42	27.21	1.90		
16			2902.82																			2901.45	1.37
	16 - 17	81.07		0.277	0.182	0.459	7.661	3.065	65.49	558	600	1.77	3.76	1062	0.52	0.51	1.01	3.80	0.36	27.64	1.44		
17			2901.38																			2899.98	1.40
	17 - De 1	86.55		0.277	0.182	0.459	7.661	3.065	64.71	558	600	1.02	2.85	806	0.68	0.61	1.08	3.07	0.47	27.99	0.88		
De 1			2900.50																			2899.07	1.43

Tabla 3-16. Sistema de alcantarillado pluvial 2.

SISTEMA 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_2 (min)	t (min)	CAÍDA (m)	COTA PROY (m)	CORTE (m)
				IZQ	DER	PARC	AC																
17			2901.38																			2900.13	1.25
	17 - 18	72.57		0.551	0.227	0.778	0.778	0.311	88.6	77	350	0.37	1.20	115	0.67	0.60	1.07	1.28	0.94	20.00	0.27		
18			2901.12																			2899.84	1.28
	18 - 19	72.57		0.268	0.231	0.499	1.277	0.511	84.86	120	450	0.11	0.77	122	0.98	0.81	1.14	0.88	1.38	20.94	0.08		
19			2901.04																			2899.73	1.31
1			2910.56																			2909.31	1.25
	1 - 20	67.65		0.161	0.160	0.322	0.322	0.129	88.60	32	250	1.76	2.09	102	0.31	0.38	0.88	1.84	0.61	20.00	1.19		
20			2909.37																			2908.09	1.28
	20 - 21	77.48		0.250	0.143	0.393	0.714	0.286	86.13	68	250	1.97	2.21	109	0.63	0.58	1.06	2.34	0.55	20.61	1.53		
21			2907.84																			2906.53	1.31
3			2910.05																			2908.80	1.25
	3 - 6	100.69		0.221	0.291	0.512	0.512	0.205	88.60	50	250	1.07	1.63	80	0.63	0.58	1.06	1.72	0.97	20.00	1.08		
6			2908.97																			2907.69	1.28
	6 - 22	57.40		0.153	0.186	0.339	0.851	0.341	84.75	80	300	1.01	1.79	126	0.63	0.58	1.06	1.89	0.51	20.97	0.58		
22			2908.39																			2907.08	1.31
	22 - 21	57.40		0.155	0.193	0.348	1.199	0.480	82.88	110	300	0.96	1.74	123	0.90	0.74	1.13	1.97	0.49	21.48	0.55		
21			2907.84																			2906.50	1.34
	21 - 23	76.44		0.154	0.148	0.302	2.216	0.886	80.94	199	350	1.60	2.49	240	0.83	0.70	1.12	2.78	0.46	22.03	1.22		
23			2906.62																			2905.25	1.37
10			2907.14																			2905.89	1.25
	10 - 24	57.67		0.182	0.151	0.333	0.333	0.133	88.60	33	250	0.49	1.11	54	0.60	0.56	1.05	1.16	0.83	20.00	0.29		
24			2906.85																			2905.57	1.28

	24 - 23	57.97		0.185	0.147	0.332	0.665	0.266	85.29	63	300	0.40	1.12	79	0.80	0.67	1.11	1.24	0.78	20.83	0.23		
23			2906.62																			2905.31	1.31
	23 - 25	51.88		0.145	0.130	0.275	3.155	1.262	78.36	275	350	2.91	3.36	324	0.85	0.71	1.12	3.77	0.23	22.81	1.51		
25			2905.11																			2903.71	1.40
	25 - 26	51.88		0.145	0.130	0.275	3.430	1.372	77.63	296	400	1.64	2.76	347	0.85	0.71	1.12	3.10	0.28	23.04	0.85		
26			2904.26																			2902.83	1.43
12			2904.72																			2903.47	1.25
	12 - 27	63.17		0.207	0.199	0.406	0.406	0.162	88.60	40	250	0.28	0.83	41	0.98	0.80	1.14	0.94	1.11	20.00	0.18		
27			2904.54																			2903.26	1.28
	27 - 26	63.17		0.206	0.197	0.402	0.808	0.323	84.22	76	300	0.44	1.18	84	0.90	0.74	1.13	1.34	0.79	21.11	0.28		
26			2904.26																			2902.95	1.31
	26 - 28	100.64		0.259	0.281	0.541	4.779	1.912	75.24	400	450	1.87	3.19	507	0.79	0.67	1.11	3.53	0.48	23.82	1.88		
28			2902.38																			2900.92	1.46
16			2902.82																			2901.57	1.25
	16 - 29	67.86		0.216	0.217	0.433	0.433	0.173	88.60	43	250	0.56	1.18	58	0.74	0.64	1.09	1.29	0.88	20.00	0.38		
29			2902.44																			2901.16	1.28
	29 - 28	67.86		0.219	0.218	0.436	0.869	0.348	85.10	82	450	0.09	0.69	110	0.75	0.64	1.10	0.76	1.49	20.88	0.06		
28			2902.38																			2901.07	1.31
	28 - 19	99.84		0.239	0.281	0.520	6.168	2.467	71.09	487	500	1.35	2.90	570	0.86	0.71	1.12	3.26	0.51	25.31	1.34		
19			2901.04																			2899.70	1.34
	19 - 30	66.50		0.247	0.238	0.485	7.931	3.172	67.65	596	500	3.33	4.56	896	0.67	0.60	1.07	4.88	0.23	26.69	2.22		
30			2898.82																			2897.45	1.37
	30 - 31	66.50		0.488	0.238	0.726	8.657	3.463	67.12	646	500	5.46	5.84	1147	0.56	0.54	1.03	6.01	0.18	26.92	3.63		
31			2895.19																			2893.79	1.40
	31 - De 2	94.40		0.488	0.238	0.726	8.657	3.463	66.69	642	550	1.28	3.02	717	0.90	0.74	1.13	3.41	0.46	27.10	1.21		
De 2			2893.98																			2892.55	1.43

Tabla 3-17. Sistema de alcantarillado pluvial 3.

SISTEMA 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_2 (min)	t (min)	CAÍDA (m)	COTA PROY (m)	CORTE (m)
				IZQ	DER	PARC	AC																
35			2896.76																			2895.51	1.25
	35 - 41	87.13		0.320	0.207	0.527	0.527	0.211	88.60	52	250	1.07	1.63	80	0.65	0.59	1.06	1.73	0.84	20.00	0.93		
41			2895.83																			2894.55	1.28
	41 - 31	93.45		0.371	0.244	0.615	1.142	0.457	85.26	108	350	0.68	1.63	157	0.69	0.61	1.08	1.76	0.89	20.84	0.64		
31			2895.19																			2893.88	1.31
	31 - 43	72.05		0.181	0.244	0.425	1.567	0.627	82.01	143	350	3.18	3.51	338	0.42	0.45	0.96	3.37	0.36	21.72	2.29		
43			2892.90																			2891.56	1.34
	43 - 44	72.05		0.207	0.261	0.469	2.035	0.814	80.77	183	350	1.80	2.65	255	0.72	0.63	1.09	2.88	0.42	22.08	1.30		
44			2891.60																			2890.23	1.37
19			2901.04																			2899.79	1.25
	19 - 32	64.87		0.243	0.271	0.514	0.514	0.205	88.60	51	250	2.06	2.26	111	0.46	0.47	0.98	2.21	0.49	20.00	1.34		
32			2899.70																			2898.42	1.28
	32 - 33	64.87		0.242	0.161	0.403	0.917	0.367	86.62	88	300	0.92	1.71	121	0.73	0.63	1.09	1.87	0.58	20.49	0.60		
33			2899.10																			2897.79	1.31
	33 - 34	75.25		0.269	0.266	0.535	1.452	0.581	84.39	136	450	0.23	1.11	176	0.77	0.66	1.10	1.22	1.03	21.07	0.17		
34			2898.93																			2897.59	1.34
	34 - 35	75.25		0.269	0.300	0.569	2.021	0.808	80.72	181	450	2.88	3.96	629	0.29	0.37	0.86	3.42	0.37	22.10	2.17		
35			2896.76																			2895.39	1.37
	35 - 36	68.17		0.216	0.260	0.477	2.498	0.999	79.49	221	450	1.36	2.72	433	0.51	0.51	1.00	2.73	0.42	22.46	0.93		
36			2895.83																			2894.43	1.40
	36 - 37	68.17		0.225	0.211	0.435	2.933	1.173	78.14	255	450	2.08	3.36	535	0.48	0.49	0.99	3.32	0.34	22.88	1.42		
37			2894.41																			2892.98	1.43

	37 - 38	54.66		0.141	0.192	0.333	3.266	1.306	77.06	280	450	0.97	2.29	365	0.77	0.66	1.10	2.53	0.36	23.22	0.53		
38			2893.88																			2892.42	1.46
	38 - 39	54.66		0.141	0.197	0.338	3.604	1.441	75.96	304	450	1.23	2.58	410	0.74	0.64	1.09	2.82	0.32	23.58	0.67		
39			2893.21																			2891.72	1.49
41			2895.83																			2894.58	1.25
	41 - 42	69.08		0.237	0.216	0.453	0.453	0.181	88.60	45	250	1.66	2.03	100	0.45	0.47	0.97	1.97	0.58	20.00	1.15		
42			2894.68																			2893.40	1.28
	42 - 39	69.08		0.238	0.222	0.459	0.912	0.365	86.25	87	250	2.13	2.30	113	0.78	0.66	1.10	2.54	0.45	20.58	1.47		
39			2893.21																			2891.90	1.31
	39 - 40	57.52		0.156	0.215	0.371	4.887	1.955	74.62	405	500	1.16	2.70	530	0.76	0.66	1.10	2.97	0.32	24.03	0.67		
40			2892.54																			2891.02	1.52
	40 - 44	57.52		0.156	0.218	0.374	5.261	2.105	73.70	431	500	1.63	3.20	627	0.69	0.61	1.08	3.44	0.28	24.36	0.94		
44			2891.60																			2890.05	1.55
	44 - De 3	62.57		0.156	0.218	0.374	5.261	2.105	72.92	426	500	1.28	2.83	555	0.77	0.66	1.10	3.12	0.33	24.63	0.80		
De 3			2890.80																			2889.22	1.58

3.2.6.3 Cálculo de Presión sobre la Tubería

El cálculo de presión sobre las tuberías tiene las mismas características que el cálculo mencionado en el inciso 3.1.6.4 por lo que debe cumplir con las dos condiciones críticas allí mencionadas.

Condición Crítica I

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

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

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

Donde,

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

P: Carga puntual.

Z: Profundidad a la que se encuentra la tubería.

El camión HS – MOP – 2000 es un vehículo de 3 ejes, uno frontal y dos traseros, lo que indica que el mayor esfuerzo será generado en la parte posterior equivalente a

un cuarenta por ciento del peso total del vehículo. Por esta razón la carga puntual sería la siguiente:

$$P = 0.4 \times Peso\ crítico$$

$$P = 0.4 \times 25\ T$$

$$\boldsymbol{P} = 10\ T$$

La mayor profundidad (**Z**) encontrada en el diseño del sistema de alcantarillado sanitario seria de 3.09 metros.

Por lo tanto,

$$\sigma_z = \frac{3 \times 10}{2 \times \pi \times 3.09^2}$$

$$\boldsymbol{\sigma_z} = \ 0.50\ T/m^2$$

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

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

Donde,

σ_o: Presión ejercida por el suelo sobre la tubería.

γ: Peso específico predominante del suelo

Para el sector de Poaló el suelo tiene un peso especifico predominante de 1.55 T/m^3.

Por lo tanto,

$$\sigma_o = 1.55 \times 3.09$$

$$\boldsymbol{\sigma_o} = 4.79\, T/m^2$$

La presión total que será ejercida sobre la tubería seria:

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

$$\sigma_{Total} = 0.50 + 4.79$$

$$\boldsymbol{\sigma_{Total}} = \ 5.29\, T/m^2$$

$$5.29\ T/m^2 \ll 40\ T/m^2$$

Condición Crítica II

En este inciso se analiza la mayor presión ejercida por el peso de los vehículos sobre la tubería. Esto implica que se tomara la menor profundidad, puesto que así el esfuerzo del vehículo es amortiguado de menor manera.

La tubería más cercana a la superficie se encuentra a 1.25 m bajo la superficie.

Por lo tanto,

$$\sigma_z = \frac{3 \times 10}{2 \times \pi \times 1.25^2}$$

$$\boldsymbol{\sigma_z} = \ 3.056\ T/m^2$$

$$\sigma_o = 1.55 \times 1.25$$

$$\boldsymbol{\sigma_o} = 1.94\, T/m^2$$

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

$$\sigma_{Total} = 3.056 + 1.94$$

$$\boldsymbol{\sigma_{Total}} = \ 4.99 T/m^2$$

$$4.99 \ T/m^2 \ll 40 \ T/m^2$$

De acuerdo a este análisis la tubería de PVC resiste satisfactoriamente los esfuerzos de las dos condiciones críticas.

CÁPITULO 4

EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

4.1 CARACTERISTICAS FÍSICAS AMBIENTALES

En este capítulo se describe las características físicas, bióticas y socioeconómicas actuales del sector del proyecto, para ser analizados los posibles impactos ambientales y sus medidas de mitigación.

Se estudiaron los impactos ambientales conjuntamente para el sistema de alcantarillado sanitario y alcantarillado pluvial, por su similitud y debido a que este es un proyecto global.

4.1.1 Aspecto Físico

4.1.1.1 Relieve

En esta parroquia no se distingue una orografía muy irregular, consta de zonas planas en la parte baja, laderas en la parte media y superficies onduladas en la parte alta con la presencia de zonas húmedas desde donde vierte el agua.

4.1.1.2 Tipos de Suelo

Los suelos más comunes en este sector son los suelos franco arenosos más o menos profundos con buen contenido de materia orgánica con una capa arable de 20 cm en la superficie y su pH es neutro. En la parte media de la parroquia se visualiza zonas de cangahua.

Se puede observar información más detallada sobre los tipos de suelo y usos por región en el inciso 1.3 del presente trabajo.

4.1.2 Aspectos Bióticos[58]

4.1.2.1 Flora

La vegetación nativa, en la zona baja del parroquia es común el capulí, de diferentes sabores que madura para los inicios del año y es motivo de salidas a caminatas de alguna familias del centro parroquial que no tienen terrenos con árboles de esta fruta e inclusive llegan de la capital de la provincia para subir a árboles del filo de las vías y alcanzar los capulíes.

Otra especie nativa es la cabuya negra (Agave mexicana), que crece bien en la zona baja, donde haya suelos de buena calidad y generalmente se localiza formando cercas vivas. En lagunas quebradas y en algunos linderos persisten las chilcas, algunas cabuyas blancas, pastos nativos como la cebadilla, el pasto avena, festucas, pata de gallina, gramas, kikuyos y otras como la santa maría, el taraxaco.

En las partes húmedas o pequeños pantanos de cerca de la cabecera parroquial, se encuentran totoras (Ciperus totora) y otras ciperáceas y también kikuyos y berros.

En la zona media son las gramíneas nativas como la paja de páramo, las festucas, kikuyos y otras como la santa maría, el quishuar, hierba e verano, matico, entre otros.

En la zona alta como se trata de zonas paramales generalmente están conformadas por Festucas ,tienen sus raíces en forma de barbadilla, al igual que

[58] Plan de Desarrollo Parroquial, SENPLADES, 2006.

otras gramíneas de los pajonales, lo cual permite la conformación de una especie de esponja que ayuda a retener el agua que reciben y van soltando poco a poco y gracias ello se filtrarán hacia capas inferiores del suelo y saldrán en las quebradas o mucho más abajo en los valles interandinos o en las faldas de cordillera o en las zonas húmedas o pantanos de cerca de la cabecera parroquial de Poaló o la zona de la “Calera” (ubicada al este de la parroquia).

Otra especie de gramínea es el calamagrostis, hay variedades de Poas, Bromus y la paja de páramo.

Además de los indicados existen en menores proporciones las siguientes gramíneas: Eragrostis purpurencis, Elymus virginicum. También leguminosas como el Astralagus patersoni, Vicia gramínea (alverjilla), Trébol blanco. Varias especies de de la familia Compositae también existen (Lucilia aretioides, Werneria ninigena, Bacharis sirvillifolia, entre otras. También Rosaea como la Alchemilla orbiculata (orejuela de las almohadillas. Poligonaceas (Enrigonum pyrolatoilum.

Como a punto de desaparecer en las orillas de algunos caminos o quebradas, se encuentran la chilca, el quishuar, la chuquiragua insignes, algunos cactus.

4.1.2.2 Fauna

Las especies pecuarias predominantes en esta zona baja son: el cuy, las gallinas, los conejos, los porcinos y los bovinos.

En la zona media, existe producción ovina, donde predominan los ovinos criollos, aunque podemos encontrar algunos ejemplares puros de la raza Correidale o Ramboullet y por ende los mestizos, pues fueron introducidos en esta zona y en la zona alta gracias al apoyo de entidades para el desarrollo. Son pocas las áreas

específicas para el pastoreo de ovinos y estos son las laderas, terrenos en descanso, vera de los caminos, lotes recién cosechados de cebada principalmente; allí pastorean con porcinos.

Es común la presencia de parásitos externos, especialmente garrapatas y se debe a que no acostumbran a prevenir o controlar en las ovejas adultas, por ende se infestan las crías con mucha facilidad.

En cuanto a la producción pecuaria, en la zona alta existen Ovinos, porcinos, cuyes y bovinos de engorde.

4.1.3 Aspectos Socioeconómicos

Los aspectos socioeconómicos del sector del proyecto se mencionan ampliamente en el inciso 1.3.3.

4.2 Necesidades de Evaluación de los Impactos[59]

Como se puede observar en el inciso anterior, este es un medio natural sin muchas infraestructural, por lo cual con la elaboración de proyectos sin una evolución ambiental podría llevar a grandes alteraciones del entorno causando impactos negativos al sector.

Los proyectos generan cambios físicos, biológicos, sociales y ecológicos, pero estos pueden ser positivos o negativos. Mediante una correcta evaluación de impacto ambiental se puede prevenir estos impactos negativos ahorrando así

[59] Apuntes de la materia Impacto Ambiental, Ing. Fernando Castro, 2009.

tiempo, dinero y protegiendo el futuro del sector. Además se puede fomentar los impactos positivos y controlar alguna afectación secundaria oculta.

Para el cumplimiento de lo antes mencionado se debe desarrollar un plan de manejo ambiental característico para cada proyecto. Dependiendo de la etapa o afectación provocado por el proyecto se puede proceder de las siguientes formas:

- **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.
- **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.

Estas medidas se deben intentar realizar comenzando desde las medidas preventivas y de no ser adecuadas para el caso se continuara con la siguiente medida.

4.3 Determinación y Evaluación en los Sistemas de Alcantarillado

4.3.1 Bases de Diseño

En esta sección se analizara, determinara y evaluara los impactos ambientales provocados por la construcción, operación y mantenimiento de los sistema de alcantarillado sanitario y pluvial en el cantón Poaló objetivo de esta trabajo de disertación; para esto se utilizara el método de matriz Causa – Efecto.

4.3.2 Metodología de Evaluación

El método a utilizarse, matriz Causa – Efecto, es muy práctico y aplicable para este proyecto ya que evalúa cuantitativamente los impactos ambientales, calificándolos y caracterizándolos como positivos y negativos. Este tipo de matrices nos ayuda a analizar la probabilidad y gravedad del impacto.

Para este análisis se tomaran en cuenta los factores que alteran directa e indirectamente el medio ambiente del sector y de posibles zonas cercanas afectadas en cada etapa del proyecto.

4.3.2.1 Parámetros de los Impactos Ambientales[60]

Para poder calificar y dar cuantía a los impactos analizados en la matriz se seguirá los siguientes parámetros:

[60] Apuntes de la materia Impacto Ambiental, Ing. Fernando Castro, 2009.

Naturaleza del impacto (Signo)

Si el impacto ambiental genera un benéfico se le asignara el signo positivo; caso contrario, si el impacto es perjudicial a este se le asignara el signo negativo.

Intensidad del impacto (I)

Determina el grado o magnitud en que el ambiente se verá afectado por la actividad analizada. Y se la puede caracterizar de la siguiente forma:

Tabla 4-1. Calificación de intensidad.

INTENSIDAD (I)				
Baja	Media	Alta	Muy alta	Total
1	2	4	8	12

Extensión del impacto (EX)

Refleja el área influenciada por el impacto ambiental con relación al área del proyecto.

Tabla 4-2. Calificación de extensión.

EXTENSIÓN (EX)			
Puntual	Parcial	Extenso	Total
1	2	4	8

Persistencia (PE)

Es la duración o tiempo en el cual el impacto causa efectos en el sector.

Tabla 4-3. Calificación de persistencia.

PERSISTENCIA (PE)		
Fugaz <1 año	Temporal 1 a 10 años	Permanente >10 años
1	2	3

Momento (MO)

Se refiere al tiempo en que ocurrirá el impacto, dicho de otra forma es el tiempo entre el inicio de la actividad y el inicio del impacto ambiental.

Tabla 4-4. Calificación de momento.

MOMENTO (MO)			
inmediato	Corto Plazo	Mediano Plazo	Largo plazo
4	3	2	1

Reversibilidad (RV)

Representa la capacidad del medio ambiente para retornar a su estado inicial de forma natural.

Tabla 4-5. Calificación de reversibilidad.

REVERSIBILIDAD (RV)			
Corto Plazo	Mediano Plazo	Largo plazo	irreversible
1	2	3	4

Recuperabilidad (MC)

Es un criterio similar al de la reversibilidad, pero el retorno no se da de forma natural, es ayudado por actividades del hombre.

Tabla 4-6. Calificación de recuperabilidad.

RECUPERABILIDAD (MC)			
Corto Plazo	Mediano Plazo	Largo plazo	irreversible
1	2	3	4

Acumulación (AC)

Criterio utilizado para representar el 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.

Tabla 4-7. Calificación de acumulación.

ACUMULACIÓN (AC)	
Simples	Acumulados
1	4

Sinergia (SI)

Muestra 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.

Tabla 4-8. Calificación de sinergia.

SINERGIA (SI)		
No sinérgica	Moderadamente sinérgica	Altamente sinérgica
1	2	3

Efecto (EF)

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

Tabla 4-9. Calificación de efecto.

EFECTO (EF)	
Directo	Indirecto
1	4

Periodicidad (PR)

Representa la regularidad con que se manifiesta un efecto.

Tabla 4-10. Calificación de periodicidad.

PERIODICIDAD (PR)		
Irregular	Periódico	Continuo
1	2	3

4.3.2.2 Importancia de Impacto Ambiental (IM)[61]

Como se puede observar en el inciso anterior, mediante este método se puede calificar los distintos criterios que serán analizados para este proyecto. De tal forma podemos asumir un valor total del efecto provocado sumando los distintos aspectos.

[61] Apuntes de la materia Impacto Ambiental, Ing. Fernando Castro, 2009.

Pero debido a la diferente importancia que representa cada aspecto, se determino una fórmula que utiliza factores de maximización para los criterios de mayor importancia. La formula es la siguiente:

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

Con la determinación de la importancia del impacto ambiental, podemos realizar una evaluación más generalizada de la actividad realizada guiándonos en este antecedente. Por lo que podemos distinguir los siguientes impactos:

Tabla 4-11. Calificación de periodicidad.

IMPORTANCIA	IMPACTO
< 25	Irrelevante
25 - 49	Moderado
50 - 75	Severo
> 75	Crítico

Impacto irrelevante

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

Impacto moderado

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

Impacto severo

Impacto que requiere medidas protectora, correctivas o mitigantes intensivas y a para regresar a su condición inicial requiere de mayor tiempo.

Impacto crítico

Impacto en el que no se logra regresar a las condiciones iniciales, sin una posible recuperación. Las medidas protectoras o correctivas únicamente reducen el impacto provocado.

Tabla 4-12. Matriz Causa-Efecto, evaluación del impacto ambiental.

FASE	MEDIO	FACTOR AMB.	IMPACTOS AMBIENTALES	CALIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES											IM	IMPACTO
				S	I	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR		
CONSTRUCCIÓN	FÍSICO	Calidad del aire	Contaminación por maquinaria pesada	-	8	4	3	1	1	1	2	4	1	2	- 47	MODERADO
			Contaminación por ruido	-	9	2	4	1	1	1	2	1	1	2	- 44	MODERADO
			Disminución de la calidad del aire	-	8	3	4	1	2	2	3	4	1	3	- 50	SEVERO
			Presencia de partículas de polvo	-	10	4	4	1	1	1	1	4	1	2	- 53	SEVERO
		Calidad del suelo	Cambio en la topografía de la zona	-	3	1	3	1	3	2	1	1	1	4	- 27	MODERADO
			Degradación del suelo	-	8	2	2	2	3	3	2	1	4	3	- 48	MODERADO
		Calidad del agua	Degradación de aguas subterráneas	-	1	2	1	1	2	2	3	4	4	3	- 27	MODERADO
			Alteración de recursos hídricos	-	1	2	2	1	2	2	2	4	4	3	- 27	MODERADO
			Disminución en la dotación de agua	-	8	4	2	1	1	1	2	4	4	2	- 49	MODERADO
		Paisaje	Alteración del paisaje	-	8	4	4	1	2	2	2	1	1	3	- 48	MODERADO
	BIÓTICO	Especies de fauna	Desplazamiento de animales autóctonos	-	9	2	3	2	3	3	3	4	1	3	- 53	SEVERO
		Especies de flora	Pérdida de cubierta vegetal	-	4	3	4	2	3	2	2	1	1	3	- 36	MODERADO
	SOCIOECONÓMICO	Transporte	Alteración del medio terrestre	-	8	5	4	1	1	1	2	1	1	2	- 47	MODERADO
		Turismo y comercio	Disminución del turismo	-	4	2	2	1	2	1	1	1	1	4	- 29	MODERADO
		Infraestructura	Implementación de infraestructura	+	4	2	2	3	4	4	3	4	4	3	+ 43	MODERADO
		Población	Alteración de salud de la población	-	8	4	2	1	2	1	3	4	4	3	- 52	SEVERO
			Alteración de salud de trabajadores	-	7	3	2	1	2	1	2	1	4	2	- 42	MODERADO
			Cambio en el estilo de vida de la población	-	4	5	3	1	2	2	3	4	4	3	- 44	MODERADO
			Generación de empleo	+	10	4	4	1	2	2	3	4	1	1	+ 56	SEVERO
			Perturbación a la comunidad	-	8	5	3	1	1	1	2	4	1	2	- 49	MODERADO
OPERACIÓN	FÍSICO	Calidad del aire	Generación de malos olores	-	4	1	1	2	1	1	1	1	4	1	- 26	MODERADO
		Calidad del suelo	Erosión	-	4	2	2	3	1	1	1	1	1	3	- 29	MODERADO
		Calidad del agua	Alteración de recursos hídricos	-	10	5	2	3	2	2	2	4	1	2	- 58	SEVERO
	SOCIOECONÓMICO	Turismo y comercio	Incremento del turismo	+	8	4	2	3	4	4	3	4	4	3	+ 59	SEVERO
		Infraestructura	Implementación de infraestructura	+	10	3	4	3	4	4	3	4	1	2	+ 61	SEVERO
			Plusvalía	+	8	8	2	3	4	4	2	4	1	4	+ 64	SEVERO
		Población	Control y disminución de enfermedades	+	10	6	2	3	4	4	3	4	1	3	+ 66	SEVERO
			Desarrollo comunitario	+	8	8	2	3	4	4	2	4	4	3	+ 66	SEVERO
			Mejoramiento de la calidad de vida	+	10	8	2	3	3	4	3	4	1	2	+ 68	SEVERO
			Inmigración	+	4	3	1	2	3	4	1	1	4	4	+ 38	MODERADO
MANTENIMIENTO	FÍSICO	Calidad del aire	Contaminación por ruido	-	1	1	4	2	1	1	1	1	1	1	- 17	IRRELEVANTE
			Generación de malos olores	-	2	1	4	1	1	1	1	1	1	1	- 19	IRRELEVANTE
	SOCIOE.	Transporte	Alteración del medio terrestre	-	1	1	4	1	1	1	1	1	1	2	- 17	IRRELEVANTE
		Población	Alteración de salud de trabajadores	-	6	1	2	1	1	1	2	1	1	2	- 31	MODERADO
			Generación de empleo	+	8	2	4	2	1	1	2	1	1	1	+ 41	MODERADO

4.3.3 Impactos Ambientales Evaluados

En esta sección se analizan más profundamente los impactos mostrados en la matriz Causa-Efecto, indicando la forma y el por qué de los estos durante la construcción, operación y mantenimiento de este proyecto.

4.3.3.1 Impactos en el Medio Físico

4.3.3.1.1 Calidad del Aire

La calidad del aire se verá afectada en el sector del proyecto de mayor forma en la etapa de construcción del proyecto. El principal impacto será el producido por el movimiento de tierras necesario para la colocación de los sistemas de alcantarillado, llevando a un levantamiento de polvo y partículas que rodearan al sector del proyecto en construcción.

En esta actividad se utiliza maquinaria pesada, como son la volqueta para el desalojo de material sobrante y retroexcavadora, lo cual genera continuación directa al ambiente por la combustión del diesel; adicionalmente la utilización de esta maquinaria produce ruido que causa malestar a los pobladores del sector.

Con el fin de reducir este impacto y aumentar fuentes de trabajo, en lo posible se empleara mano de obra para reemplazar a la maquinaria pesada.

Durante el funcionamiento del sistema de alcantarillado se reducen los impactos sobre la calidad del aire, pero existe un impacto menor debido a los malos olores resultandos del sistema sanitario.

En el mantenimiento, los impactos son irrelevantes y afectan de forma muy local.

4.3.3.1.2 Calidad del Suelo

De igual forma que el impacto sobre la calidad del aire, la calidad de suelo se verá afectada mayormente durante la construcción del proyecto. En esta etapa el suelo será afectado por varios motivos.

La excavación del terreno genera alteraciones sobre las características del suelo que rodea la extensión del proyecto, pero el suelo será más afectado por el sistema de tuberías instalado y el relleno compactado que se coloca sobre la tubería. Esto generara presiones adicionales, desviaciones en niveles freáticos y si es necesario será empleada un distinto material de relleno al del suelo original.

El acopiamiento de materiales (suelo, herramientas, etc.) y la actividad que se realiza sobre el suelo provoca un empobrecimiento sobre la capa superficial de suelo en el sector del proyecto.

Otro impacto que resalta sobre la calidad del suelo en esta etapa de construcción seria la afectación producida por el movimiento de tierras. Al transportar los materiales del proyecto (tuberías, herramientas, etc.) mediante volquetas, el suelo se compacta y erosiona en las capas superficiales por las que transitan estas pasadas maquinas.

En las otras etapas del proyecto no existirá mayor impacto ambiental sobre el suelo.

4.3.3.1.3 Calidad del Agua

El impacto ambiental más notorio sobre la calidad del agua se dará en la etapa de operación del sistema de alcantarillado sanitario. Este es el factor de mayor cuidado en este tipo de proyectos puesto que el efluente final del sistema puede contaminar a gran escala el caudal del río si no tiene un respectivo tratamiento, afectando

directamente a las especies acuáticas y también afectaría a la calidad del agua de poblaciones río abajo, perjudicando a cosechas y pobladores. Por este motivo se estudia a más profundidad el tratamiento de las aguas residuales.

4.3.3.2 Impactos en el Medio Biótico

4.3.3.2.1 Flora

Los mayores impactos sobre la flora del sector se localizaran en alrededor de toda la extensión del tendido de tuberías de los sistemas de alcantarillado, zonas de acopio de materiales y actividades realizadas sobre la superficie vegetal resultando en la erosión de esta capa. También se notará una afectación debido a la apertura de caminos provisionales y senderos utilizados para el movimiento de materiales, desalojos y movilización de mano de obra.

Durante la etapa de operación aparecerán nuevos impactos como son la contaminación de hábitats naturales terrestres y acuáticos.

Debido a las características de la zona, no existirán impactos sobre zonas forestales protegidas. El proyecto se localiza únicamente en los zonas de paramo donde la principal flora afectada será la vegetación baja.

4.3.3.2.2 Fauna

La fauna del sector del proyecto sufrirá impactos negativos comenzando por el efecto producido debido al desbroce y erosión en la capa vegetal de la superficie del suelo.

Durante la etapa de construcción, se utilizan grandes maquinarias las que afectan al suelo y producen un gran nivel de sonido. Esto altera de varias formas la fauna del sector puesto que deteriora el hábitat de insectos y pequeños animales, además la contaminación sonora atemoriza y estimula al traslado de las especies locales.

Como se menciono anteriormente, el efluente alterara al medio receptor que en este caso es el río, por lo cual se afectara su vegetación que es el habitad de muchas especies, las cuales también se verán afectadas directamente por estar en contacto de esta agua residual si no debidamente tratada.

4.3.3.3 Impactos en el Medio Socioeconómico

4.3.3.3.1 Transporte

Al momento de la construcción del proyecto, se notara una alteración sobre la circulación normal de los vehículos que transitan este sector. Esto será provocado por dos principales factores:

- La obra en sí; la excavación, colocación de tuberías, fundición de pozos de revisión, acopiamiento de material y actividades secundarias se darán a través de los calles que intervienen en el proyecto. Esto genera el cerramiento temporal de algunas vías, lo que puede provocar malestar en las vecindades cercanas debido al tráfico generado.
- El incremento de actividad y movimiento de materiales mediante maquinaria aumenta notablemente el flujo vehicular, por lo que calles angostas y entradas principales a la población serán las más afectadas.

Una característica que ayudara a evitar una alteración significativa en este aspecto es que la población en general no usa vehículos privados, en su mayoría se utiliza el transporte público lo que impide que exista un gran flujo vehicular.

4.3.3.3.2 Turismo

El turismo se verá afectado en la etapa de construcción, puesto que los impactos negativos sobre medio físico, medio biótico y transporte reducen el interés y posibilidades para fomentar el turismo. Esto perturba directamente al comercio del sector.

Pero al termina la construcción y comenzar el funcionamiento de los sistemas de alcantarillado, estos impactos se irán normalizando y, ayudado por el mejoramiento de los servicios y la calidad de vida, en poco tiempo el turismo aumentara estimándose un porcentaje mayor que el existente antes del proyecto.

4.3.3.3.3 Población

Como se describió en los anteriores impactos, específicamente en la etapa de construcción, se dará un malestar sobre la población en el área de influencia del proyecto debido a alteraciones de las vías, provocación de enfermedades por contaminación del aire y otros inconvenientes como la disminución de la dotación puntual del sector.

Pero el proyecto también generara importantes impactos positivos sobre la población de Poaló. Durante la construcción y mantenimiento aparece una fuente de trabajo que será aprovechada por los trabajadores residentes de este cantón.

Además mejorara notablemente la calidad de vida y salud de los pobladores, lo que es el objetivo principal de la ejecución de este proyecto.

4.3.3.3.4 Infraestructura

Como en todo proyecto de este tipo, una vez terminada la obra y entrando en funcionamiento, los terrenos dentro del área del proyecto se verán favorecidos por un incremento de su plusvalía dándole un valor adicional al sector.

La mejora en la calidad de vida y satisfacción también es un factor que influye a un desarrollo y mejoramiento de la infraestructura del sector.

4.4 Prevención y Mitigación de Impactos Ambientales Negativos

En este índice se desarrolla un plan de manejo ambiental para prevenir los posibles impactos y mitigar los impactos que sucederán en como consecuencia del desarrollo del proyecto de alcantarillado sanitario y pluvial en Poaló.

4.4.1 Control Sobre el Medio Físico

4.4.1.1 Calidad del Aire

4.4.1.1.1 Emisiones contaminantes

- Se deberá verificar constantemente la cantidad de emisión contaminante de las maquinarias producto de la combustión de diesel para asegurar que permanezca bajo los niveles aceptables que no afecten a la calidad del aire.

- Se realizara un plan de circulación que contemple movimiento de equipo material y mano de obra, determinando vías y puntos de acceso adecuados para mejorar la eficiencia y evitar recorridos mayores de los vehículos.
- Quedara prohibido la quema o manejo inadecuado de material residual.
- En la planta de tratamiento se realizara un mantenimiento regular comprobando la calidad emisiones liberadas a la atmosfera.

4.4.1.1.2 Polvo y Partículas Dispersas

- Se mantendrá humidificada toda superficie de trabajo que sea expuesta a excavación, compactación, acumulación de material, movilización de maquinaria, implementación de estructuras y cualquier actividad que puede remover partículas de la superficie del suelo.
- En el caso de mantener una concentración excesiva de polvo en el aire, se colocara mallas alrededor de la zona de trabajo para evitar dispersión de partículas.
- Durante las actividades de movimientos de suelos (acopiamiento de larga estadía, transporte en volqueta, etc.) mantener cubierto el material adecuadamente.
- Se evitara la construcción de senderos nuevos y se preferirá la utilización de vías vehiculares de calzada fabricada (asfaltada o adoquinada).

4.4.1.1.3 Ruido

- Se deberá comprobar que la maquinaria utilizada no tenga problemas de funcionamiento que puedo provocar un incremento en el nivel de ruido que emite.
- Se evitara la concentración constante de grupos de maquinarias para dispersar el ruido en el área de trabajo.
- El plan de circulación antes mencionado también deberá contemplar la afectación por ruido para designar las rutas más adecuadas.

4.4.1.2 Calidad del Suelo

4.4.1.2.1 Deterioro del suelo

- Se realiza el desbroce de las capas de suelo únicamente en las zonas de excavación y áreas donde sea estrictamente necesario.
- Se evitara construcción de nuevos senderos para el paso de cualquier vehículo.
- Una vez terminadas las actividades se deberá retornar el terreno a su topografía original.
- Plan de circulación vehicular también debe contemplar este aspecto.
- Se definirá zonas adecuadas de trabajo donde el terreno sobre el cual se realiza el manejo de hormigones se encuentre debidamente protegido y delimitado.

4.4.1.2.2 Desperdicios Sólidos

- Se deberá contralar que los desperdicios de materiales sean depositados en las zonas establecidas para después ser transportados adecuadamente.
- En los campamentos o instalaciones se debe tener basureros designados y vaciarlos constantemente para evitar acumulaciones.
- Dentro de la planta de tratamiento se debe realizar un mantenimiento constante para evitar excesos en los niveles de lodos.
- Apoyados en el municipio del sector, se deberá concientizar a los pobladores sobre el buen manejo de desperdicios.

4.4.1.3 Calidad del Agua

4.4.1.3.1 Alteración de Recursos Hídricos

- 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.
- En el caso de afectar al sistema de agua potable por las actividades constructivas, se deberá dar prioridad a reparar de los daños.

4.4.1.3.2 Manejo de Residuos

- Se realizara el lavado de hormigoneras únicamente en las zonas destinadas a este fin.

- 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 debe tener un control regular y buen mantenimiento sobre la planta de tratamiento de aguas residuales para asegurar que el efluente del sistema sanitario cumpla con los límites máximos permitidos y su impacto sea el mínimo sobre el medio receptor.

4.4.2 Control Sobre el Medio Biótico

4.4.2.1 Flora

- Se deberá restaurar o remplazar la vegetación afectada por la movilización de todo tipo que se dará por el proyecto.
- Se evitará la herida o tala de árboles y vegetación autóctona del sector. De ser inevitable se compensara con un factor de reposición de dos a uno.
- Se analizara es sector donde se instalara el campamento, para que las actividades realizadas en este no afecten a la flora local.
- Se fomentara la creación de áreas verdes el sector del proyecto.

4.4.2.2 Fauna

- Se debe respetar los mecanismos de control sobre el medio físico para evitar la alteración del hábitat de la fauna local.
- Se construirán hábitats temporales alrededor del área del proyecto para que las especies se acoplen temporalmente a los cambios de su hábitat actual.

- Las instalaciones requeridas para la ejecución del proyecto deben ocupar el menor espacio físico posible y estar localizados en un sector estratégico que no altere a la fauna local.
- Se debe verificar que las especies acuáticas, en el medio receptor de las aguas tratadas, no hayan sufrido alteraciones. De existir un impacto representativo se deberá aumentar la eficiencia de la planta de tratamiento de aguas residuales.

4.4.3 Control Sobre el Medio Socioeconómico

4.4.3.1 Seguridad

- Se deberá colocar señalizaciones claras alrededor de las áreas de trabajo, utilizando letreros y cintas de precaución para evitar accidentes.
- Se controlara la velocidad de circulación de todo tipo de vehículo, evitando levantamiento de polvo, malestar y posibles accidentes en las vías alteradas.
- Se trabajara en tramos cortos para que la afectación sobre el trafico sea la mínima y que el área de excavación sea de dimensiones controlables y rápidamente restaurados.
- En sectores complicados se manejara el trafico desviándolo adecuadamente para evitar molestias.

4.4.3.2 Economía

- Se contratara mano de obra del sector creando fuentes de trabajo para los pobladores.

- Por la misma razón se fomentara la utilización de material del sector siempre que estos cumplan con las características requeridas.
- Se evitar la interrupción en vías principales que afecte la economía local.

4.4.3.3 Turismo y Población

Se deben realizar charlas de concientización general, indicando el uso adecuado del agua, manejo de desechos, beneficios del nuevo sistema de alcantarillado, precauciones durante la etapa de construcción y explicación de inconvenientes o molestias durante la elaboración del proyecto.

También se debe explicar las ventajas que traerá el nuevo sistema sobre el turismo del sector y la forma en que los pobladores conjuntamente con el municipio podrán fomentar el turismo de este cantón.

CÁPITULO 5

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN Y MATERIALES

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

5.1 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA CONSTRUCCIÓN

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^3] 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^3].

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^3] 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^3].

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^3] 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^2] 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^3].

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^3], 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^3] 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 construidos 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^2] 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 [Kg/cm^2] 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^2].

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^2] 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 iniciase 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 Noma 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^3] 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^2], 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 substancias 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's (Kg/cm^2)	USO GENERAL
HS	210	Estructuras, pozos, tanques.
HS	180	Cajas de revisión domiciliaria, sumideros, replantillo.
HS	140	Replantillo.

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

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

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

NORMAS

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

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 solo 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 descanse 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^3] 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 45º 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 **fy =** 4200 [Kg/cm^2] y el hormigón mínimo de **f'c =** 210 [Kg/cm^2].

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

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

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

6.1 COMPONENTES DE PRECIOS UNITARIOS

6.1.1 Costos Directos

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

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

Los precios unitarios de mano de obra serán estimados por datos y rendimientos de proyectos anteriores en el cantón y referencias obtenidas por los mismos proveedores de materiales, dentro de estos estarán incluidos los costo adicional por

los parámetros establecidos en el Código de Trabajo y en la Ley de Seguro Social Obligatorio.

6.1.2 Costos Indirectos

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

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

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

Tabla 6-1. Porcentaje de costos indirectos.

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

6.2 COSTOS BÁSICOS DE LOS MATERIALES Y MANO DE OBRA

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

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

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

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

ÍTEM	MANO DE OBRA	SALARIO REAL HORA
1	Maestro de obra	4.25
2	Inspector	3.25
3	Cadenero	2
4	Albañil	2.25
5	Ayudante en general	2
6	Ayudante de maquinaria	2
7	Peón	2
8	Topógrafo	2.5
9	Chofer licencia “E”	3.75
10	Operador Equipo pesado 1 (OEP 1)	3.8
11	Operador Equipo pesado 2 (OEP 2)	3.8

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

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	COSTO
12	Herramienta Menor	Hora	0.62
13	Cortadora dobladora de hierro	Hora	0.97
14	Soldadora eléctrica	Hora	0.44
15	Vibrador	Hora	2.15
16	Tecle	Hora	0.50
17	Equipo de topografía	Hora	0.40
18	Encofrado	Hora	0.05
19	Excavadora	Hora	40.00
20	Gallineta	Hora	32.00
21	Cargadora	Hora	35.00
22	Bomba de agua 4”	Hora	1.93
23	Volqueta	Hora	14.00
24	Mixer	Hora	25.00
25	Vibro apisonador	Hora	2.50
26	Planta de hormigón	Hora	34.79
27	Concretera 1 sacos	Hora	3.42
28	Concretera 2 sacos	Hora	4.50

Tabla 6-4. Costos básicos de materiales.

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	COSTO
	Material de encofrado		
29	Encofrado metálico	m^2/hora	$ 0.02
30	Alfajía 7x7	m	$ 1.04
31	Pingos	m	$ 0.63
32	Tabla de monte 0.30m	m	$ 1.60
33	Rieles para encofrado	u	$ 1.50
34	Aceite quemado	gl	$ 0.50
35	Clavos	kg	$ 1.67
	Agregados		
36	Arena	m^3	$ 6.40
37	Ripio	m^3	$ 13.36
38	Agua	m^3	$ 0.50
39	Lastre	m^3	$ 6.50

40	Piedra bola	m^3	$ 13.36
	Aglomerante		
41	Cemento tipo I	kg	$ 0.13
	Acero en varillas		
42	Acero de refuerzo fy= 4200kg/cm^2	kg	$ 1.02
43	Alambre galvanizado #18	kg	$ 1.22
	Material para red de alcant.		
44	Tubo plástico alc. D. interno 50mm	m	$ 1.41
45	Tubo plástico alc. D. interno 75mm	m	$ 2.82
46	Tubo plástico alc. D. interno 110mm	m	$ 3.53
47	Tubo plástico alc. D. interno 160mm	m	$ 5.62
48	Tubo plástico alc. D. interno 200mm	m	$ 7.71
49	Tubo plástico alc. D. interno 250mm	m	$ 15.46
50	Tubo plástico alc. D. interno 300mm	m	$ 17.86
51	Tubo plástico alc. D. interno 350mm	m	$ 31.33
52	Tubo plástico alc. D. interno 400mm	m	$ 34.15
53	Tubo plástico alc. D. interno 450mm	m	$ 36.86
54	Tubo plástico alc. D. interno 500mm	m	$ 40.46
55	Tubo plástico alc. D. interno 550mm	m	$ 45.08
56	Tubo plástico alc. D. interno 600mm	m	$ 54.09
57	Tubo plástico alc. D. interno 650mm	m	$ 57.69
58	Tubo plástico alc. D. interno 700mm	m	$ 63.10
59	Tubo plástico alc. D. interno 750mm	m	$ 68.51
60	Tubo plástico alc. D. interno 800mm	m	$ 72.13
61	Silla yee 200 x110 mm de PVC	u	$ 12.13
62	Silla yee 250 x160 mm de PVC	u	$ 17.97
63	Silla yee 300 x160 mm de PVC	u	$ 22.22
64	Silla yee 350 x160 mm de PVC	u	$ 24.08
65	Silla yee 400 x160 mm de PVC	u	$ 25.00
66	Silla yee 450 x160 mm de PVC	u	$ 29.08
67	Silla yee 500 x160 mm de PVC	u	$ 30.77
68	Silla yee 550 x160 mm de PVC	u	$ 33.10
69	Silla yee 600 x160 mm de PVC	u	$ 33.87
70	Silla yee 650 x160 mm de PVC	u	$ 32.32
71	Silla yee 700 x160 mm de PVC	u	$ 35.39
72	Silla yee 750 x160 mm de PVC	u	$ 36.14
73	Silla yee 800 x160 mm de PVC	u	$ 37.71
74	Codo 1 EC 200mm x 90º PVC	u	$ 53.64
75	Pegamento tuberías plásticas	gl	$ 35.03

76	Polipega	gl	$ 36.00
77	Hormigón simple f'c= 180 kg/cm²	m³	$ 55.20
78	Hormigón simple f'c= 210 kg/cm²	m³	$ 57.70
79	Cinta impermeable (Chova)	m	$ 1.16
80	Polilímpia	gl	$ 19.50
81	Tapa de H.A.para cajas de revisión	u	$ 14.61
	Alcantarilla Metálica		
82	Tapa de HF para pozo D= 600mm	u	$ 67.80
83	Cerco de hierro fundido D= 600mm	u	$ 21.47
84	Estribos de hierro (pozo alc.)	u	$ 1.66
	Válvulas de descarga		
85	Válvula Compuerta 04"	U	$ 51.93
86	Válvula Compuerta 03''	U	$ 23.49
	Otros		
87	Tira de eucalipto 2.5x2 cm	m	$ 0.35
88	Estacas , piola	gl	$ 0.33
89	Rejilla rectangular	u	$ 67.80
90	Cerco rectangular	u	$ 21.47
91	Tira de madera 4x4cm	m	$ 0.50

6.3 ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

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

6.3.1 Rubros del Sistema de Alcantarillado Sanitario

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

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

RUBRO	UNIDAD
Limpieza y desbroce	m^2
Replanteo y nivelación de zanjas	m
Instalación tubería PVC 200	m
Instalación silla yee 200 x 110 mm	u
Instalación pozo de revisión Dint = 1.20 m H.S f'c = 210 kg/cm^2	u
Excavación de zanja a máquina h = 0.00 - 3.00 m	m^3
Excavación de zanja a máquina h = 3.01 - 6.00 m	m^3
Encamado tuberías con material fino	m^3
Relleno compactado (material de excavación)	m^3
Entibado (apuntalamiento zanjas)	m^2
Rasanteo de zanja a mano	m^2
Cajas de revisión 0.60 x 0.60 m con tapa H.A.	u
Replanteo y nivelación de estructuras	m^2
Replantillo f'c = 180 kg/cm^2	m^3
Acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm^2	Kg
Hormigón simple f'c = 210 kg/cm^2	m^3
Instalación tubería PVC 110 mm	m
Instalación válvula de descarga 4"	u
Instalación válvula de descarga 3"	u
Instalación tubería PVC 110 mm en planta de tratamiento	m
Instalación tubería PVC 75 mm en planta de tratamiento	m
Instalación tubería PVC 50 mm en planta de tratamiento	m
Junta impermeable de PVC 15 cm	m
Desalojo material sobrante	m

6.3.2 Rubros del Sistema de Alcantarillado Pluvial

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

Tabla 6-6. Rubros en el sistema de alcantarillado pluvial.

RUBRO	UNIDAD
Limpieza y desbroce	m^2
Replanteo y nivelación de zanjas	m

Instalación tubería PVC 250 mm	m
Instalación silla yee 250 x 160 mm	u
Instalación silla yee 300 x 160 mm	u
Instalación silla yee 350 x 160 mm	u
Instalación silla yee 400 x 160 mm	u
Instalación silla yee 450 x 160 mm	u
Instalación silla yee 500 x 160 mm	u
Instalación silla yee 550 x 160 mm	u
Instalación pozo de revisión Dint = 1.20 m H.S f'c = 210 kg/cm^2	u
Excavación de zanja a máquina h = 0.00 - 3.00 m	m^3
Excavación de zanja a máquina h = 3.01 - 6.00 m	m^3
Encamado tuberías con material fino	m^3
Relleno compactado (material de excavación)	m^3
Entibado (apuntalamiento zanjas)	m^2
Rasanteo de zanja a mano	m^2
Cajas de revisión 0.60 x 0.60 m con tapa H.A.	u
Replanteo y nivelación de estructuras	m^2
Replantillo f'c = 180 kg/cm^2	m^3
Acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm^2	Kg
Hormigón simple f'c = 210 kg/cm^2	m^3
Instalación tubería PVC 160 mm	m
Instalación tubería PVC 300 mm	m
Instalación tubería PVC 350 mm	m
Instalación tubería PVC 400 mm	m
Instalación tubería PVC 450 mm	m
Instalación tubería PVC 500 mm	m
Instalación tubería PVC 550 mm	m
Instalación tubería PVC 600 mm	m
Instalación sumideros	u
Junta impermeable de PVC 15 cm	m
Desalojo material sobrante	m

6.3.3 Análisis de Precios Unitarios

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: Sistema de Alcantarillado Sanitario - Poaló
CÓDIGO: 01
CALCULISTA: Felipe Herdoíza
RUBRO: Limpieza y desbroce
FECHA: 16/03/2011
UNIDAD: m²

EQUIPO Y HERRAMIENTAS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA/ HORA	RENDIMIENTO (h/u)	COSTO UNIDAD	%
Herramienta menor	2	0.62	0.04	0.05	19.41%
			TOTAL EQUIPO	0.05	19.41%

MATERIAL

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO/U	COSTO UNIDAD	%
			TOTAL MATERIAL	0	0%

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	S.R.H.	RENDIMIENTO (h/u)	COSTO UNIDAD	%
Peón	2	2	0.04	0.16	62.60%
Albañil	0.5	2.3	0.04	0.05	18.00%
			TOTAL MANO DE OBRA	0.206	81%

COSTO DIRECTO	0.26	100%
COSTO INDIRECTO	0.08	29.50%
PRECIO UNITARIO DE RUBRO	$ 0.33	

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: Sistema de Alcantarillado Sanitario - Poaló
CALCULISTA: Felipe Herdoíza
FECHA: 16/03/2011

CÓDIGO: 02
RUBRO: Replanteo y nivelación de zanjas
UNIDAD: m

EQUIPO Y HERRAMIENTAS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA/ HORA	RENDIMIENTO (h/u)	COSTO UNIDAD	%
Herramienta menor	1	0.62	0.05	0.03	4.89%
Equipo de topografia	1	0.4	0.05	0.02	3.16%
			TOTAL EQUIPO	0.05	8.05%

MATERIAL

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO/U	COSTO UNIDAD	%
Tira de eucalipto 2.5x2.0 cm	m	0.05	0.35	0.02	2.76%
Estacas y piola	global	1	0.33	0.33	52.09%
			TOTAL MATERIAL	0.35	54.85%

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	S.R.H.	RENDIMIENTO (h/u)	COSTO UNIDAD	%
Peón	1	2	0.05	0.10	15.79%
Cadenero	0.6	2	0.05	0.06	9.47%
Topógrafo	0.6	2.5	0.05	0.08	11.84%
			TOTAL MANO DE OBRA	0.24	37.10%

COSTO DIRECTO	0.63	100%
COSTO INDIRECTO	0.19	29.50%
PRECIO UNITARIO DE RUBRO	$ 0.82	

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: Sistema de Alcantarillado Sanitario - Poaló
CALCULISTA: Felipe Herdoíza
FECHA: 16/03/2011

CÓDIGO: 03
RUBRO: Instalación tuberías PVC 200 mm
UNIDAD: m

EQUIPO Y HERRAMIENTAS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA/ HORA	RENDIMIENTO (h/u)	COSTO UNIDAD	%
Herramienta menor	1	0.62	0.2	0.12	1.37%
			TOTAL EQUIPO	0.12	1.37%

MATERIAL

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO/U	COSTO UNIDAD	%
Tubo plástico D.interno 200 mm	m	1	7.71	7.71	85.20%
Pegamento tuberías plásticas	global	0.004	35.03	0.14	1.55%
			TOTAL MATERIAL	7.85	86.75%

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	S.R.H.	RENDIMIENTO (h/u)	COSTO UNIDAD	%
Peón	1	2	0.2	0.40	4.42%
Albañil	1	2.3	0.2	0.46	5.08%
Maestro de obra	0.25	4.3	0.2	0.22	2.38%
			TOTAL MANO DE OBRA	1.08	11.88%

COSTO DIRECTO	9.05	100%
COSTO INDIRECTO	2.67	29.50%
PRECIO UNITARIO DE RUBRO	$ 11.72	

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: Sistema de Alcantarillado Sanitario - Poaló
CALCULISTA: Felipe Herdoíza
FECHA: 16/03/2011

CÓDIGO: 04
RUBRO: Instalación tuberías PVC 250 mm
UNIDAD: m

EQUIPO Y HERRAMIENTAS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA/ HORA	RENDIMIENTO (h/u)	COSTO UNIDAD	%
Herramienta menor	1	0.62	0.2	0.12	0.74%
			TOTAL EQUIPO	0.12	0.74%

MATERIAL

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO/U	COSTO UNIDAD	%
Tubo plástico D.interno 250 mm	m	1	15.46	15.46	92.03%
Pegamento tuberías plásticas	global	0.004	35.03	0.140	0.83%
			TOTAL MATERIAL	15.60	92.86%

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	S.R.H.	RENDIMIENTO (h/u)	COSTO UNIDAD	%
Peón	1	2	0.2	0.40	2.38%
Albañil	1	2.3	0.2	0.46	2.74%
Maestro de obra	0.25	4.3	0.2	0.22	1.28%
			TOTAL MANO DE OBRA	1.08	6.40%

COSTO DIRECTO	16.80	100%
COSTO INDIRECTO	4.96	29.50%
PRECIO UNITARIO DE RUBRO	$ 21.75	

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: Sistema de Alcantarillado Sanitario - Poaló
CALCULISTA: Felipe Herdoíza
FECHA: 16/03/2011

CÓDIGO: 05
RUBRO: Instalación tuberías PVC 300 mm
UNIDAD: m

EQUIPO Y HERRAMIENTAS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA/ HORA	RENDIMIENTO (h/u)	COSTO UNIDAD	%
Herramienta menor	1	0.62	0.22	0.14	0.71%
			TOTAL EQUIPO	0.14	0.71%

MATERIAL

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO/U	COSTO UNIDAD	%
Tubo plástico D.interno 300 mm	m	1	17.86	17.86	92.45%
Pegamento tuberías plásticas	global	0.004	35.03	0.14	0.73%
			TOTAL MATERIAL	18.00	93.17%

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	S.R.H.	RENDIMIENTO (h/u)	COSTO UNIDAD	%
Peón	1	2	0.22	0.44	2.28%
Albañil	1	2.3	0.22	0.51	2.62%
Maestro de obra	0.25	4.3	0.22	0.24	1.22%
			TOTAL MANO DE OBRA	1.18	6.12%

COSTO DIRECTO	19.32	100%
COSTO INDIRECTO	5.70	29.50%
PRECIO UNITARIO DE RUBRO	$ 25.02	

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: Sistema de Alcantarillado Sanitario - Poaló
CALCULISTA: Felipe Herdoíza
FECHA: 16/03/2011

CÓDIGO: 06
RUBRO: Instalación tuberías PVC 350 mm
UNIDAD: m

EQUIPO Y HERRAMIENTAS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA/ HORA	RENDIMIENTO (h/u)	COSTO UNIDAD	%
Herramienta menor	1	0.62	0.22	0.14	0.42%
			TOTAL EQUIPO	0.14	0.42%

MATERIAL

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO/U	COSTO UNIDAD	%
Tubo plástico D.interno 350 mm	m	1	31.33	31.33	95.86%
Pegamento tuberías plásticas	global	0.004	35.03	0.14	0.43%
			TOTAL MATERIAL	31.47	96.29%

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	S.R.H.	RENDIMIENTO (h/u)	COSTO UNIDAD	%
Peón	1	2	0.2	0.40	1.22%
Albañil	1	2.3	0.2	0.46	1.41%
Maestro de obra	0.25	4.3	0.2	0.22	0.66%
			TOTAL MANO DE OBRA	1.08	3.29%

COSTO DIRECTO	32.68	100%
COSTO INDIRECTO	9.64	29.50%
PRECIO UNITARIO DE RUBRO	$ 42.32	

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: Sistema de Alcantarillado Sanitario - Poaló
CALCULISTA: Felipe Herdoíza
FECHA: 16/03/2011

CÓDIGO: 07
RUBRO: Instalación tuberías PVC 400 mm
UNIDAD: m

EQUIPO Y HERRAMIENTAS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA/ HORA	RENDIMIENTO (h/u)	COSTO UNIDAD	%
Herramienta menor	1	0.62	0.23	0.14	0.40%
			TOTAL EQUIPO	0.14	0.40%

MATERIAL

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO/U	COSTO UNIDAD	%
Tubo plástico D.interno 400 mm	m	1	34.15	34.15	95.74%
Pegamento tuberías plásticas	global	0.004	35.03	0.140	0.39%
			TOTAL MATERIAL	34.29	96.13%

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	S.R.H.	RENDIMIENTO (h/u)	COSTO UNIDAD	%
Peón	1	2	0.23	0.46	1.29%
Albañil	1	2.3	0.23	0.53	1.48%
Maestro de obra	0.25	4.3	0.23	0.25	0.69%
			TOTAL MANO DE OBRA	1.24	3.47%

COSTO DIRECTO	35.67	100%
COSTO INDIRECTO	10.52	29.50%
PRECIO UNITARIO DE RUBRO	$ 46.19	

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: Sistema de Alcantarillado Sanitario - Poaló
CALCULISTA: Felipe Herdoíza
FECHA: 16/03/2011

CÓDIGO: 08
RUBRO: Instalación tuberías PVC 450 mm
UNIDAD: m

EQUIPO Y HERRAMIENTAS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA/ HORA	RENDIMIENTO (h/u)	COSTO UNIDAD	%
Herramienta menor	1	0.62	0.23	0.14	0.37%
			TOTAL EQUIPO	0.14	0.37%

MATERIAL

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO/U	COSTO UNIDAD	%
Tubo plástico D.interno 450 mm	m	1	36.86	36.86	96.04%
Pegamento tuberías plásticas	global	0.004	35.03	0.140	0.37%
			TOTAL MATERIAL	37.00	96.41%

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	S.R.H.	RENDIMIENTO (h/u)	COSTO UNIDAD	%
Peón	1	2	0.23	0.46	1.20%
Albañil	1	2.3	0.23	0.53	1.38%
Maestro de obra	0.25	4.3	0.23	0.25	0.64%
			TOTAL MANO DE OBRA	1.24	3.22%

COSTO DIRECTO	38.38	100%
COSTO INDIRECTO	11.32	29.50%
PRECIO UNITARIO DE RUBRO	$ 49.70	

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: Sistema de Alcantarillado Sanitario - Poaló
CALCULISTA: Felipe Herdoíza
FECHA: 16/03/2011

CÓDIGO: 09
RUBRO: Instalación tuberías PVC 500 mm
UNIDAD: m

EQUIPO Y HERRAMIENTAS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA/ HORA	RENDIMIENTO (h/u)	COSTO UNIDAD	%
Herramienta menor	1	0.62	0.24	0.15	0.35%
			TOTAL EQUIPO	0.15	0.35%

MATERIAL

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO/U	COSTO UNIDAD	%
Tubo plástico D.interno 500 mm	m	1	40.46	40.46	96.24%
Pegamento tuberías plásticas	global	0.004	35.03	0.140	0.33%
			TOTAL MATERIAL	40.60	96.58%

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	S.R.H.	RENDIMIENTO (h/u)	COSTO UNIDAD	%
Peón	1	2	0.24	0.48	1.14%
Albañil	1	2.3	0.24	0.55	1.31%
Maestro de obra	0.25	4.3	0.24	0.26	0.61%
			TOTAL MANO DE OBRA	1.29	3.07%

COSTO DIRECTO	42.04	100%
COSTO INDIRECTO	12.40	29.50%
PRECIO UNITARIO DE RUBRO	$ 54.44	

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: Sistema de Alcantarillado Sanitario - Poaló
CALCULISTA: Felipe Herdoíza
FECHA: 16/03/2011

CÓDIGO: 10
RUBRO: Instalación tuberías PVC 550 mm
UNIDAD: m

EQUIPO Y HERRAMIENTAS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA/ HORA	RENDIMIENTO (h/u)	COSTO UNIDAD	%
Herramienta menor	1	0.62	0.24	0.15	0.32%
			TOTAL EQUIPO	0.15	0.32%

MATERIAL

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO/U	COSTO UNIDAD	%
Tubo plástico D.interno 550 mm	m	1	45.08	45.08	96.62%
Pegamento tuberías plásticas	global	0.004	35.03	0.140	0.30%
			TOTAL MATERIAL	45.22	96.92%

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	S.R.H.	RENDIMIENTO (h/u)	COSTO UNIDAD	%
Peón	1	2	0.24	0.48	1.03%
Albañil	1	2.3	0.24	0.55	1.18%
Maestro de obra	0.25	4.3	0.24	0.26	0.55%
			TOTAL MANO DE OBRA	1.29	2.76%

COSTO DIRECTO	46.66	100%
COSTO INDIRECTO	13.76	29.50%
PRECIO UNITARIO DE RUBRO	$ 60.42	

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: Sistema de Alcantarillado Sanitario - Poaló
CALCULISTA: Felipe Herdoíza
FECHA: 16/03/2011

CÓDIGO: 11
RUBRO: Instalación tuberías PVC 600 mm
UNIDAD: m

EQUIPO Y HERRAMIENTAS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA/ HORA	RENDIMIENTO (h/u)	COSTO UNIDAD	%
Herramienta menor	1	0.62	0.25	0.16	0.28%
			TOTAL EQUIPO	0.16	0.28%

MATERIAL

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO/U	COSTO UNIDAD	%
Tubo plástico D.interno 600 mm	m	1	54.09	54.09	97.06%
Pegamento tuberías plásticas	global	0.004	35.03	0.140	0.25%
			TOTAL MATERIAL	54.23	97.31%

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	S.R.H.	RENDIMIENTO (h/u)	COSTO UNIDAD	%
Peón	1	2	0.25	0.50	0.90%
Albañil	1	2.3	0.25	0.58	1.03%
Maestro de obra	0.25	4.3	0.25	0.27	0.48%
			TOTAL MANO DE OBRA	1.34	2.41%

COSTO DIRECTO	55.73	100%
COSTO INDIRECTO	16.44	29.50%
PRECIO UNITARIO DE RUBRO	$ 72.17	

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: Sistema de Alcantarillado Sanitario - Poaló
CALCULISTA: Felipe Herdoíza
FECHA: 16/03/2011

CÓDIGO: 12
RUBRO: Instalación silla yee 200x110 mm
UNIDAD: u

EQUIPO Y HERRAMIENTAS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA/ HORA	RENDIMIENTO (h/u)	COSTO UNIDAD	%
Herramienta menor	1	0.62	0.2	0.12	0.89%
			TOTAL EQUIPO	0.12	0.89%

MATERIAL

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO/U	COSTO UNIDAD	%
Silla yee 200x160 mm	U	1	12.13	12.13	87.08%
Pegamento tuberías plásticas	global	0.004	35.03	0.140	1.01%
Alambre galvanizado #18	kg	0.05	1.22	0.061	0.44%
			TOTAL MATERIAL	12.33	88.52%

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	S.R.H.	RENDIMIENTO (h/u)	COSTO UNIDAD	%
Peón	1	2	0.2	0.40	2.87%
Albañil	1	2.3	0.2	0.46	3.30%
Ayudante en general	1	2	0.2	0.40	
Maestro de obra	0.25	4.3	0.2	0.22	
			TOTAL MANO DE OBRA	1.48	6.17%

COSTO DIRECTO	13.93	96%
COSTO INDIRECTO	4.11	29.50%
PRECIO UNITARIO DE RUBRO	$ 18.04	

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: Sistema de Alcantarillado Sanitario - Poaló
CALCULISTA: Felipe Herdoíza
FECHA: 16/03/2011

CÓDIGO: 13
RUBRO: Instalación silla yee 250 x 160 mm
UNIDAD: u

EQUIPO Y HERRAMIENTAS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA/ HORA	RENDIMIENTO (h/u)	COSTO UNIDAD	%
Herramienta menor	1	0.62	0.2	0.12	0.63%
			TOTAL EQUIPO	0.12	0.63%

MATERIAL

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO/U	COSTO UNIDAD	%
Silla yee 250x160 mm	U	1	17.97	17.97	90.89%
Pegamento tuberías plásticas	global	0.004	35.03	0.140	1.01%
Alambre galvanizado #18	kg	0.05	1.22	0.061	0.31%
			TOTAL MATERIAL	18.17	92.21%

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	S.R.H.	RENDIMIENTO (h/u)	COSTO UNIDAD	%
Peón	1	2	0.2	0.40	2.02%
Albañil	1	2.3	0.2	0.46	2.33%
Ayudante en general	1	2	0.2	0.40	2.02%
Maestro de obra	0.25	4.3	0.2	0.22	1.09%
			TOTAL MANO DE OBRA	1.48	7.46%

COSTO DIRECTO	19.77	100%
COSTO INDIRECTO	5.83	29.50%
PRECIO UNITARIO DE RUBRO	$ 25.60	

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: Sistema de Alcantarillado Sanitario - Poaló
CALCULISTA: Felipe Herdoíza
FECHA: 16/03/2011

CÓDIGO: 14
RUBRO: Instalación silla yee 300x160 mm
UNIDAD: u

EQUIPO Y HERRAMIENTAS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA/ HORA	RENDIMIENTO (h/u)	COSTO UNIDAD	%
Herramienta menor	1	0.62	0.2	0.12	0.52%
			TOTAL EQUIPO	0.12	0.52%

MATERIAL

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO/U	COSTO UNIDAD	%
Silla yee 300x160 mm	U	1	22.22	22.22	92.51%
Pegamento tuberías plásticas	global	0.004	35.03	0.140	1.01%
Alambre galvanizado #18	kg	0.05	1.22	0.061	0.25%
			TOTAL MATERIAL	22.42	93.77%

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	S.R.H.	RENDIMIENTO (h/u)	COSTO UNIDAD	%
Peón	1	2	0.2	0.40	1.67%
Albañil	1	2.3	0.2	0.46	1.92%
Ayudante en general	1	2	0.2	0.40	1.67%
Maestro de obra	0.25	4.3	0.2	0.22	0.90%
			TOTAL MANO DE OBRA	1.48	6.14%

COSTO DIRECTO	24.02	100%
COSTO INDIRECTO	7.09	29.50%
PRECIO UNITARIO DE RUBRO	$ 31.11	

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: Sistema de Alcantarillado Sanitario - Poaló
CALCULISTA: Felipe Herdoíza
FECHA: 16/03/2011

CÓDIGO: 15
RUBRO: Silla yee 350 x160 mm de PVC
UNIDAD: u

EQUIPO Y HERRAMIENTAS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA/ HORA	RENDIMIENTO (h/u)	COSTO UNIDAD	%
Herramienta menor	1	0.62	0.21	0.13	0.50%
			TOTAL EQUIPO	0.13	0.50%

MATERIAL

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO/U	COSTO UNIDAD	%
Silla yee 350x160 mm	U	1	24.08	24.08	92.76%
Pegamento tuberías plásticas	global	0.004	35.03	0.140	1.01%
Alambre galvanizado #18	kg	0.05	1.22	0.061	0.23%
			TOTAL MATERIAL	24.28	94.00%

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	S.R.H.	RENDIMIENTO (h/u)	COSTO UNIDAD	%
Peón	1	2	0.21	0.42	1.62%
Albañil	1	2.3	0.21	0.48	1.86%
Ayudante en general	1	2	0.21	0.42	1.62%
Maestro de obra	0.25	4.3	0.21	0.23	0.87%
			TOTAL MANO DE OBRA	1.55	5.97%

COSTO DIRECTO	25.96	100%
COSTO INDIRECTO	7.66	29.50%
PRECIO UNITARIO DE RUBRO	$ 33.62	

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: Sistema de Alcantarillado Sanitario - Poaló
CALCULISTA: Felipe Herdoíza
FECHA: 16/03/2011

CÓDIGO: 16
RUBRO: Instalación silla yee 400 x 160 mm
UNIDAD: u

EQUIPO Y HERRAMIENTAS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA/ HORA	RENDIMIENTO (h/u)	COSTO UNIDAD	%
Herramienta menor	1	0.62	0.21	0.13	0.48%
			TOTAL EQUIPO	0.13	0.48%

MATERIAL

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO/U	COSTO UNIDAD	%
Silla yee 400x160 mm	U	1	25	25.00	93.01%
Pegamento tuberías plásticas	global	0.004	35.03	0.140	1.01%
Alambre galvanizado #18	kg	0.05	1.22	0.061	0.23%
			TOTAL MATERIAL	25.20	94.24%

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	S.R.H.	RENDIMIENTO (h/u)	COSTO UNIDAD	%
Peón	1	2	0.21	0.42	1.56%
Albañil	1	2.3	0.21	0.48	1.80%
Ayudante en general	1	2	0.21	0.42	1.56%
Maestro de obra	0.25	4.3	0.21	0.23	0.84%
			TOTAL MANO DE OBRA	1.55	5.76%

COSTO DIRECTO	26.88	100%
COSTO INDIRECTO	7.93	29.50%
PRECIO UNITARIO DE RUBRO	$ 34.81	

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: Sistema de Alcantarillado Sanitario - Poaló
CALCULISTA: Felipe Herdoíza
FECHA: 16/03/2011

CÓDIGO: 17
RUBRO: Instalación silla yee 450 x 160 mm
UNIDAD: u

EQUIPO Y HERRAMIENTAS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA/ HORA	RENDIMIENTO (h/u)	COSTO UNIDAD	%
Herramienta menor	1	0.62	0.21	0.13	0.42%
			TOTAL EQUIPO	0.13	0.42%

MATERIAL

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO/U	COSTO UNIDAD	%
Silla yee 450x160 mm	U	1	29.08	29.08	93.93%
Pegamento tuberías plásticas	global	0.004	35.03	0.140	1.01%
Alambre galvanizado #18	kg	0.05	1.22	0.061	0.20%
			TOTAL MATERIAL	29.28	95.13%

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	S.R.H.	RENDIMIENTO (h/u)	COSTO UNIDAD	%
Peón	1	2	0.21	0.42	1.36%
Albañil	1	2.3	0.21	0.48	1.56%
Ayudante en general	1	2	0.21	0.42	1.36%
Maestro de obra	0.25	4.3	0.21	0.23	0.73%
			TOTAL MANO DE OBRA	1.55	5.00%

COSTO DIRECTO	30.96	101%
COSTO INDIRECTO	9.13	29.50%
PRECIO UNITARIO DE RUBRO	$ 40.09	

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: Sistema de Alcantarillado Sanitario - Poaló
CALCULISTA: Felipe Herdoíza
FECHA: 16/03/2011

CÓDIGO: 18
RUBRO: Instalación silla yee 500 x 160 mm
UNIDAD: u

EQUIPO Y HERRAMIENTAS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA/ HORA	RENDIMIENTO (h/u)	COSTO UNIDAD	%
Herramienta menor	1	0.62	0.22	0.14	0.42%
			TOTAL EQUIPO	0.14	0.42%

MATERIAL

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO/U	COSTO UNIDAD	%
Silla yee 500x160 mm	U	1	30.77	30.77	94.01%
Pegamento tuberías plásticas	global	0.004	35.03	0.140	1.01%
Alambre galvanizado #18	kg	0.05	1.22	0.061	0.19%
			TOTAL MATERIAL	30.97	95.20%

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	S.R.H.	RENDIMIENTO (h/u)	COSTO UNIDAD	%
Peón	1	2	0.22	0.44	1.34%
Albañil	1	2.3	0.22	0.51	1.55%
Ayudante en general	1	2	0.22	0.44	1.34%
Maestro de obra	0.25	4.3	0.22	0.24	0.72%
			TOTAL MANO DE OBRA	1.62	4.96%

COSTO DIRECTO	32.73	101%
COSTO INDIRECTO	9.66	29.50%
PRECIO UNITARIO DE RUBRO	$ 42.39	

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: Sistema de Alcantarillado Sanitario - Poaló
CALCULISTA: Felipe Herdoíza
FECHA: 16/03/2011

CÓDIGO: 19
RUBRO: Instalación silla yee 550 x 160 mm
UNIDAD: u

EQUIPO Y HERRAMIENTAS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA/ HORA	RENDIMIENTO (h/u)	COSTO UNIDAD	%
Herramienta menor	1	0.62	0.22	0.14	0.39%
			TOTAL EQUIPO	0.14	0.39%

MATERIAL

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO/U	COSTO UNIDAD	%
Silla yee 550x160 mm	U	1	33.1	33.10	94.41%
Pegamento tuberías plásticas	global	0.004	35.03	0.140	1.01%
Alambre galvanizado #18	kg	0.05	1.22	0.061	0.17%
			TOTAL MATERIAL	33.30	95.59%

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	S.R.H.	RENDIMIENTO (h/u)	COSTO UNIDAD	%
Peón	1	2	0.22	0.44	1.25%
Albañil	1	2.3	0.22	0.51	1.44%
Ayudante en general	1	2	0.22	0.44	1.25%
Maestro de obra	0.25	4.3	0.22	0.24	0.67%
			TOTAL MANO DE OBRA	1.62	4.63%

COSTO DIRECTO	35.06	101%
COSTO INDIRECTO	10.34	29.50%
PRECIO UNITARIO DE RUBRO	$ 45.40	

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: Sistema de Alcantarillado Sanitario - Poaló
CALCULISTA: Felipe Herdoíza
FECHA: 16/03/2011

CÓDIGO: 20
RUBRO: Instalación pozo de revisión Dint = 1.20 m
UNIDAD: u

EQUIPO Y HERRAMIENTAS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA / HORA	RENDIMIENTO (h/u)	COSTO UNIDAD	%
Herramienta menor	10	0.62	6	37.20	12.61%
Concretera 1 saco	1	3.42	6	20.52	6.95%
Vibrador	1	2.15	6	12.90	4.37%
			TOTAL EQUIPO	70.62	23.93%

MATERIAL

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO/U	COSTO UNIDAD	%
Cemento tipo 1	kg	75	0.13	9.75	3.30%
Arena	m^3	0.7	6.4	4.480	1.52%
Ripio	m^3	0.7	13.36	9.352	3.17%
Agua	m^3	0.5	0.5	0.250	0.08%
Acero de refuerzo	kg	24	1.02	24.480	8.30%
Cerco de hierro fundido D= 600mm	U	1	21.47	21.470	7.28%
Tapa de HF para pozo D= 600mm	U	1	67.8	67.800	22.98%
			TOTAL MATERIAL	137.58	46.63%

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	S.R.H.	RENDIMIENTO (h/u)	COSTO UNIDAD	%
Maestro de obra	0.6	4.3	6	15.48	5.25%
Inspector	1	3.3	6	19.80	6.71%
Albañil	2	2.3	6	27.60	9.35%
Peon	2	2	6	24.00	8.13%
			TOTAL MANO DE OBRA	86.88	29.44%

COSTO DIRECTO	295.08	100%
COSTO INDIRECTO	87.05	29.50%
PRECIO UNITARIO DE RUBRO	$ 382.13	

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: Sistema de Alcantarillado Sanitario - Poaló
CALCULISTA: Felipe Herdoíza
FECHA: 16/03/2011

CÓDIGO: 21
RUBRO: Excavación de zanja a máquina h = 0.00 - 3.00
UNIDAD: m³

EQUIPO Y HERRAMIENTAS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA / HORA	RENDIMIENTO (h/u)	COSTO UNIDAD	%
Herramienta menor	3	0.62	0.05	0.09	4.16%
Retroexcavadora	1	32	0.05	1.60	71.59%
			TOTAL EQUIPO	1.69	75.75%

MATERIAL

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO/U	COSTO UNIDAD	%
			TOTAL MATERIAL	0.00	0.00%

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	S.R.H.	RENDIMIENTO (h/u)	COSTO UNIDAD	%
Peon	2	2	0.05	0.20	8.95%
Inspector	0.8	3.3	0.05	0.13	5.91%
Ayudante de maquinaria	0.2	2	0.05	0.02	0.89%
Operador Equipo pesado 1	1	3.8	0.05	0.19	8.50%
			TOTAL MANO DE OBRA	0.54	24.25%

COSTO DIRECTO	2.24	100%
COSTO INDIRECTO	0.66	29.50%
PRECIO UNITARIO DE RUBRO	$ 2.89	

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: Sistema de Alcantarillado Sanitario - Poaló
CALCULISTA: Felipe Herdoíza
FECHA: 16/03/2011

CÓDIGO: 22
RUBRO: Excavación de zanja a máquina h = 3.01 - 6.00
UNIDAD: m³

EQUIPO Y HERRAMIENTAS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA / HORA	RENDIMIENTO (h/u)	COSTO UNIDAD	%
Herramienta menor	3	0.62	0.056	0.10	4.16%
Retroexcavadora	1	32	0.056	1.79	71.59%
			TOTAL EQUIPO	1.90	75.75%

MATERIAL

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO/U	COSTO UNIDAD	%
			TOTAL MATERIAL	0.00	0.00%

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	S.R.H.	RENDIMIENTO (h/u)	COSTO UNIDAD	%
Peon	2	2	0.056	0.22	8.95%
Inspector	0.8	3.3	0.056	0.15	5.91%
Ayudante de maquinaria	0.2	2	0.056	0.02	0.89%
Operador Equipo pesado 1	1	3.8	0.056	0.21	8.50%
			TOTAL MANO DE OBRA	0.61	24.25%

COSTO DIRECTO	2.50	100%
COSTO INDIRECTO	0.74	29.50%
PRECIO UNITARIO DE RUBRO	$ 3.24	

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: Sistema de Alcantarillado Sanitario - Poaló
CALCULISTA: Felipe Herdoíza
FECHA: 16/03/2011

CÓDIGO: 23
RUBRO: Encamado tuberías con material fino
UNIDAD: m³

EQUIPO Y HERRAMIENTAS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA / HORA	RENDIMIENTO (h/u)	COSTO UNIDAD	%
Herramienta menor	2	0.62	0.4	0.50	5.22%
			TOTAL EQUIPO	0.50	5.22%

MATERIAL

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO/U	COSTO UNIDAD	%
Arena	m³	1.1	6.4	7.04	74.06%
Agua	m³	0.5	0.5	0.25	2.63%
			TOTAL MATERIAL	7.29	76.69%

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	S.R.H.	RENDIMIENTO (h/u)	COSTO UNIDAD	%
Peon	1	2	0.4	0.80	8.42%
Albañil	1	2.3	0.4	0.92	9.68%
			TOTAL MANO DE OBRA	1.72	18.09%

COSTO DIRECTO	9.51	100%
COSTO INDIRECTO	2.80	29.50%
PRECIO UNITARIO DE RUBRO	$ 12.31	

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: Sistema de Alcantarillado Sanitario - Poaló
CALCULISTA: Felipe Herdoíza
FECHA: 16/03/2011

CÓDIGO: 24
RUBRO: Relleno compactado
UNIDAD: m³

EQUIPO Y HERRAMIENTAS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA / HORA	RENDIMIENTO (h/u)	COSTO UNIDAD	%
Herramienta menor	1	0.62	0.2	0.12	5.50%
Vibro apisonador	1	2.5	0.2	0.50	22.16%
			TOTAL EQUIPO	0.62	27.66%

MATERIAL

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO/U	COSTO UNIDAD	%
Agua	m³	0.1	6.4	0.64	28.37%
			TOTAL MATERIAL	0.64	28.37%

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	S.R.H.	RENDIMIENTO (h/u)	COSTO UNIDAD	%
Peon	1	2	0.2	0.40	17.73%
Albañil	1	2.3	0.2	0.46	20.39%
inspector	0.2	3.3	0.2	0.13	5.85%
			TOTAL MANO DE OBRA	0.99	43.97%

COSTO DIRECTO	2.26	100%
COSTO INDIRECTO	0.67	29.50%
PRECIO UNITARIO DE RUBRO	$ 2.92	

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: Sistema de Alcantarillado Sanitario - Poaló
CALCULISTA: Felipe Herdoíza
FECHA: 16/03/2011

CÓDIGO: 25
RUBRO: Entibado
UNIDAD: m²

EQUIPO Y HERRAMIENTAS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA / HORA	RENDIMIENTO (h/u)	COSTO UNIDAD	%
Herramienta menor	1	0.62	0.167	0.10	2.72%
			TOTAL EQUIPO	0.10	2.72%

MATERIAL

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO/U	COSTO UNIDAD	%
Clavos	kg	0.05	1.67	0.08	2.19%
Pingos	m	1	0.63	0.63	16.54%
Tabla de monte 0.30 m	m	0.9	1.6	1.44	37.80%
Tira de madera 4x4 cm	m	1	0.5	0.50	13.13%
			TOTAL MATERIAL	2.65	69.66%

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	S.R.H.	RENDIMIENTO (h/u)	COSTO UNIDAD	%
Peon	2	2	0.167	0.67	17.54%
Albañil	1	2.3	0.167	0.38	10.08%
			TOTAL MANO DE OBRA	1.05	27.62%

COSTO DIRECTO	3.81	100%
COSTO INDIRECTO	1.12	29.50%
PRECIO UNITARIO DE RUBRO	$ 4.93	

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: Sistema de Alcantarillado Sanitario - Poaló
CALCULISTA: Felipe Herdoíza
FECHA: 16/03/2011

CÓDIGO: 26
RUBRO: Rasanteo de zanja a mano
UNIDAD: m²

EQUIPO Y HERRAMIENTAS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA / HORA	RENDIMIENTO (h/u)	COSTO UNIDAD	%
Herramienta menor	1	0.62	0.06	0.04	12.12%
			TOTAL EQUIPO	0.04	12.12%

MATERIAL

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO/U	COSTO UNIDAD	%
			TOTAL MATERIAL	0.00	0.00%

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	S.R.H.	RENDIMIENTO (h/u)	COSTO UNIDAD	%
Peon	2	2	0.06	0.24	78.20%
Inspector	0.15	3.3	0.06	0.03	9.68%
			TOTAL MANO DE OBRA	0.27	87.88%

COSTO DIRECTO	0.31	100%
COSTO INDIRECTO	0.09	29.50%
PRECIO UNITARIO DE RUBRO	$ 0.40	

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: Sistema de Alcantarillado Sanitario - Poaló
CALCULISTA: Felipe Herdoíza
FECHA: 16/03/2011

CÓDIGO: 27
RUBRO: Cajas de revisión 0.60 x 0.60 m con tapa H.A.
UNIDAD: U

EQUIPO Y HERRAMIENTAS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA / HORA	RENDIMIENTO (h/u)	COSTO UNIDAD	%
Herramienta menor	2	0.62	2.0	2.48	5.76%
Concretera 1 saco	1	3.42	2.0	6.84	15.88%
Vibrador	1	2.15	2.0	4.30	9.98%
			TOTAL EQUIPO	13.62	31.61%

MATERIAL

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO/U	COSTO UNIDAD	%
Hormigon simple f'c= 180 kg/cm²	m³	0.091	55.2	5.02	11.66%
Acero de refuerzo	kg	2.63	1.02	2.68	6.23%
Tabla de monte 0.30m	m	2.5	1.6	4.00	9.28%
			TOTAL MATERIAL	11.71	27.17%

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	S.R.H.	RENDIMIENTO (h/u)	COSTO UNIDAD	%
Peon	2	2	2	8.00	18.57%
Albañil	1	2.3	2	4.60	10.68%
Maestro de obra	0.6	4.3	2	5.16	11.98%
			TOTAL MANO DE OBRA	17.76	41.22%

COSTO DIRECTO	43.09	100%
COSTO INDIRECTO	12.71	29.50%
PRECIO UNITARIO DE RUBRO	$ 55.80	

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: Sistema de Alcantarillado Sanitario - Poaló
CALCULISTA: Felipe Herdoíza
FECHA: 16/03/2011

CÓDIGO: 28
RUBRO: Replanteo y nivelación de estructuras
UNIDAD: m²

EQUIPO Y HERRAMIENTAS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA / HORA	RENDIMIENTO (h/u)	COSTO UNIDAD	%
Herramienta menor	1	0.62	0.04	0.02	2.37%
			TOTAL EQUIPO	0.02	2.37%

MATERIAL

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO/U	COSTO UNIDAD	%
Tira de eucalipto 2.5x2.0 cm	m	1.8	0.35	0.63	60.24%
Estacas y piola	global	0.7	0.33	0.23	22.09%
			TOTAL MATERIAL	0.86	82.33%

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	S.R.H.	RENDIMIENTO (h/u)	COSTO UNIDAD	%
Peón	1	2	0.04	0.08	7.65%
Cadenero	1	2	0.04	0.08	7.65%
			TOTAL MANO DE OBRA	0.16	15.30%

COSTO DIRECTO	1.05	100%
COSTO INDIRECTO	0.31	29.50%
PRECIO UNITARIO DE RUBRO	$ 1.35	

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: Sistema de Alcantarillado Sanitario - Poaló
CALCULISTA: Felipe Herdoíza
FECHA: 16/03/2011

CÓDIGO: 29
RUBRO: Replantillo f'c = 180 kg/cm2
UNIDAD: m³

EQUIPO Y HERRAMIENTAS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA / HORA	RENDIMIENTO (h/u)	COSTO UNIDAD	%
Herramienta menor	2	0.62	0.08	0.10	0.16%
			TOTAL EQUIPO	0.10	0.16%

MATERIAL

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO/U	COSTO UNIDAD	%
Hormigon simple f'c= 180 kg/cm²	m³	1.1	55.2	60.72	98.89%
			TOTAL MATERIAL	60.72	98.89%

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	S.R.H.	RENDIMIENTO (h/u)	COSTO UNIDAD	%
Peon	2	2	0.08	0.32	0.52%
Albañil	1	2.3	0.08	0.18	0.30%
Inspector	0.3	3.3	0.08	0.08	0.13%
			TOTAL MANO DE OBRA	0.58	0.95%

COSTO DIRECTO	61.40	100%
COSTO INDIRECTO	18.11	29.50%
PRECIO UNITARIO DE RUBRO	$ 79.52	

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: Sistema de Alcantarillado Sanitario - Poaló
CALCULISTA: Felipe Herdoíza
FECHA: 16/03/2011

CÓDIGO: 30
RUBRO: Acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2
UNIDAD: kg

EQUIPO Y HERRAMIENTAS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA / HORA	RENDIMIENTO (h/u)	COSTO UNIDAD	%
Herramienta menor	1	0.62	0.02	0.01	0.75%
Cortadora dobladora de hierro	1	0.97	0.02	0.02	1.17%
			TOTAL EQUIPO	0.03	1.91%

MATERIAL

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO/U	COSTO UNIDAD	%
Acero de refuerzo fy= 4200kg/cm2	kg	1	1.02	1.02	61.39%
Alambre galvanizado #18	kg	0.05	1.22	0.06	3.67%
			TOTAL MATERIAL	1.08	65.06%

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	S.R.H.	RENDIMIENTO (h/u)	COSTO UNIDAD	%
Albañil	2	2	0.08	0.32	19.26%
Ayudante en general	1	2	0.08	0.16	9.63%
Maestro de obra	0.2	4.3	0.08	0.07	4.14%
			TOTAL MANO DE OBRA	0.55	33.03%

COSTO DIRECTO	1.66	100%
COSTO INDIRECTO	0.49	29.50%
PRECIO UNITARIO DE RUBRO	$ 2.15	

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: Sistema de Alcantarillado Sanitario - Poaló
CALCULISTA: Felipe Herdoíza
FECHA: 16/03/2011

CÓDIGO: 31
RUBRO: Hormigón simple f'c = 210 kg/cm2
UNIDAD: m³

EQUIPO Y HERRAMIENTAS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA / HORA	RENDIMIENTO (h/u)	COSTO UNIDAD	%
Herramienta menor	3	0.62	0.80	1.49	1.92%
Concretera 1 saco	1	3.42	0.80	2.74	3.53%
Vibrador	1	2.15	0.80	1.72	2.22%
			TOTAL EQUIPO	5.94	7.66%

MATERIAL

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO/U	COSTO UNIDAD	%
Hormigon simple f'c= 210 kg/cm²	m³	1	57.7	57.70	74.35%
Tabla de monte 0.30m	m	3.5	1.6	5.60	7.22%
Pingos	m	0.5	0.63	0.32	0.41%
Clavos	kg	0.02	1.67	0.03	0.04%
			TOTAL MATERIAL	63.65	82.01%

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	S.R.H.	RENDIMIENTO (h/u)	COSTO UNIDAD	%
Peon	3	2	0.8	4.80	6.18%
Albañil	1	2.3	0.8	1.84	2.37%
Maestro de obra	0.4	4.3	0.8	1.38	1.77%
			TOTAL MANO DE OBRA	8.02	10.33%

COSTO DIRECTO	77.61	100%
COSTO INDIRECTO	22.89	29.50%
PRECIO UNITARIO DE RUBRO	$ 100.50	

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: Sistema de Alcantarillado Sanitario - Poaló
CALCULISTA: Felipe Herdoíza
FECHA: 16/03/2011

CÓDIGO: 32
RUBRO: Instalación tubería PVC 110 mm
UNIDAD: m

EQUIPO Y HERRAMIENTAS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA / HORA	RENDIMIENTO (h/u)	COSTO UNIDAD	%
Herramienta menor	3	0.62	0.04	0.07	1.56%
			TOTAL EQUIPO	0.07	1.56%

MATERIAL

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO/U	COSTO UNIDAD	%
Tubo plástico alc. D. interno 110mm	m	1	3.53	3.53	73.93%
Pegamento tuberías plásticas	global	0.02	35.03	0.70	14.67%
			TOTAL MATERIAL	4.23	88.61%

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	S.R.H.	RENDIMIENTO (h/u)	COSTO UNIDAD	%
Peon	2	2	0.04	0.16	3.35%
Albañil	1	2.3	0.04	0.09	1.93%
Ayudante en general	1	2	0.04	0.08	1.68%
Maestro de obra	0.8	4.3	0.04	0.14	2.88%
			TOTAL MANO DE OBRA	0.47	9.84%

COSTO DIRECTO	4.77	100%
COSTO INDIRECTO	1.41	29.50%
PRECIO UNITARIO DE RUBRO	$ 6.18	

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: Sistema de Alcantarillado Sanitario - Poaló
CALCULISTA: Felipe Herdoíza
FECHA: 16/03/2011

CÓDIGO: 33
RUBRO: Instalación tubería PVC 160 mm
UNIDAD: m

EQUIPO Y HERRAMIENTAS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA / HORA	RENDIMIENTO (h/u)	COSTO UNIDAD	%
Herramienta menor	3	0.62	0.04	0.07	1.56%
			TOTAL EQUIPO	0.07	1.56%

MATERIAL

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO/U	COSTO UNIDAD	%
Tubo plástico alc. D. interno 160mm	m	1	5.62	5.62	117.71%
Pegamento tuberías plásticas	global	0.02	35.03	0.70	14.67%
			TOTAL MATERIAL	6.32	132.38%

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	S.R.H.	RENDIMIENTO (h/u)	COSTO UNIDAD	%
Peon	2	2	0.04	0.16	3.35%
Albañil	1	2.3	0.04	0.09	1.93%
Ayudante en general	1	2	0.04	0.08	1.68%
Maestro de obra	0.8	4.3	0.04	0.14	2.88%
			TOTAL MANO DE OBRA	0.47	9.84%

COSTO DIRECTO	6.86	144%
COSTO INDIRECTO	2.03	29.50%
PRECIO UNITARIO DE RUBRO	$ 8.89	

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: Sistema de Alcantarillado Sanitario - Poaló
CALCULISTA: Felipe Herdoíza
FECHA: 16/03/2011

CÓDIGO: 34
RUBRO: Instalación válvula de descarga 4"
UNIDAD: u

EQUIPO Y HERRAMIENTAS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA / HORA	RENDIMIENTO (h/u)	COSTO UNIDAD	%
Herramienta menor	1	0.62	0.85	0.53	0.83%
Tecle	1	0.5	0.85	0.43	0.67%
			TOTAL EQUIPO	0.95	1.50%

MATERIAL

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO/U	COSTO UNIDAD	%
Hormigon simple f'c= 180 kg/cm²	m³	0.027	55.2	1.49	2.34%
Válvula Compuerta 04"	U	1	51.93	51.93	81.56%
			TOTAL MATERIAL	53.42	83.90%

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	S.R.H.	RENDIMIENTO (h/u)	COSTO UNIDAD	%
Peon	2	2	0.85	3.40	5.34%
Albañil	1	2.3	0.85	1.96	3.07%
Ayudante en general	0.6	2	0.85	1.02	1.60%
Maestro de obra	0.8	4.3	0.85	2.92	4.59%
			TOTAL MANO DE OBRA	9.30	14.60%

COSTO DIRECTO	63.67	100%
COSTO INDIRECTO	18.78	29.50%
PRECIO UNITARIO DE RUBRO	$ 82.45	

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: Sistema de Alcantarillado Sanitario - Poaló
CALCULISTA: Felipe Herdoíza
FECHA: 16/03/2011

CÓDIGO: 35
RUBRO: Instalación válvula de descarga 3"
UNIDAD: u

EQUIPO Y HERRAMIENTAS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA / HORA	RENDIMIENTO (h/u)	COSTO UNIDAD	%
Herramienta menor	1	0.62	0.85	0.53	1.51%
Tecle	1	0.5	0.85	0.43	1.22%
			TOTAL EQUIPO	0.95	2.73%

MATERIAL

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO/U	COSTO UNIDAD	%
Hormigon simple f'c= 180 kg/cm²	m³	0.02	55.2	1.10	3.17%
Válvula Compuerta 03"	U	1	23.49	23.49	67.41%
			TOTAL MATERIAL	24.59	70.58%

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	S.R.H.	RENDIMIENTO (h/u)	COSTO UNIDAD	%
Peon	2	2	0.85	3.40	9.76%
Albañil	1	2.3	0.85	1.96	5.61%
Ayudante en general	0.6	2	0.85	1.02	2.93%
Maestro de obra	0.8	4.3	0.85	2.92	8.39%
			TOTAL MANO DE OBRA	9.30	26.69%

COSTO DIRECTO	34.85	100%
COSTO INDIRECTO	10.28	29.50%
PRECIO UNITARIO DE RUBRO	$ 45.12	

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: Sistema de Alcantarillado Sanitario - Poaló
CALCULISTA: Felipe Herdoíza
FECHA: 16/03/2011

CÓDIGO: 36
RUBRO: Instalación tubería PVC 110 mm en planta de
UNIDAD: m

EQUIPO Y HERRAMIENTAS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA / HORA	RENDIMIENTO (h/u)	COSTO UNIDAD	%
Herramienta menor	1	0.62	0.04	0.02	0.52%
			TOTAL EQUIPO	0.02	0.52%

MATERIAL

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO/U	COSTO UNIDAD	%
Tubo plástico alc. D. interno 110mm	m	1	3.53	3.53	74.19%
Pegamento tuberías plásticas	global	0.02	35.03	0.70	14.73%
			TOTAL MATERIAL	4.23	88.92%

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	S.R.H.	RENDIMIENTO (h/u)	COSTO UNIDAD	%
Peon	1	2	0.08	0.16	3.36%
Albañil	1	2.3	0.08	0.18	3.87%
Inspector	0.6	3.3	0.08	0.16	3.33%
			TOTAL MANO DE OBRA	0.50	10.56%

COSTO DIRECTO	4.76	100%
COSTO INDIRECTO	1.40	29.50%
PRECIO UNITARIO DE RUBRO	$ 6.16	

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: Sistema de Alcantarillado Sanitario - Poaló
CALCULISTA: Felipe Herdoíza
FECHA: 16/03/2011

CÓDIGO: 37
RUBRO: Instalación tubería PVC 75 mm en planta de
UNIDAD: m

EQUIPO Y HERRAMIENTAS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA / HORA	RENDIMIENTO (h/u)	COSTO UNIDAD	%
Herramienta menor	1	0.62	0.04	0.02	0.57%
			TOTAL EQUIPO	0.02	0.57%

MATERIAL

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO/U	COSTO UNIDAD	%
Tubo plástico alc. D. interno 75mm	m	1	2.82	2.82	69.70%
Pegamento tuberías plásticas	global	0.02	35.03	0.70	17.32%
			TOTAL MATERIAL	3.52	87.02%

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	S.R.H.	RENDIMIENTO (h/u)	COSTO UNIDAD	%
Peon	1	2	0.08	0.16	3.95%
Albañil	1	2.3	0.08	0.18	4.55%
Inspector	0.6	3.3	0.08	0.16	3.92%
			TOTAL MANO DE OBRA	0.50	12.42%

COSTO DIRECTO	4.05	100%
COSTO INDIRECTO	1.19	29.50%
PRECIO UNITARIO DE RUBRO	$ 5.24	

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: Sistema de Alcantarillado Sanitario - Poaló
CALCULISTA: Felipe Herdoíza
FECHA: 16/03/2011

CÓDIGO: 38
RUBRO: Instalación tubería PVC 50 mm en planta de
UNIDAD: m

EQUIPO Y HERRAMIENTAS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA / HORA	RENDIMIENTO (h/u)	COSTO UNIDAD	%
Herramienta menor	1	0.62	0.04	0.02	0.94%
			TOTAL EQUIPO	0.02	0.94%

MATERIAL

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO/U	COSTO UNIDAD	%
Tubo plástico alc. D. interno 50mm	m	1	1.41	1.41	53.45%
Pegamento tuberías plásticas	global	0.02	35.03	0.70	26.56%
			TOTAL MATERIAL	2.11	80.01%

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	S.R.H.	RENDIMIENTO (h/u)	COSTO UNIDAD	%
Peon	1	2	0.08	0.16	6.07%
Albañil	1	2.3	0.08	0.18	6.98%
Inspector	0.6	3.3	0.08	0.16	6.01%
			TOTAL MANO DE OBRA	0.50	19.05%

COSTO DIRECTO	2.64	100%
COSTO INDIRECTO	0.78	29.50%
PRECIO UNITARIO DE RUBRO	$ 3.42	

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: Sistema de Alcantarillado Sanitario - Poaló
CALCULISTA: Felipe Herdoíza
FECHA: 16/03/2011

CÓDIGO: 39
RUBRO: Junta impermeable de PVC 15 cm
UNIDAD: m

EQUIPO Y HERRAMIENTAS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA / HORA	RENDIMIENTO (h/u)	COSTO UNIDAD	%
Herramienta menor	1	0.62	0.067	0.04	2.67%
			TOTAL EQUIPO	0.04	2.67%

MATERIAL

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO/U	COSTO UNIDAD	%
Cinta impermeable (Chova)	m	1	1.16	1.16	74.52%
			TOTAL MATERIAL	1.16	74.52%

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	S.R.H.	RENDIMIENTO (h/u)	COSTO UNIDAD	%
Peon	1	2	0.067	0.13	8.61%
Inspector	1	3.3	0.067	0.22	14.20%
			TOTAL MANO DE OBRA	0.36	22.81%

COSTO DIRECTO	1.56	100%
COSTO INDIRECTO	0.46	29.50%
PRECIO UNITARIO DE RUBRO	$ 2.02	

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: Sistema de Alcantarillado Sanitario - Poaló
CALCULISTA: Felipe Herdoíza
FECHA: 16/03/2011

CÓDIGO: 40
RUBRO: Instalación sumideros
UNIDAD: u

EQUIPO Y HERRAMIENTAS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA / HORA	RENDIMIENTO (h/u)	COSTO UNIDAD	%
Herramienta menor	2	0.62	2.50	3.10	1.90%
Concretera 1 saco	1	3.42	2.50	8.55	5.23%
Vibrador	1	2.15	2.50	5.38	3.29%
			TOTAL EQUIPO	17.03	10.41%

MATERIAL

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO/U	COSTO UNIDAD	%
Hormigon simple f'c= 180 kg/cm²	m³	0.09	55.2	4.97	3.04%
Tabla de monte 0.30 m	m	6.2	1.6	9.92	6.07%
Tira de madera 4x4 cm	m	2	0.5	1.00	0.61%
Clavos	kg	0.02	1.67	0.03	0.02%
Rejilla rectangular	U	1	67.8	67.80	41.46%
Cerco rectangular	U	1	21.47	21.47	13.13%
			TOTAL MATERIAL	105.19	64.32%

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	S.R.H.	RENDIMIENTO (h/u)	COSTO UNIDAD	%
Peon	4	2	2.5	20.00	12.23%
Albañil	2	2.3	2.5	11.50	7.03%
Inspector	0.8	3.3	2.5	6.60	4.04%
Maestro de obra	0.3	4.3	2.5	3.23	1.97%
			TOTAL MANO DE OBRA	41.33	25.27%

COSTO DIRECTO	163.54	100%
COSTO INDIRECTO	48.24	29.50%
PRECIO UNITARIO DE RUBRO	$ 211.79	

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: Sistema de Alcantarillado Sanitario - Poaló
CALCULISTA: Felipe Herdoíza
FECHA: 16/03/2011

CÓDIGO: 41
RUBRO: Desalojo material sobrante
UNIDAD: m³

EQUIPO Y HERRAMIENTAS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA / HORA	RENDIMIENTO (h/u)	COSTO UNIDAD	%
Herramienta menor	2	0.62	0.05	0.06	5.89%
Volqueta	1	14	0.05	0.70	66.54%
			TOTAL EQUIPO	0.76	72.43%

MATERIAL

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO/U	COSTO UNIDAD	%
			TOTAL MATERIAL	0.00	0.00%

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	S.R.H.	RENDIMIENTO (h/u)	COSTO UNIDAD	%
Peon	1	2	0.05	0.10	9.51%
Chofer licencia "E"	1	3.8	0.05	0.19	18.06%
			TOTAL MANO DE OBRA	0.29	27.57%

COSTO DIRECTO	1.05	100.00%
COSTO INDIRECTO	0.31	29.50%
PRECIO UNITARIO DE RUBRO	$ 1.36	

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: Sistema de Alcantarillado Sanitario - Poaló
CALCULISTA: Felipe Herdoíza
FECHA: 16/03/2011

CÓDIGO: 42
RUBRO: Instalación silla yee 600 x 160 mm
UNIDAD: u

EQUIPO Y HERRAMIENTAS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA/ HORA	RENDIMIENTO (h/u)	COSTO UNIDAD	%
Herramienta menor	1	0.62	0.22	0.14	0.38%
			TOTAL EQUIPO	0.14	0.38%

MATERIAL

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO/U	COSTO UNIDAD	%
Silla yee 600x160 mm	U	1	34.2	34.20	94.58%
Pegamento tuberías plásticas	global	0.004	35.03	0.140	1.01%
Alambre galvanizado #18	kg	0.05	1.22	0.061	0.17%
			TOTAL MATERIAL	34.40	95.75%

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	S.R.H.	RENDIMIENTO (h/u)	COSTO UNIDAD	%
Peón	1	2	0.22	0.44	1.22%
Albañil	1	2.3	0.22	0.51	1.40%
Ayudante en general	1	2	0.22	0.44	1.22%
Maestro de obra	0.25	4.3	0.22	0.24	0.65%
			TOTAL MANO DE OBRA	1.62	4.49%

COSTO DIRECTO	36.16	101%
COSTO INDIRECTO	10.67	29.50%
PRECIO UNITARIO DE RUBRO	$ 46.83	

6.4 PRESUPUESTO DE OBRA

6.4.1 Presupuesto del Sistema de Alcantarillado Sanitario

Tabla 6-7. Presupuesto del sistema de alcantarillado sanitario.

COD.	RUBRO	UNIDAD	CANTIDAD	P.UNITARIO (&)	SUBTOTAL ($)
01	Limpieza y desbroce	m^2	300.00	0.32	96.00
02	Replanteo y nivelación de zanjas	m	3924.07	0.80	3139.26
03	Instalación tubería PVC 200	m	3924.07	9.38	36807.78
12	Instalación silla yee 200 x 110 mm	u	308.00	17.82	5488.56
20	Instalación pozo de revisión Dint = 1.20 m H.S f'c = 210 kg/cm^2	u	44.00	333.93	14692.92
21	Excavación de zanja a máquina h = 0.00 - 3.00 m	m^3	2482.42	2.72	6752.18
22	Excavación de zanja a máquina h = 3.01 - 6.00 m	m^3	130.65	3.05	398.49
23	Encamado tuberías con material fino	m^3	98.10	12.17	1193.90
24	Relleno compactado (material de excavación)	m^3	2489.80	2.78	6921.63
25	Entibado (apuntalamiento zanjas)	m^2	981.02	3.59	3521.85
26	Rasanteo de zanja a mano	m^2	1962.04	0.38	745.57
27	Cajas de revisión 0.60 x 0.60 m con tapa H.A.	u	308.00	40.14	12363.12
28	Replanteo y nivelación de estructuras	m^2	100.00	1.36	136.00
29	Replantillo f'c = 180 kg/cm^2	m^3	4.47	78.02	348.55
30	Acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm^2	Kg	2219.29	2.11	4682.70
31	Hormigón simple f'c = 210 kg/cm^2	m^3	96.91	91.29	8846.54
32	Instalación tubería PVC 110 mm	m	924.00	4.87	4499.88
34	Instalación válvula de descarga 4"	u	1.00	80.11	80.11
35	Instalación válvula de descarga 3"	u	1.00	42.79	42.79
36	Instalación tubería PVC 110 mm en planta de tratamiento	m	1.50	4.85	7.28
37	Instalación tubería PVC 75 mm en planta de tratamiento	m	2.00	3.32	6.64
38	Instalación tubería PVC 50 mm en planta de tratamiento	m	5.00	2.91	14.55
39	Junta impermeable de PVC 15 cm	m	33.18	1.90	63.04
41	Desalojo material sobrante	m	189.55	1.32	250.21

SUBTOTAL	$ 111,099.55
IVA 12%	$ 13,331.95
TOTAL	**$ 124,431.50**

6.4.2 Presupuesto del Sistema de Alcantarillado Pluvial

Tabla 6-8. Presupuesto del sistema de alcantarillado pluvial.

COD.	RUBRO	UNIDAD	CANTIDAD	P.UNITARIO (&)	SUBTOTAL ($)
01	Limpieza y desbroce	m^2	300.00	$ 0.33	$ 99.00
02	Replanteo y nivelación de zanjas	m	4007.56	$ 0.82	$ 3,286.20
04	Instalación tubería PVC 250 mm	m	1056.79	$ 21.75	$ 22,985.07
05	Instalación tubería PVC 300 mm	m	678.85	$ 25.02	$ 16,984.78
06	Instalación tubería PVC 350 mm	m	604.64	$ 42.32	$ 25,588.15
07	Instalación tubería PVC 400 mm	m	51.88	$ 46.19	$ 2,396.11
08	Instalación tubería PVC 450 mm	m	637.24	$ 49.70	$ 31,670.58
09	Instalación tubería PVC 500 mm	m	410.45	$ 54.44	$ 22,344.95
10	Instalación tubería PVC 550 mm	m	94.40	$ 60.42	$ 5,703.65
11	Instalación tubería PVC 600 mm	m	473.33	$ 72.17	$ 34,160.37
13	Instalación silla yee 250 x 160 mm	u	33.00	$ 25.60	$ 844.80
14	Instalación silla yee 300 x 160 mm	u	21.00	$ 31.11	$ 653.31
15	Instalación silla yee 350 x 160 mm	u	19.00	$ 33.62	$ 638.78
16	Instalación silla yee 400 x 160 mm	u	2.00	$ 34.81	$ 69.62
17	Instalación silla yee 450 x 160 mm	u	20.00	$ 40.09	$ 801.80
18	Instalación silla yee 500 x 160 mm	u	13.00	$ 42.39	$ 551.07
19	Instalación silla yee 550 x 160 mm	u	3.00	$ 45.40	$ 136.20
42	Instalación silla yee 600 x 160 mm	u	15.00	$ 46.83	$ 702.45
20	Instalación pozo de revisión Dint = 1.20 m H.S f'c = 210 kg/cm^2	u	44.00	$ 382.13	$ 16,813.72
21	Excavación de zanja a máquina h = 0.00 - 3.00 m	m^3	0.00	$ 2.89	$ 0.00
22	Excavación de zanja a máquina h = 3.01 - 6.00 m	m^3	0.00	$ 3.24	$ 0.00
23	Encamado tuberías con material fino	m^3	107.45	$ 12.31	$ 1,322.67
24	Relleno compactado (material de excavación)	m^3	2505.75	$ 2.92	$ 7,316.80
25	Entibado (apuntalamiento zanjas)	m^2	801.51	$ 4.93	$ 3,951.46
26	Rasanteo de zanja a mano	m^2	2148.93	$ 0.40	$ 859.57
27	Cajas de revisión 0.60 x 0.60 m con tapa H.A.	u	126.00	$ 55.80	$ 7,030.80
28	Replanteo y nivelación de estructuras	m^2	100.00	$ 1.35	$ 135.00
29	Replantillo f'c = 180 kg/cm^2	m^3	2.50	$ 79.52	$ 198.80
30	Acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm^2	Kg	2219.29	$ 2.15	$ 4,771.47
31	Hormigón simple f'c = 210 kg/cm^2	m^3	72.35	$ 100.50	$ 7,271.18
33	Instalación tubería PVC 160 mm	m	504.00	$ 8.89	$ 4,480.56
39	Junta impermeable de PVC 15 cm	m	39.70	$ 2.02	$ 80.19
40	Instalación sumideros	u	126.00	$ 211.79	$ 26,685.54
41	Desalojo material sobrante	m	572.42	$ 1.36	$ 778.49

SUBTOTAL	$ 251,313.13
IVA 12%	$ 30,157.58
TOTAL	**$ 281,470.71**

6.5 Cronograma de Ejecución

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

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

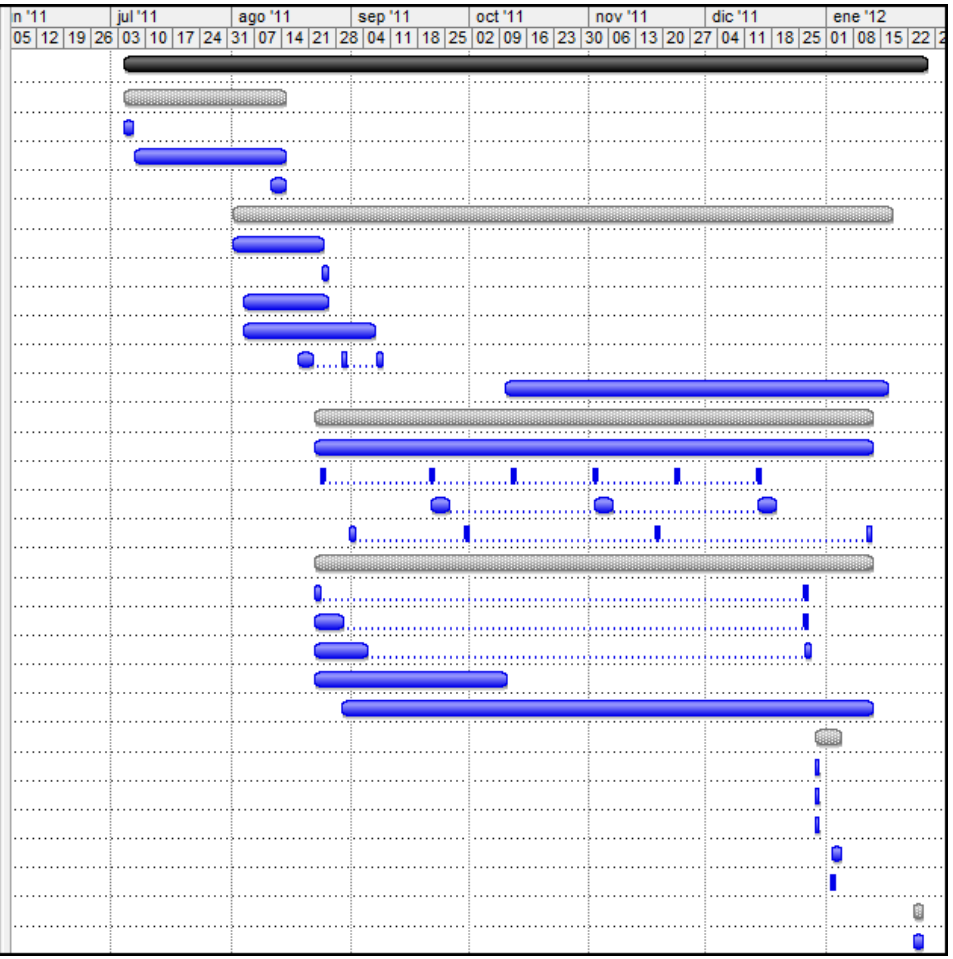
La fecha de inicio de obra se la estableció para el cuatro de Julio del presente año (2011).

A continuación se detallan los cronogramas de ejecución de obra para los dos sistemas de alcantarillado.

6.5.1 Cronograma Ejecución de la construcción del Alcantarillado Sanitario

Tabla 6-9. Cronograma de construcción del sistema de alcantarillado sanitario.

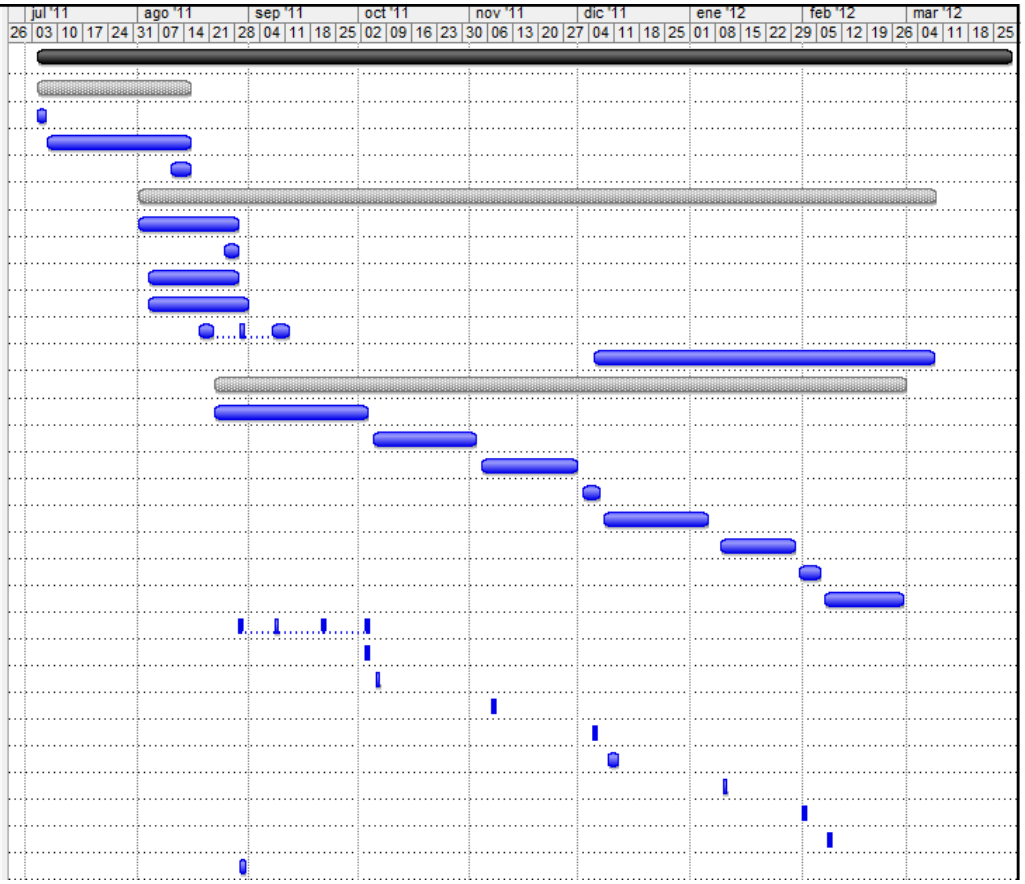
Id	Nombre de tarea	Duración
1	**ALCANTARILLADO SANITARIO**	149 días
2	**ACTIVIDADES PRELIMINARES**	30 días
3	Limpieza y desbroce	3 días
4	Replanteo y nivelación de zanjas	27 días
5	Replanteo y nivelación de estructuras	2 días
6	**MOVIMIENTO DE TIERRAS**	122 días
7	Excavación de zanja a máquina h = 0.00 - 3.00 m	18 días
8	Excavación de zanja a máquina h = 3.01 - 6.00 m	2 días
9	Rasanteo de zanja a mano	16 días
10	Entibado (apuntalamiento zanjas)	24 días
11	Encamado tuberías con material fino	6 días
12	Relleno compactado (material de excavación)	71 días
13	**TUBERÍAS**	104 días
14	Instalación tubería PVC 200mm	104 días
15	Instalación tubería PVC 110 mm	6 días
16	Instalación silla yee 200 x 110 mm	9 días
17	Junta impermeable de PVC 15 cm	5 días
18	**POZOS DE REVISIÓN**	104 días
19	Replantillo f'c=180 kg/cm²	3 días
20	Acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2	7 días
21	Hormigón simple f'c = 210 kg/cm2	12 días
22	Instalación pozo de revisión Dint = 1.20 m H.S f'c = 210 kg/cm²	36 días
23	Cajas de revisión 0.60 x 0.60 m con tapa H.A.	99 días
24	**PLANTA DE TRATAMIENTO**	5 días
25	Instalación tubería PVC 110 mm en planta de tratamiento	1 día
26	Instalación tubería PVC 75 mm en planta de tratamiento	1 día
27	Instalación tubería PVC 50 mm en planta de tratamiento	1 día
28	Instalación válvula de descarga 4"	3 días
29	Instalación válvula de descarga 3"	1 día
30	**TRABAJOS COMPLEMENTARIOS**	3 días
31	Desalojo material sobrante	3 días



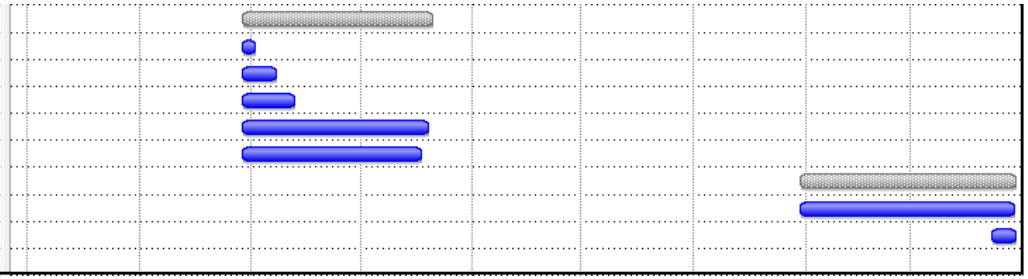
6.5.2 Cronograma Ejecución de la construcción del Alcantarillado Pluvial

Tabla 6-10. Cronograma de construcción del sistema de alcantarillado pluvial.

Id	Nombre de tarea	Duración
1	**ALCANTARILLADO SANITARIO**	194 días
2	**ACTIVIDADES PRELIMINARES**	31 días
3	Limpieza y desbroce	3 días
4	Replanteo y nivelación de zanjas	28 días
5	Replanteo y nivelación de estructuras	4 días
6	**MOVIMIENTO DE TIERRAS**	159 días
7	Excavación de zanja a máquina h = 0.00 - 3.00 m	20 días
8	Excavación de zanja a máquina h = 3.01 - 6.00 m	2 días
9	Rasanteo de zanja a mano	17 días
10	Entibado (apuntalamiento zanjas)	20 días
11	Encamado tuberías con material fino	7 días
12	Relleno compactado (material de excavación)	69 días
13	**TUBERÍAS**	138 días
14	Instalación tubería PVC 250mm	31 días
15	Instalación tubería PVC 300mm	21 días
16	Instalación tubería PVC 350mm	19 días
17	Instalación tubería PVC 400mm	3 días
18	Instalación tubería PVC 450mm	21 días
19	Instalación tubería PVC 500mm	15 días
20	Instalación tubería PVC 550mm	4 días
21	Instalación tubería PVC 600mm	16 días
22	Instalación tubería PVC 160 mm	4 días
23	Instalación silla yee 250 x 160 mm	1 día
24	Instalación silla yee 300 x 160 mm	1 día
25	Instalación silla yee 350 x 160 mm	1 día
26	Instalación silla yee 400 x 160 mm	1 día
27	Instalación silla yee 450 x 160 mm	1 día
28	Instalación silla yee 500 x 160 mm	1 día
29	Instalación silla yee 550 x 160 mm	1 día
30	Instalación silla yee 600 x 160 mm	1 día
31	Junta impermeable de PVC 15 cm	2 días



32	**POZOS DE REVISIÓN**	39 días
33	Replantillo f'c=180 kg/cm²	4 días
34	Acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2	8 días
35	Hormigón simple f'c = 210 kg/cm2	11 días
36	Instalación pozo de revisión Dint = 1.20 m H.S f'c = 210 kg/cm²	38 días
37	Cajas de revisión 0.60 x 0.60 m con tapa H.A.	36 días
38	**TRABAJOS COMPLEMENTARIOS**	44 días
39	Instalación sumideros	44 días
40	Desalojo material sobrante	5 días
41		



CAPÍTULO 7

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 CONCLUSIONES

Mediante el estudio y análisis de las características físicas, bióticas y socio económicas, se logró diseñar sistemas de alcantarillado sanitario y alcantarillado pluvial adecuados y eficientes. Los cuales cumplen con las normas de actual vigencia y con esto eliminar la conocida necesidad de estos servíos en este sector de la parroquia de Poaló.

Este proyecto brindara varios beneficios a los pobladores del sector analizado y en general a los habitantes de esta parroquia. Los principales aspectos que se verán influenciados positivamente por esta obra serían: Salud, bienestar, desarrollo económico, mejora en infraestructuras, generación de trabajo, fomentación del turismo, incremento en plusvalía del sector, en resumen, este proyecto cumplirá con el fin de mejorar la calidad de vida de los pobladores y promover el desarrollo interno del sector.

Debido al plan de manejo ambiental desarrollado en el cuarto capítulo, se dará un apropiado manejo de los recursos hídricos y un mayor control en los procesos constructivos, lo que impedirá impactos ambientales significativos y más bien se fomentará los aspectos positivos resultados del desarrollo del proyecto.

Del análisis de la capacidad financiera de esta parroquia, se concluyó que se debe realizar por separados los sistemas de alcantarillado sanitario y alcantarillado

pluvial, dando prioridad a la construcción del sistema de alcantarillado sanitario, puesto que la ausencia de éste, representa mayor afectación para el sector.

La planta de tratamiento de aguas servidas fue diseñado para obtener un efluente lo suficientemente refinado para que este no causara daños en su medio receptor. Su análisis se realizó en base a las normas de actual vigencia y con procesos simples, de fácil control, mantenimiento y operación.

Al ser desarrollas los dos sistemas por separado, cada uno de éstos manejará un menor caudal, lo que representa un aspecto muy favorable especialmente para el sistema de alcantarillado sanitario, puesto que el volumen de agua a ser depurada en la planta de tratamiento será significativamente menor favoreciendo a la eficiencia de este proceso.

7.2 RECOMENDACIONES

La Junta Parroquial de Poaló, conjuntamente con el Municipio de Latacunga, deben promover, con charlas y propagandas, el buen manejo del agua y el uso adecuado de los nuevos sistemas para garantizar que éstos cumplan con su objetivo.

Es favorable la compra de materiales de obra a locales cercanos al sector del proyecto. Los materiales con cualidades especificas y de buena calidad se puede encontrar fácilmente en el centro de Latacunga que se encuentra próxima a Poaló. En cambio, para herramientas menores, material artesanal, componentes complementarios se recomienda su compra dentro de la parroquia del proyecto para favorecer el movimiento económico del propio sector.

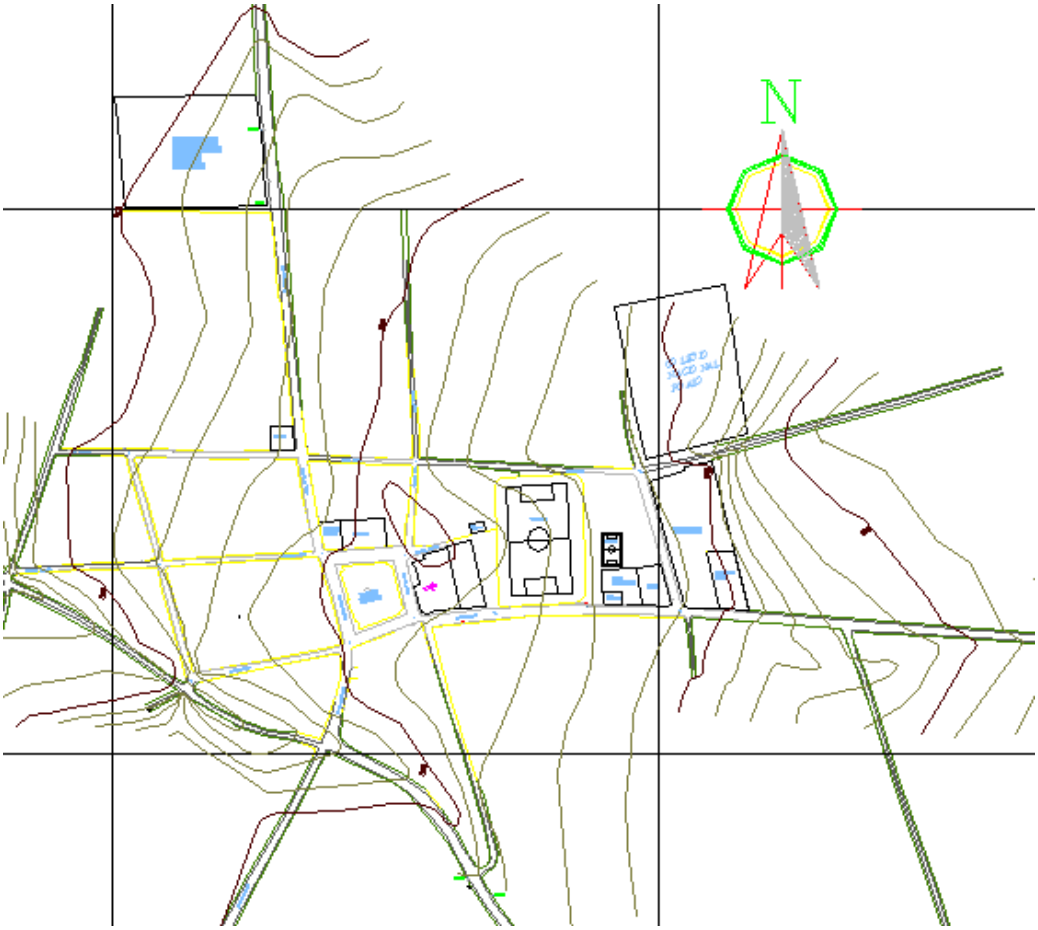
De contar con el financiamiento necesario, se recomienda comenzar simultáneamente con la construcción de los dos sistemas de alcantarillado. Esto reflejará un menor gasto en varios rubros del proyecto, un desarrollo del sector con mayor rapidez y la alteración del normal movimiento de la parroquia y malestar de los pobladores debido a la construcción se daría una sola vez.

Se recomienda contar con un fiscalizador que esté presente en la obra para asegurar que todos los procesos constructivos sean realizados según las especificaciones establecidas en el quinto capítulo, teniendo un cuidado especial en la construcción de la planta de tratamiento, comprobando el funcionamiento del filtro de arena y ripio, asegurando un sellado adecuado de tuberías cumpliendo así las recomendaciones de los fabricantes y verificar la calidad y características de materiales constructivos como el hormigón y el hierro.

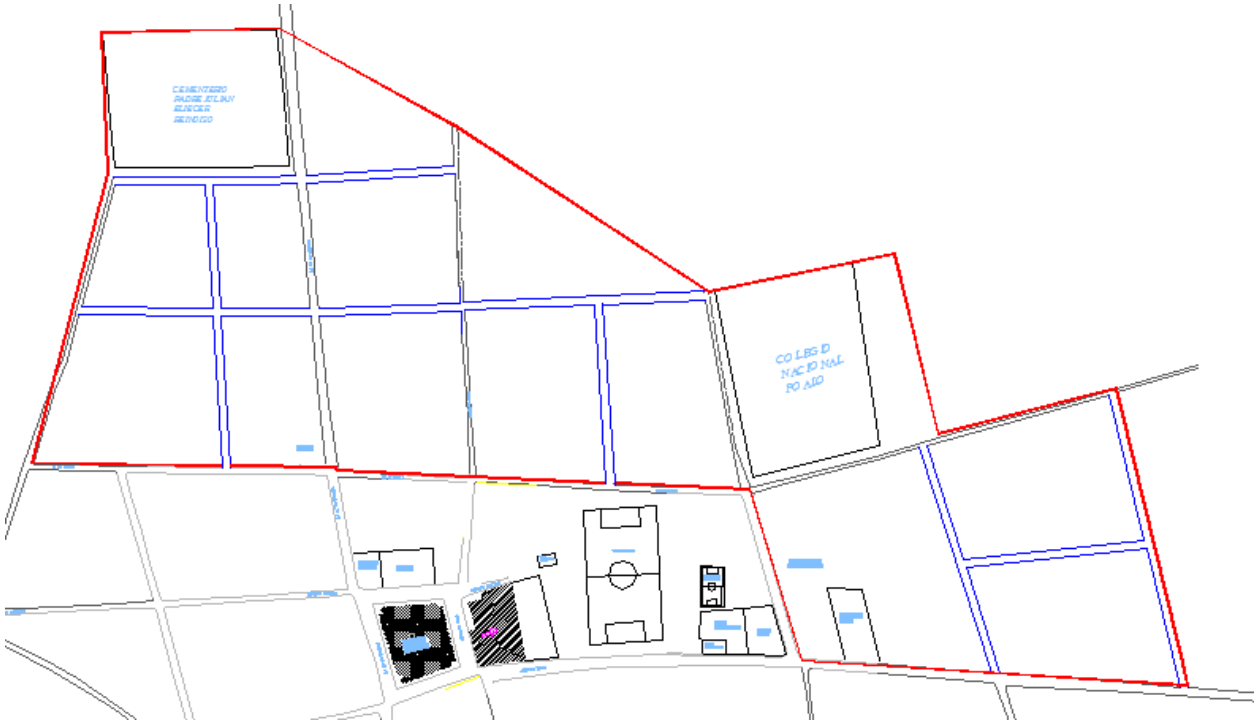
Se deberá contratar y capacitar a los trabajadores encargados de realizar un mantenimiento periódico y verificar el buen funcionamiento de la planta de tratamiento.

ANEXOS

Anexo 1. Plano topográfico de Poaló.



Anexo 2. Plano del sector del proyecto delimitado y proyección de vías.



Anexo 3. Población de la parroquia de Poaló- Junta Parroquial.

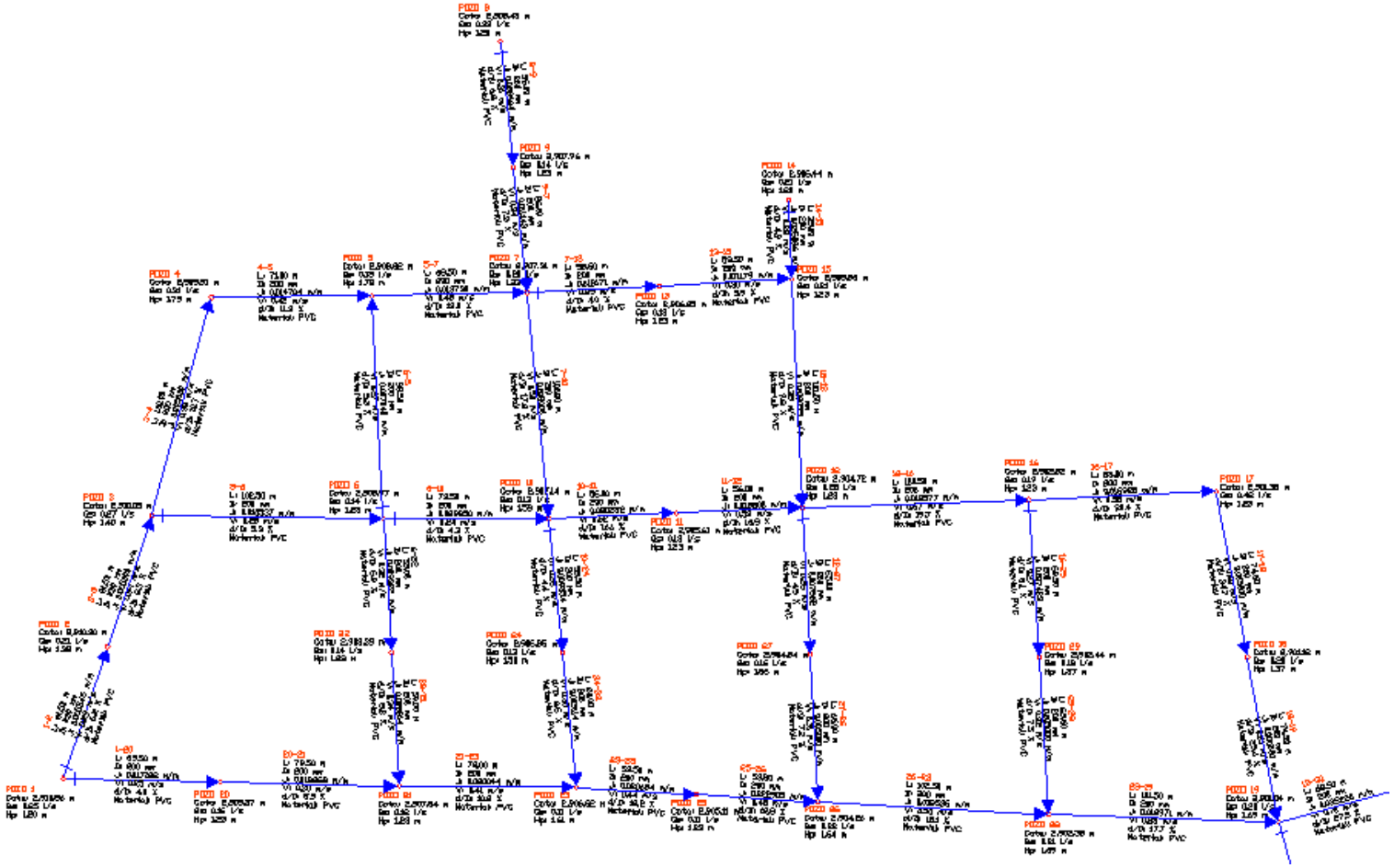
Nº	NOMBRE DE LA COMUNIDAD	Nº DE HABITANTES
1	Comuna Chantilín Chico:	350
2	Comunidad San Vicente:	1279
3	Comuna Pilligsillí:	984
4	Comunidad Escalera Loma:	350
5	Comunidad Las Parcelas:	240
6	Comunidad San Rafael:	220
7	Comunidad Luz de América:	350
8	Comuna Marqués de Maenza:	225
9	Comunidad Mariscal Sucre:	240
10	Comuna Maca Chico:	586
11	Comuna Bellavista:	220
12	Comunidad Maca Atápulo	925
13	Comunidad Maca Centro:	240
14	Comunidad Laigua Centro:	180
15	Comunidad Tugma Wairapungo:	120
16	Comunidad Maca Chuquiraloma:	1250
17	Comunidad Maca Milinpungo:	210
18	Comuna Maca Grande:	650
19	Comunidad Ugshaloma:	960
20	Acchi Vaquería:	145
	TOTAL GENERAL	9724

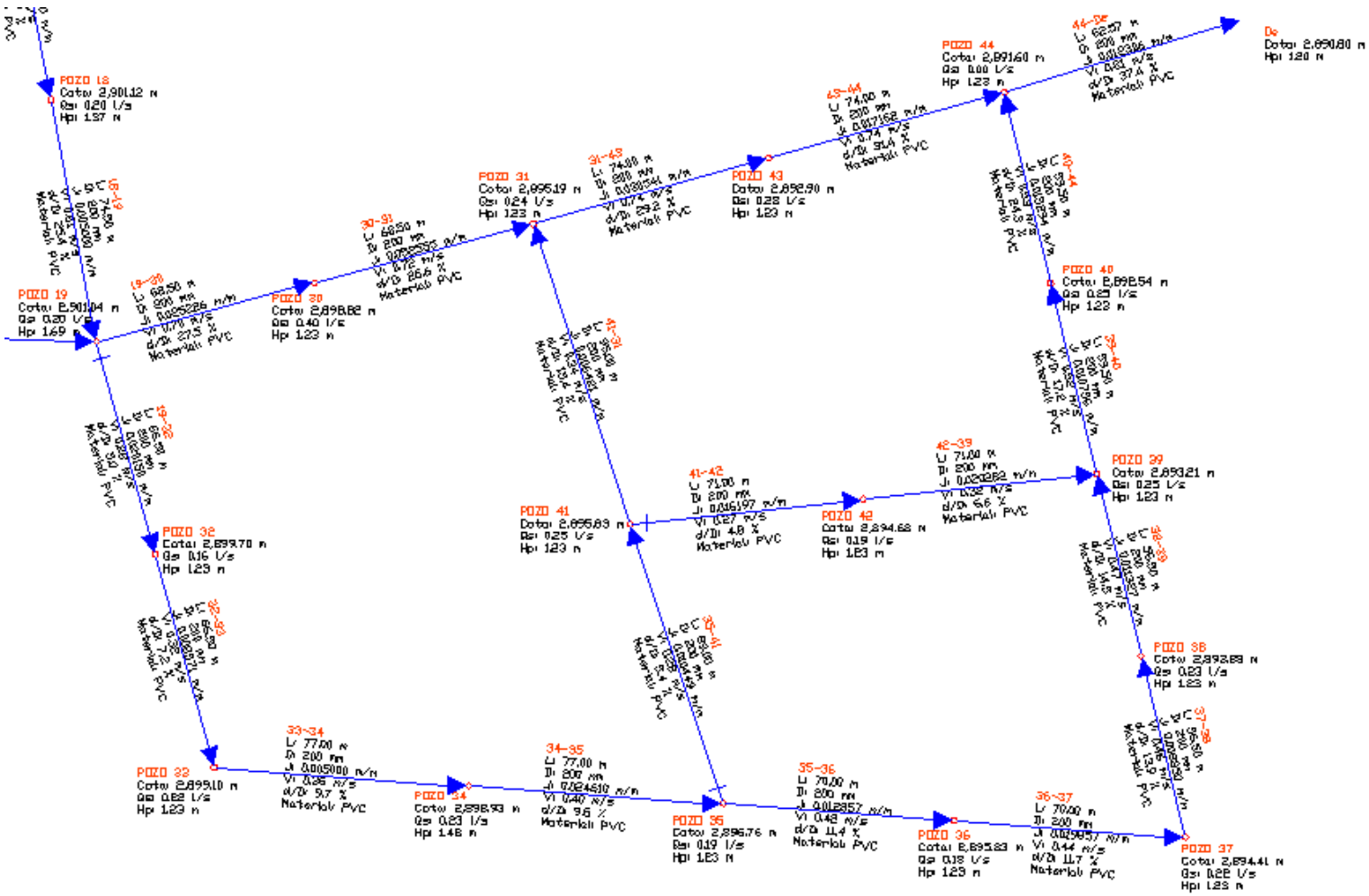
jch./jq.

Junta Parroquial
"SAN JOSE DE POALO"
Aprobado con Registro Oficial
No. 193-27-10-2000
Latacunga - Cotopaxi

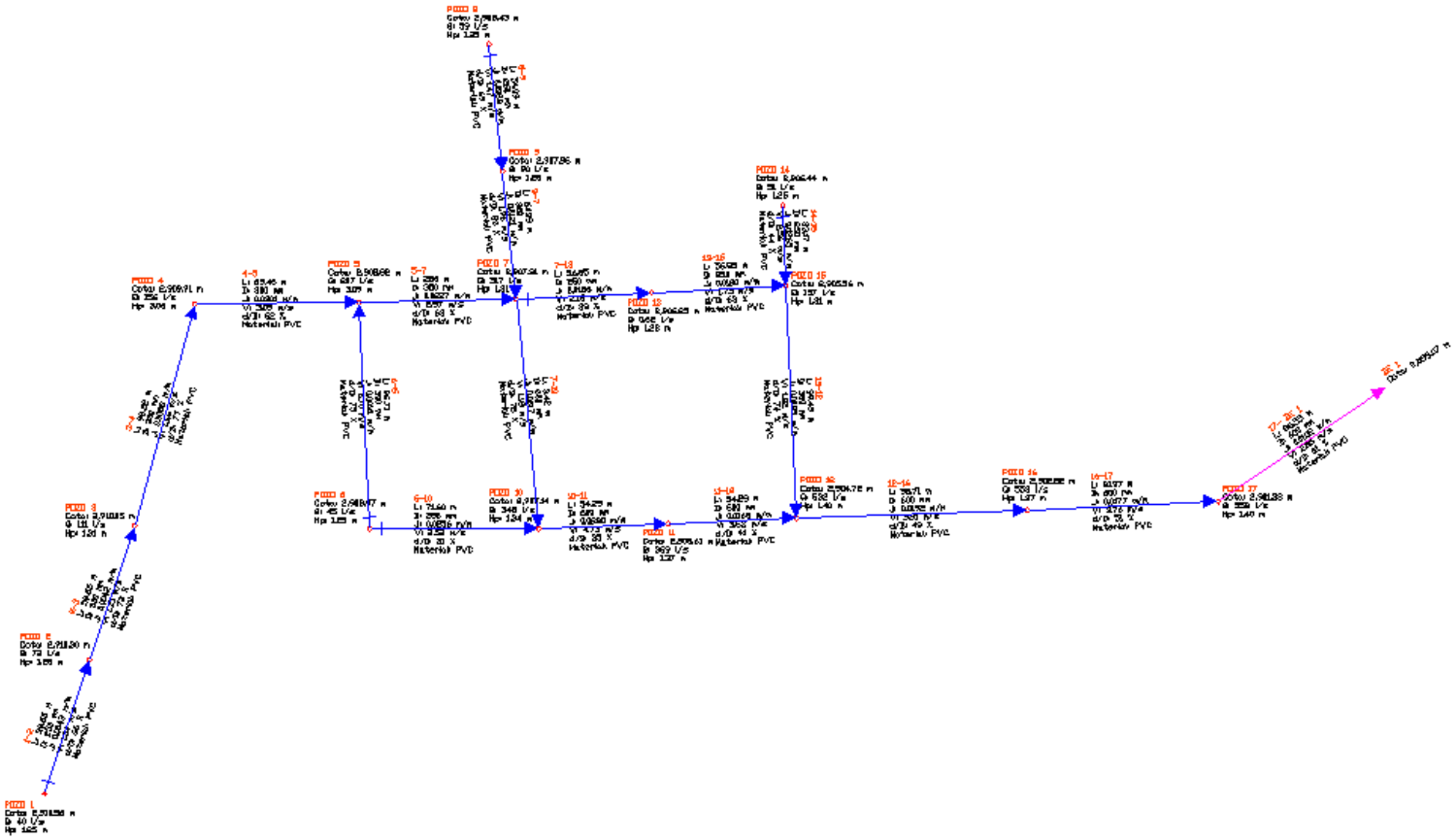
ASOCIACION DE JUNTAS PARROQUIALES RURALES DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI

Anexo 4. Sistema de alcantarillado sanitario.

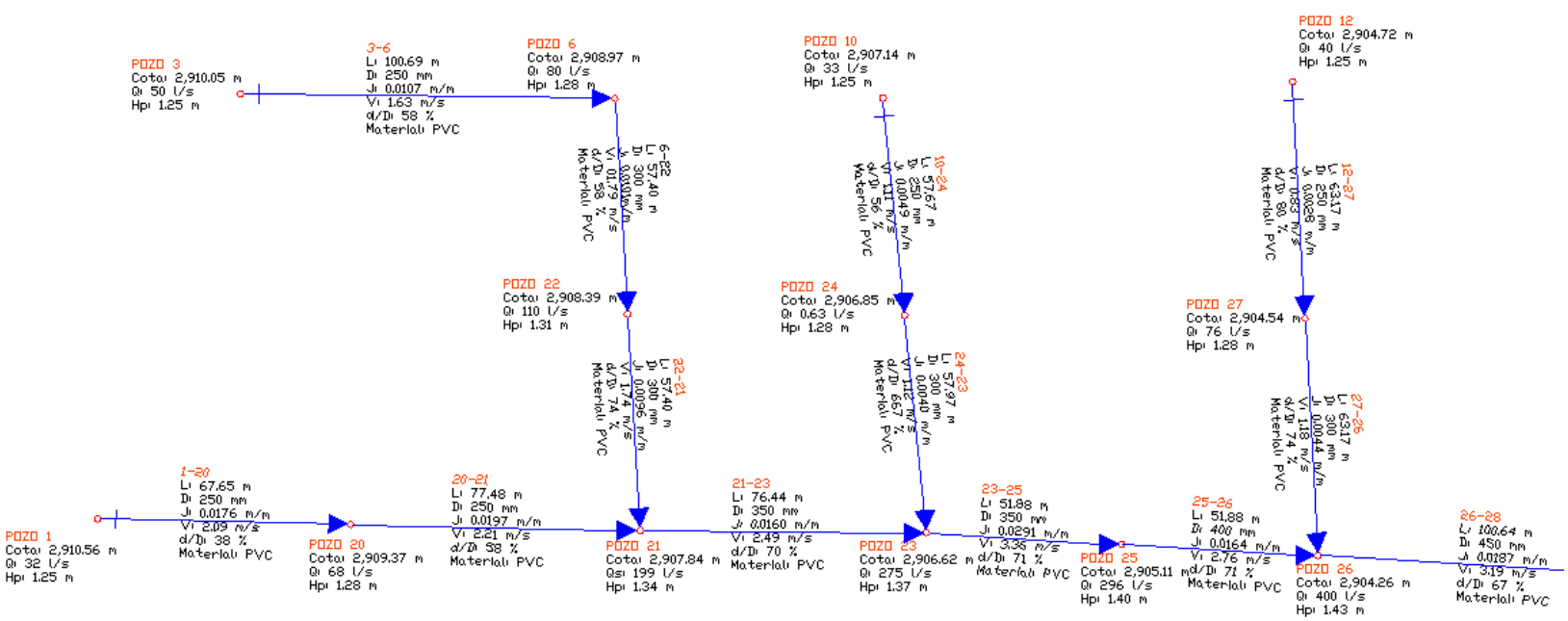


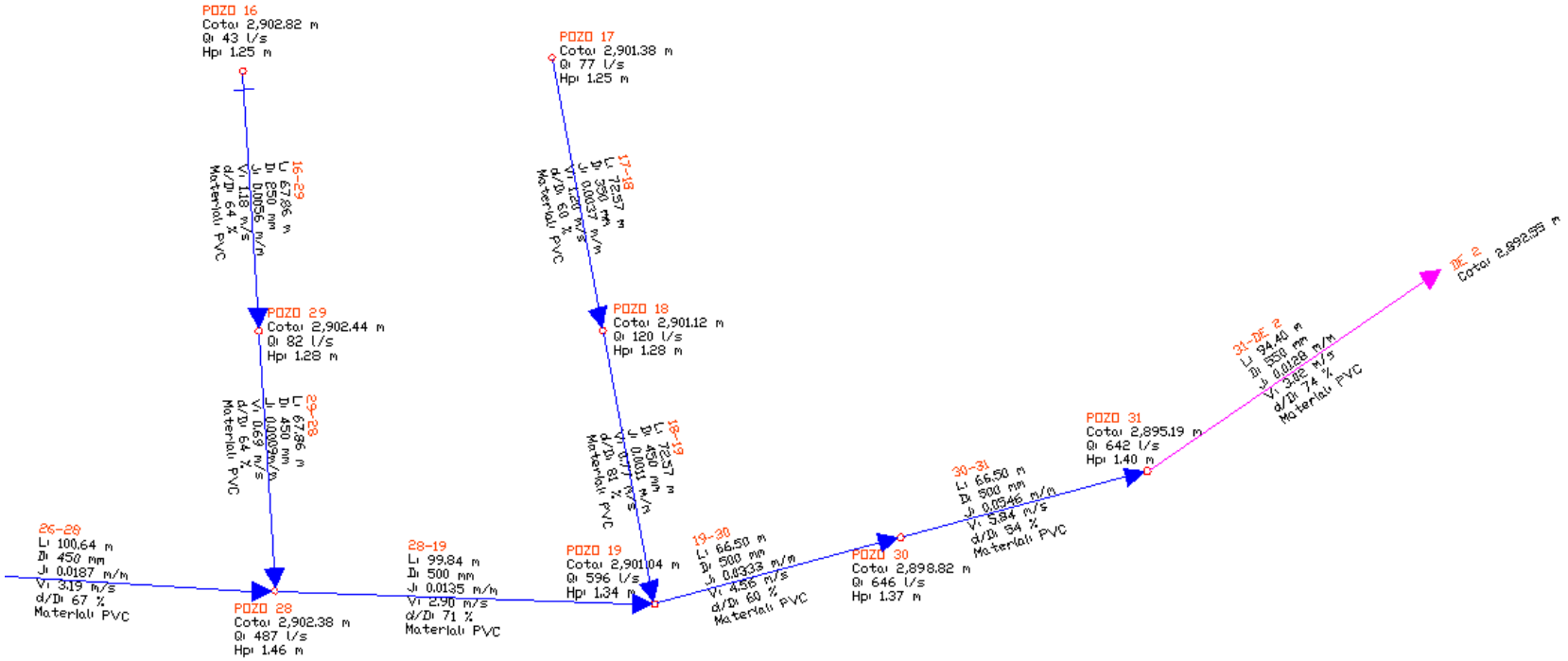

POZO 18
POZO 19
POZO 30
POZO 31
POZO 43
POZO 44
POZO 40
POZO 39
POZO 38
POZO 37
POZO 36
POZO 35
POZO 34
POZO 33
POZO 32
POZO 41
POZO 42

Anexo 5. Sistema de alcantarillado pluvial # 1.

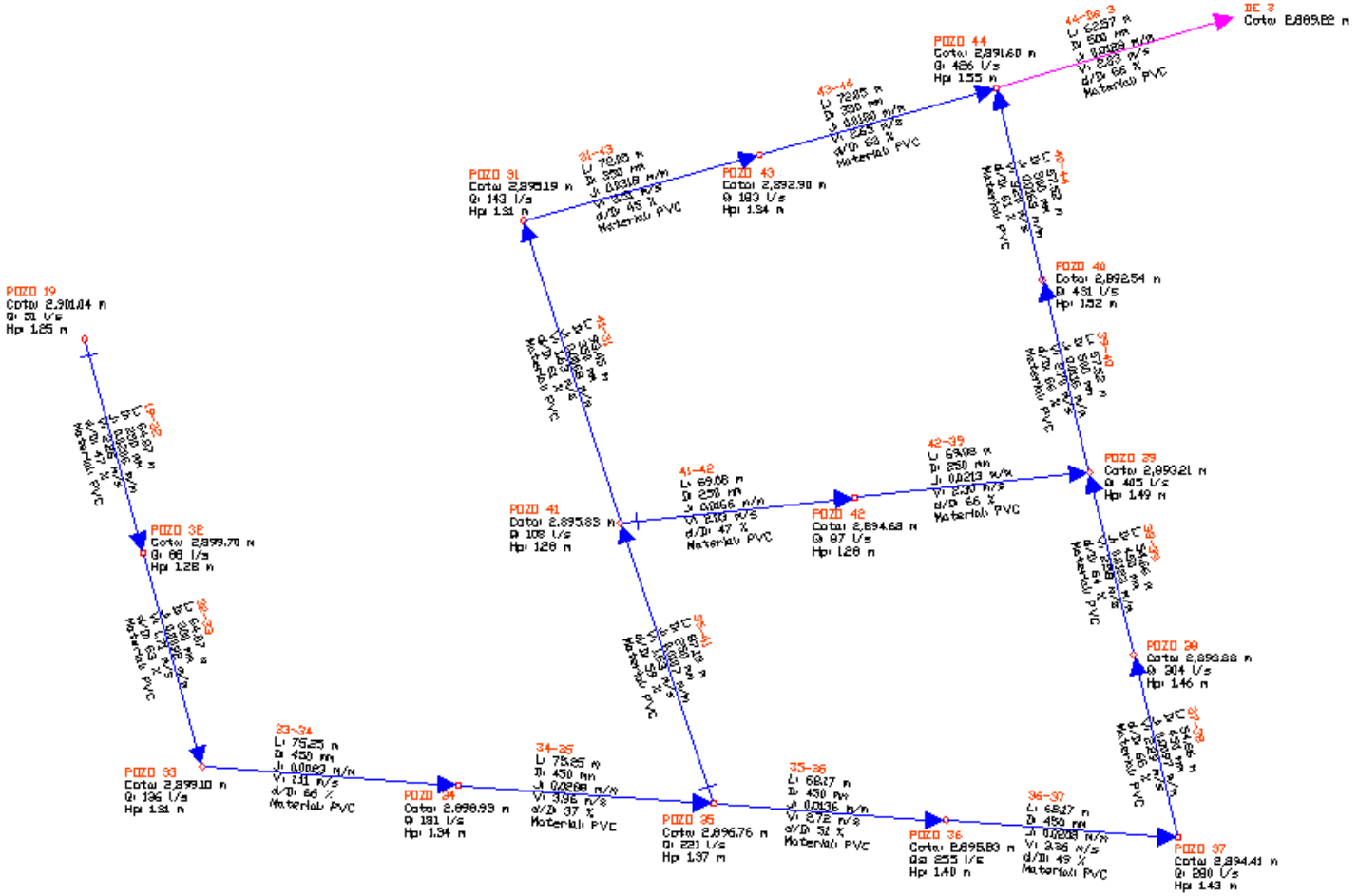


Anexo 6. Sistema de alcantarillado pluvial # 2.




POZO 16
Cota: 2,902.82 m
Q: 43 l/s
Hp: 1.25 m
16-29
L: 67.96 m
D: 850 mm
J: 0.0056 m/m
V: 1.18 m/s
d/D: 64 %
Material: PVC
POZO 17
Cota: 2,901.38 m
Q: 77 l/s
Hp: 1.25 m
17-18
L: 72.57 m
D: 950 mm
J: 0.0037 m/m
V: 1.20 m/s
d/D: 60 %
Material: PVC
POZO 29
Cota: 2,902.44 m
Q: 82 l/s
Hp: 1.28 m
29-28
L: 67.86 m
D: 450 mm
J: 0.0009 m/m
V: 0.69 m/s
d/D: 64 %
Material: PVC
POZO 18
Cota: 2,901.12 m
Q: 120 l/s
Hp: 1.28 m
18-19
L: 72.57 m
D: 450 mm
J: 0.0011 m/m
V: 0.77 m/s
d/D: 81 %
Material: PVC
26-28
L: 100.64 m
D: 450 mm
J: 0.0187 m/m
V: 3.19 m/s
d/D: 67 %
Material: PVC
POZO 28
Cota: 2,902.38 m
Q: 487 l/s
Hp: 1.46 m
28-19
L: 99.84 m
D: 500 mm
J: 0.0135 m/m
V: 2.90 m/s
d/D: 71 %
Material: PVC
POZO 19
Cota: 2,901.04 m
Q: 596 l/s
Hp: 1.34 m
19-30
L: 66.50 m
D: 500 mm
J: 0.0333 m/m
V: 4.56 m/s
d/D: 60 %
Material: PVC
POZO 30
Cota: 2,898.82 m
Q: 646 l/s
Hp: 1.37 m
30-31
L: 66.50 m
D: 500 mm
J: 0.0546 m/m
V: 5.84 m/s
d/D: 54 %
Material: PVC
POZO 31
Cota: 2,895.19 m
Q: 642 l/s
Hp: 1.40 m
31-DE 2
L: 94.40 m
D: 550 mm
J: 0.0128 m/m
V: 3.42 m/s
d/D: 74 %
Material: PVC
DE 2
Cota: 2,892.55 m

Anexo 7. Sistema de alcantarillado pluvial # 3.



BIBLIOGRAFÍA

TEXTOS

- Araque, Miguel, “Apuntes de la materia Obras civiles” PUCE, Quito, 2009.
- Asociación de Ingenieros sanitarios de Antioquia, AINSA. “Sistemas individuales para tratamiento de agua a nivel rural: captación, filtración, desinfección.” Medellín, 1991.
- Burbano, Guillermo, “Apuntes de la materia Sanitaria III”. PUCE, Quito, 2009.
- Burbano, Guillermo. “Manual de criterios básicos de diseño para sistemas de agua potable y alcantarillado”. PUCE, Quito, 1993.
- Castro, Fernando.”Apuntes de la materia Impacto Ambiental”. PUCE, Quito, 2009.
- Elizondo Barquero, José Pablo, Tesis de grado: “Evaluación de las condiciones de septicidad en el Colector María Aguilar del Alcantarillado Sanitario Metropolitano”, Universidad de Costa Rica, Diciembre 2004.
- Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Quito (EMAAP-Q), “Especificaciones técnicas de construcción y materiales de construcción”, Quito, 2003.
- Flores, Augusto. Tesis de grado: “Diseño del alcantarillado pluvial de la parroquia San José de Dahuano, cantón Loreto, provincia de Orellana”. PUCE, Quito, 2010.
- INAMHI, “Estudio de lluvias intensas”, Quito, 1999.
- 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.
- Organización Panamericana de la Salud, “ESPECIFICACIÓNES TÉCNICAS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE TANQUE SÉPTICO, TANQUE IMHOFF Y LAGUNA DE ESTABILIZACIÓN”, Lima, 2005
- Páez, Estuardo. “Apuntes de la materia Ingeniería de costos”. PUCE, Quito, 2009.
- Proyecto de desarrollo de los pueblos indígenas y afroecuatorianos del Ecuador, 1999.

- Romero, Hernán. “Apuntes de la materia Sanitaria III”. PUCE, Quito, 2009.
- SENPLADES, “Plan de Desarrollo Parroquial”, 2006.
- SIISE, Versión 4, Indicadores de la Parroquia Poaló.
- SIISE, Versión 6.0, indicadores de la parroquia de Poaló, 2010.
- SIISE, versión 6.0, referencia por sector, 2010.
- Steel W., Ernest y Blanxart J., Bagaria. “Abastecimiento de agua y alcantarillado”. 3ra edición.

INTERNET

- Coneau, “Intensidad de lluvia”, Internet. http://www.coneau.edu.ar/archivos/336.pdf, acceso: 11/02/2011.
- INAMHI, “Red de estaciones hidrológicas, Red de estaciones hidrológicas, Zonas Hidrológicas”, Internet. www.inamhi.gov.ec, Acceso: 22/10/2010.
- La Gaceta Noticias,” Centro de Salud”, Internet, www.lagaceta.com.ec, acceso: 18/10/2010.
- Mis Respuestas, “Tanque séptico”, Internet. http://www.misrespuestas.com/que-es-un-tanque-septico.html, acceso: 31/01/2011.
- Servicio de Extensión Agrícola de Texas, “Sistemas individuales para el tratamiento de aguas negras”, internet, http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd25/filtroarena.pdf, acceso: 31/01/2011.
- SIAPA, “Alcantarillado pluvial”, Internet. http://www.siapa.gob.mx/capitulos/Capitulo3.2.htm. Acceso: 31/01/2011.
- Wikipedia, “Sistemas de alcantarillado”. Internet. http:// http://es.wikipedia.org/wiki/Alcantarillado. Acceso: 03/11/2010.
- Word Reference, “*Diccionario de la lengua española* de Espasa Calpe”. Internet. http://www.wordreference.com. Acceso: 25/05/2010.

TABLA DE CONTENIDO

TABLAS

TABLA 1-1. Datos generales de las habitaciones y servicios. **8**

TABLA 1-2. Porcentaje educación. **11**

TABLA 2-1. Estaciones meteorológicas. **19**

TABLA 3-1. Dotación media **29**

TABLA 3-2. Distancia máxima entre pozos de revisión **43**

TABLA 3-3. Sifón invertido. **45**

TABLA 3-4. Áreas y caudales de aporte. **48**

TABLA 3-5. Resultados – pozos de revisión sistema sanitario. **51**

TABLA 3-6. Resultados – tuberías sistema sanitario. **52**

TABLA 3-7. Resultados – descarga sistema sanitario. **54**

TABLA 3-8. Clasificación de la arena para filtros según su tamaño. **64**

TABLA 3-9. Espesor común de grava para filtros. **65**

TABLA 3-10. Áreas de aporte para el alcantarillado pluvial 1. ..... **73**

TABLA 3-11. Áreas de aporte para el alcantarillado pluvial 2. ..... **75**

TABLA 3-12. Áreas de aporte para el alcantarillado pluvial 2. ..... **76**

TABLA 3-13. Coeficiente de escurrimiento por el tipo de superficie. **79**

TABLA 3-14. Coeficiente de escurrimiento por el tipo de zonificación. **79**

TABLA 3-15. Sistema de alcantarillado pluvial 1. ..... **87**

TABLA 3-16. Sistema de alcantarillado pluvial 2. ..... **89**

TABLA 3-17. Sistema de alcantarillado pluvial 3. ..... **91**

TABLA 4-1. Calificación de intensidad. **103**

TABLA 4-2. Calificación de extensión. **103**

TABLA 4-3. Calificación de persistencia. **103**

TABLA 4-4. Calificación de momento. **104**

TABLA 4-5. Calificación de reversibilidad. **104**

TABLA 4-6. Calificación de recuperabilidad. **105**

TABLA 4-7. Calificación de acumulación. **105**

TABLA 4-8. Calificación de sinergia. **105**

TABLA 4-9. Calificación de efecto. **106**

TABLA 4-10. Calificación de periodicidad. **106**

TABLA 4-11. Calificación de periodicidad. **107**

TABLA 4-12. Matriz causa-efecto, evaluación del impacto ambiental. **109**

TABLA 5-1. Tipos de hormigón. **158**

TABLA 6-1. Porcentaje de costos indirectos. **178**

TABLA 6-2. Costos básicos de mano de obra. **179**

TABLA 6-3. Costos básicos de equipo y maquinaria. **180**

TABLA 6-4. Costos básicos de materiales. **180**

TABLA 6-5. Rubros en el sistema de alcantarillado sanitario. **183**

TABLA 6-6. Rubros en el sistema de alcantarillado pluvial. **183**

TABLA 6-7. Presupuesto del sistema de alcantarillado sanitario **227**

TABLA 6-8. Presupuesto del sistema de alcantarillado pluvial. **228**

TABLA 6-9. Cronograma de construcción del sistema de alcantarillado sanitario. **230**

TABLA 6-10. Cronograma de construcción del sistema de alcantarillado pluvial. **231**

GRAFICOS

GRÁFICO 2-1. Límites de poaló por cantones **7**

GRÁFICO 2-2. CUENCA DEL RÍO PASTAZA (ESTACIONES). **16**

GRÁFICO 2-3. Cuenca del río pastaza (satelital). **16**

GRÁFICO 2-4. Balance hídrico climático, región interandina. **18**

GRÁFICO 2-5. Zonas sísmicas del ecuador. **21**

GRÁFICO 3-1. Curva típica de crecimiento poblacional. **25**

GRÁFICO 3-2. Sifón invertido. **45**

GRÁFICO 3-3. Sistema colector de tubos perforados. **65**

GRÁFICO 3-4. Ubicación sumideros y pozos de revisión de aguas lluvias. **85**

ANEXOS

ANEXO 1. Plano topográfico de poaló. **236**

ANEXO 2. Plano del sector del proyecto delimitado y proyección de vías. **237**

ANEXO 3. Población de la parroquia de poaló- junta parroquial. **238**

ANEXO 4. Sistema de alcantarillado sanitario. **239**

ANEXO 5. Sistema de alcantarillado pluvial # 1. ..... **241**

ANEXO 6. Sistema de alcantarillado pluvial # 2. ..... **242**

ANEXO 7. Sistema de alcantarillado pluvial # 3**.** **244**