


**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA CIVIL**

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

# Diseño del Sistema de Alcantarillado Sanitario y Planta de Tratamiento de la Comuna San Juan Alto perteneciente a la parroquia Calderón

**AUTOR:**

**CARLOS EDUARDO PADRÓN BUSTOS**

**DIRECTOR:**

**ING. HERNÁN ROMERO**

**QUITO, 2013**

## DEDICATORIA

A mis Padres, que con su apoyo constante e inmenso cariño, me impulsaron a cumplir mis metas en la vida.

A mi Hermano y Familiares, que siempre me han acompañado y brindado sabios consejos para continuar en esta incansable lucha y por estar siempre a mi lado.

A mis Profesores, que han sido una excelente guía y me han preparado de la mejor manera con todas sus enseñanzas.

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

## AGRADECIMIENTOS

A Dios, a mi Familia, Tutores, Amigos y a todas aquellas personas que hicieron posible la presente disertación de grado.

# GLOSARIO

| | |
|---|---|
| Aguas residuales | Aguas procedentes de domicilios, comercios o industrias que se recogen y se transportan a través del sistema de alcantarillado. |
| Albañal | Es la tubería que conecta la salida sanitaria de una edificación al sistema de alcantarillado sanitario. |
| Alcantarillado | Sistema de estructuras y tuberías usadas para la recolección y transporte de aguas residuales o servidas (alcantarillado sanitario). |
| Calado | Es la altura que alcanza la superficie del agua dentro de la tubería. |
| Caudal | Volumen de líquido que circula a través de una tubería en una unidad de tiempo determinado. |
| Cota invert | Es la cota inferior o el punto más bajo del diámetro interno de la tubería. |
| Colector principal | Sucesión de tuberías que recogen y transportan el agua tanto de colectores secundarios como de laterales. |
| Colector secundario | Tuberías que recolectan y transportan aguas servidas o lluvias a partir de las tuberías laterales. |
| Conexión domiciliar | Sistema de drenaje interno que conduce las aguas residuales fuera del domicilio. |
| Descarga | Vertido de aguas residuales provenientes del sistema de alcantarillado. |

| | |
|---|---|
| Laterales | Tuberías que inician el proceso de recolección de aguas servidas o lluvias. |
| Medio receptor | Es todo aquel terreno, quebrada o cuerpo hídrico en el cual se vierten las aguas residuales. Estas deben tener un tratamiento previo. |
| Período de diseño | Tiempo en el cual la obra prestará servicios para la que fue diseñada sin necesidad de ser ampliada. |
| Planta de tratamiento | Estructura que combina procesos y operaciones de tipo físico, químico y biológico con la finalidad de eliminar el residuo sólido, la materia orgánica y organismos patógenos de las aguas servidas. |
| Servidumbre de paso | Es el derecho sobre un terreno ajeno que permite que un sistema de conducción o evacuación pase a través de este. |

# CONCEPTOS GENERALES

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

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

Requisitos de un sistema de alcantarillado: Se debe proyectar un sistema de alcantarillado que colecte las aguas negras de las casas y las transporte a una instalación para tratamiento o a un sitio de descarga como quebradas. Usualmente los

[1] Hardenbergh, W. A. y Edward B. Rodie, Ingeniería Sanitaria, Editorial Continental, 3ra edición, México, 1974, pág. 17.

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

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

En algunas poblaciones antiguas los sistemas alcantarillados están proyectados para transportar en la misma tubería tanto aguas negras como aguas lluvia. Como resultado de esto, los tubos son mucho más grandes de lo necesario para transportar aguas negras solamente. Estos sistemas, en la actualidad, nunca o casi nunca se construyen debido a que es más económico el proporcionar sistemas separados, especialmente cuando se deben tratar las aguas negras.

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

ciertas cantidades pueden ser tóxicos para peces o invertebrados que habitan dentro del medio receptor.

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

# RESUMEN

La presente Tesis tiene como propósito el contribuir al saneamiento básico de la comuna San Juan Alto, perteneciente a la parroquia Calderón, provincia de Pichincha. Este proyecto incluye el estudio, diseño, cálculos, presupuesto general y planos donde se detalla la obra civil.

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

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

En el tercer capítulo consta el diseño del sistema de alcantarillado sanitario.

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

En el capítulo quinto se establecen las especificaciones técnicas usadas en este diseño como también los materiales empleados para la ejecución del mismo.

En el capítulo sexto se detalla el presupuesto de la obra; y,

Por último, en el capítulo séptimo se encuentran conclusiones y recomendaciones, se mencionan las consideraciones sobre la planificación de un sistema de drenaje sanitario incluyendo los planos finales.

# TABLA DE CONTENIDOS

**GLOSARIO** ..... **iv**
**CONCEPTOS GENERALES** ..... **vi**
**RESUMEN** ..... **ix**
**Indice de Tablas** ..... **xv**
**INDICE DE FIGURAS** ..... **xvi**
**INDICE DE FOTOGRAFIAS** ..... **xvi**
**CAPITULO 1 GENERALIDADES** ..... **1**
1.1 INTRODUCCIÓN ..... 1
1.2 OBEJTIVOS ..... 3
1.3 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA ZONA ..... 4
1.3.1. Reseña Histórica ..... 6
1.3.2. Accesibilidad Vial ..... 7
1.3.3 Situación Geográfica ..... 8
1.3.3.1 Ubicación Geográfica ..... 8
1.3.3.2 Límites ..... 8
1.3.3.3 Coordenadas Geográficas ..... 9
1.3.4 Situación Socioeconómica ..... 9
1.3.4.1 Descripción Social ..... 9
1.3.4.2 Descripción Económica ..... 11
**CAPITULO 2 INVESTIGACIONES Y TRABAJOS DE CAMPO** **16**
2.1 Objetivo y Alcance ..... 16
2.1.1 Objetivo ..... 16
2.1.2 Alcance ..... 16
2.2 Hidrología ..... 16
2.3 Climatología ..... 17
2.4 Estudios Topográficos ..... 19
2.4.1 Planimetría del Área ..... 19
2.4.2 Altimetría ..... 20
2.5 Geología del Sector ..... 20
**CAPITULO 3 DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO** ..... **22**
3.1 Objetivo y Alcance ..... 22

3.1.1 OBJETIVOS ..... 22
3.1.2 ALCANCE ..... 22
3.1.3 DISPOSICIONES GENERALES ..... 22
3.1.4 DISPOSICIONES ESPECÍFICAS ..... 23
3.1.5 ANÁLISIS CONCEPTUAL DE LA ALTERNATIVA DE DISEÑO ..... 23
3.1.6 BASES DE DISEÑO ..... 23
3.1.6.1 Período de Diseño ..... 23
3.1.6.2 Población futura ..... 24
3.1.6.3 Método geométrico de crecimiento ..... 26
3.1.6.4 Densidad Poblacional ..... 27
3.1.6.5 Áreas Tributarias ..... 28
3.1.6.6 Caudales de diseño ..... 30
3.1.6.7 Caudal de aguas servidas ..... 30
3.1.6.8 Caudal de infiltración ..... 32
3.1.6.9 Caudal de aguas lluvias ilícitas ..... 33
3.1.7 Hidráulica del Sistema de Alcantarillado ..... 33
3.1.7.1 Recomendaciones para el diseño de la red de alcantarillado sanitario ..... 35
3.1.7.2 Cálculos hidráulicos de la red de alcantarillado sanitario ..... 47
3.1.7.3 Resultados del sistema de alcantarillado sanitario ..... 55
3.1.7.4 Cálculo de presión sobre la tubería ..... 58
3.1.8 Tratamiento de aguas residuales ..... 61
3.8.1.1 Generalidades ..... 61
3.8.1.2 Sistema de depuración de aguas residuales ..... 62
3.8.1.2.1 Disponibilidad de espacio ..... 62
3.8.1.2.2 Operación y mantenimiento ..... 62
3.8.1.2.3 Complejidad ..... 62
3.1.8.3 Tratamiento primario ..... 63
3.1.8.4 Componentes del sistema ..... 64
3.1.8.4.1 Tanque séptico ..... 64
3.1.8.4.2 Filtros de arena y grava ..... 64
3.1.8.4.3Sistema colector del agua filtrada ..... 68
3.1.8.5 Diseño del sistema de tratamiento ..... 69
3.1.8.6 Limpieza de los tanques sépticos ..... 76

**CAPITULO 4 EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES ..... 79**
4.1 Aspectos Físico Ambientales ..... 79
4.1.1 Aspecto Físico ..... 79
4.1.1.1 Relieve ..... 79
4.1.1.2 Tipo y uso del suelo ..... 79
4.1.2 Aspectos Bióticos ..... 80
4.1.2.1 Flora ..... 80
4.1.2.2 Fauna ..... 80
4.1.3 Aspectos Socioeconómicos ..... 81
4.2 Necesidades de Evaluación de los Impactos ..... 81
4.3 Caracterización de los Medios ..... 82
4.3.1 Caracterización del Medio Físico ..... 83
4.3.2 Caracterización del Medio Biótico ..... 84
4.3.3 Caracterización del Medio Socioeconómico ..... 84
4.4 Determinación y Evaluación en el Sistema de Alcantarillado ..... 85
4.4.1 Bases de diseño ..... 85
4.4.2 Metodología de evaluación ..... 85
4.4.2.1 Caracterización de los impactos ambientales ..... 86
4.4.2.2 Importancia del impacto ..... 88
4.4.2.3 Impactos ambientales evaluados ..... 92
4.4.2.4 Impactos en el medio físico ..... 92
4.4.2.4.1 Calidad del aire ..... 92
4.4.2.4.2 Suelo ..... 93
4.4.2.4.3 Calidad del agua ..... 94
4.4.2.5 Impactos en el medio biótico ..... 95
4.4.2.5.1 Flora ..... 95
4.4.2.5.2 Fauna ..... 96
4.4.2.6 Impactos en el medio socioeconómico ..... 96
4.4.2.6.1 Tránsito y medios de transporte ..... 96
4.4.2.6.2. Turismo y comercio ..... 97
4.4.2.6.3 Generación de empleo ..... 97
4.4.2.6.4 Infraestructura ..... 97
4.5 Plan de Prevención y Mitigación de Impactos ..... 98

4.5.1 Emisiones a la atmósfera ..... 98
4.5.2 Ruido ..... 99
4.5.3 Residuos sólidos ..... 100
4.5.4 Calidad del agua ..... 100
4.5.5 Paisaje ..... 101
4.5.6 Medio biótico ..... 102
4.5.6.1 Flora ..... 102
4.5.6.2 Fauna ..... 102
4.5.7 Medio Socioeconómico ..... 102
4.5.7.1 Economía y la población ..... 102
4.5.7.2 Turismo y comercio ..... 103
**CAPITULO 5 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN Y MATERIALES ..... 104**
5.1 Especificaciones Técnicas de la Construcción ..... 104
5.1.1Replanteo y nivelación ..... 104
5.1.2 Limpieza y desbroce ..... 105
5.1.3 Excavaciones ..... 107
5.1.4 Relleno y Compactación ..... 113
5.1.5 Acarreo y Transporte de materiales ..... 117
5.1.6 Encofrado y Desencofrado ..... 120
5.1.7 Trabajos Finales ..... 123
5.1.8 Construcción de Pozos de Revisión ..... 124
5.1.9 Construcción de Conexiones Domiciliarias ..... 126
5.1.10 Construcción de Sumideros de Calzada ..... 128
5.1.11 Mantenimiento ..... 130
5.1.12 Medidas para Control de Polvo ..... 131
5.1.13 Medidas para la Prevención y Control de Contaminación del Aire ..... 132
5.1.14 Medidas para la Prevención y Control de Ruidos y Vibraciones ..... 133
5.1.15 Medidas en Construcción o Adecuación de Campamento y Talleres ..... 133
5.1.16 Medidas Ambientales para el Tratamiento de Escombreras ..... 135
5.1.17 Educación y Concienciación Ambiental ..... 135
5.2 Especificaciones Técnicas de Materiales ..... 136
5.2.1 Acero de Refuerzo ..... 136
5.2.2 Hormigones ..... 138
5.2.3 Juntas de Construcción ..... 141

5.2.4 Morteros ..... 142
5.2.5 Rótulos y Señales ..... 143
5.2.6 Peldaños ..... 144
5.2.7 Suministro e Instalación de Tubería Plástica PVC de Alcantarillado ..... 145
5.2.8 Suministro e Instalación de Accesorios de PVC para Tubería de Alcantarillado ..... 153
5.2.9 Tapas y Cercos ..... 154
5.2.10 Empates ..... 155
**CAPITULO 6 PRESUPUESTOS Y PROGRAMACIÓN DE LAS OBRAS ..... 157**
6.1 Componentes de Precios Unitarios ..... 157
6.1.1 Costo Directo ..... 157
6.1.2 Costo Indirecto ..... 158
6.2 Costos Básicos de Mano de obra, Materiales y Equipo ..... 159
6.3Análisis de Precios Unitarios ..... 163
6.3.1 Análisis de Precios Unitarios para Sistema de Alcantarillado Sanitario 164
6.3.1.1 Rubros y Rendimientos ..... 164
6.3.1.2 Análisis de Precios Unitarios ..... 165
6.4 Presupuesto de obra ..... 189
6.4.1 Presupuesto del sistema de alcantarillado sanitario ..... 189
6.5 Cronograma de Ejecución ..... 190
6.5.1 Cronograma de Ejecución de la Construcción del Sistema de Alcantarillado Sanitario ..... 190
**CAPITULO 7 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES ..... 192**
7.1 Conclusiones ..... 192
7.2 Recomendaciones ..... 193
**Bibliografía ..... 196**
**ANEXOS ..... 198**

# INDICE DE TABLAS

Tabla 1-1 Datos importantes de la Comuna San Juan Alto ..... 5
Tabla 1-2 Economía de la Comuna San Juan Alto ..... 11
Tabla 1-3 Sectores Económicos de la Comuna San Juan Alto ..... 12
Tabla 2-1 Información de la estación Calderón (INAMHI)..... 18
Tabla 3-1 Dotación media futura ..... 29
Tabla 3-2 Velocidades máximas admisibles en tuberías..... 40
Tabla 3-3 Diámetros para pozos de revisión..... 41
Tabla 3-4 Cuadro de datos - Descarga 1 ..... 49
Tabla 3-5 Cuadro de datos - Descarga 2 ..... 52
Tabla 3-6 Cuadro de datos - Descarga 3 ..... 55
Tabla 3-7 Cuadro de Resultados – Pozos de Revisión del Sistema ..... 56
Tabla 3-8 Cuadro de Resultados – Tuberías del Sistema..... 57
Tabla 3-9 Cuadro de Resultados – Descargas del Sistema ..... 58
Tabla 3-10 Clasificación de la arena de filtros por el tamaño del grano..... 67
Tabla 3-11Gradación de grava comúnmente empleada ..... 68
Tabla 3-12 Caudal de diseño para plantas de tratamiento..... 70
Tabla 4-1 Caracterización del medio físico ..... 83
Tabla 4-2 Caracterización del medio biótico ..... 84
Tabla 4-3 Caracterización del medio socioeconómico ..... 84
Tabla 4-4 Criterios de calificación de los impactos ..... 88
Tabla 4-5 Cuadro de valoración..... 90
Tabla 4-6 Matriz Causa - Efecto para Evaluación de impacto ambiental Comuna San Juan Alto ..... 91
Tabla 5-1 Tipos de hormigón..... 139
Tabla 6-1 Cuadro de Costos Indirectos y Utilidad..... 159
Tabla 6-2 Cuadro de Costos de Mano de Obra..... 160
Tabla 6-3 Lista de Materiales..... 161
Tabla 6-4 Lista de Equipo..... 163
Tabla 6-5 Cuadro de Rubros y Rendimientos – Sistema de Alcantarillado Sanitario ..... 164
Tabla 6-6 Análisis de Precios Unitarios – Sistema de Alcantarillado Sanitario ..... 166
Tabla 6-7 Presupuesto – Sistema de Alcantarillado Sanitario ..... 189

# INDICE DE FIGURAS

Figura 1-4 Límites de la Parroquia Calderón ..... 9
Figura 3-1Curva típica de crecimiento poblacional ..... 25
Figura 3-2 Formación de sulfuros ..... 36
Figura 3-3 Separación de la tubería de agua potable ..... 37
Figura 3-4 Profundidad de la tubería ..... 38
Figura 3-5 Casos en los que se requiere pozos de revisión ..... 41
Figura 3-6 Forma típica del pozo de revisión ..... 42
Figura 3-7 Zona de transición ..... 43
Figura 3-8 Pozos de salto ..... 44
Figura 3-9 Pozos de salto tipo escalones y bandejas ..... 45
Figura 6-1 Cronograma – Sistema de alcantarillado sanitario ..... 191

# INDICE DE FOTOGRAFIAS

Fotografía 1-1 Calles comuna San Juan alto– Parroquia Calderón ..... 5
Fotografía 1-2 comuna San Juan alto ..... 5
Fotografía 1-3 Vías de acceso a la parroquia Calderón ..... 8

# CAPITULO 1 GENERALIDADES

## 1.1 INTRODUCCIÓN

A través de la historia, la humanidad se ha visto en la necesidad de crear conciencia acerca del uso de los recursos del planeta, para ello la utilización de métodos y sistemas adecuados para la evacuación de desechos provenientes de viviendas, comercios e industrias son de suma importancia.

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

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

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

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

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

En el presente trabajo para graduación se propone el diseño del alcantarillado sanitario y planta de tratamiento de la Comuna San Juan Alto, de la Parroquia Calderón. Se menciona también las especificaciones técnicas que deberán

considerarse a la hora de llevar a cabo la ejecución física e incluye la descripción técnica del proyecto con sus limitantes y características propias, así también los componentes a utilizarse en cada uno.

## 1.2 OBEJTIVOS

GENERAL

Realizar un diseño ajustado a la realidad, con las actuales recomendaciones técnicas y económicas de alcantarillado sanitario de la Comuna San Juan Alto, para mejorar la calidad de vida de los habitantes de esta parroquia.

ESPECIFICOS

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

## 1.3 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA ZONA

Se encuentra ubicada al Noreste del Distrito Metropolitano de San Francisco de Quito, a 15 km del norte de Quito, en una zona árida de la meseta de Guanguiltagua, tiene una alta densidad poblacional, ya que es uno de los polos de desarrollo; donde puede crecer y expandirse la Ciudad Capital del Ecuador, tiene una altura de 2.696 metros s.n.m. con un clima templado en el día y mientras las noches son frías.

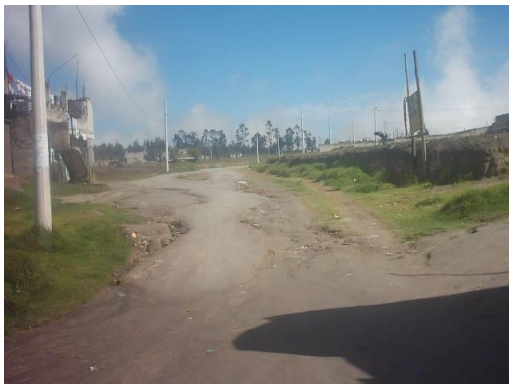
Por otro lado su territorio está conformado de suelos arenosos y de cangagua, en la que abundan especies como la cabuya negra, el guarango, el molle, la chilca, entre otros, sobresale la producción de maíz, maní, chochos además de varias especies de pájaros.

La Población actual es de 15402 habitantes, los cuales en su mayoría se dedican a la elaboración de figuras de mazapán, que son tradicionales en la parroquia de Calderón. Aunque son muy comunes en el Día de Los Difuntos sus formas también están relacionadas con otros motivos. El mazapán es una mezcla de maicena, agua y goma que se puede colorear. Muchas de estas artesanías son productos de exportación, que dieron fama a Calderón a nivel nacional e internacional. Existe la Unión Artesanal de Productores Progresistas de Mazapán, que es la entidad que se encarga de la producción y comercialización de estos trabajos.

[2] FUENTE: Junta parroquial de Calderón.
Administración Zonal de Calderón.

La parroquia de Calderón específicamente en la comuna de San Juan Alto ha tenido un incremento acelerado de la población, con una tasa de crecimiento demográfico del 8.1% entre los años 1990 y 2001 (Censo de Población y Vivienda 2001, INEC)





***Fotografía 1-1 Calles comuna San Juan alto– Parroquia Calderón***

A continuación se muestran algunos datos importantes de la zona.

**Tabla 1-1 Datos importantes de la Comuna San Juan Alto**

Datos Generales

País: Ecuador

Provincia: Pichincha

Cantón: Distrito Metropolitano de Quito

Parroquia: Calderón

Altitud: 2.696 msnm

Población (2001): 758 hab.

Población (2012): 1540 hab.

Temperatura: 22 °C



***Fotografía 1-2 comuna San Juan alto***

***FUENTE: Plan de desarrollo participativo 2002 – 2012 de la parroquia Calderón.***

### 1.3.1. Reseña Histórica [3]

La actual población de Calderón tiene sus orígenes cuando los indios Carán o Caras, provenientes de tierras centroamericanas, llegan a las costas de la Provincia de Manabí en busca del Reino de los Quitus. Una vez que llegaron a esta tierra, fundan la primera ciudad Carán y la denominan Bahía de Caráquez.

Una vez que esta sociedad creció en importancia y en población, en éxodo marcharon rumbo al norte hacia Esmeraldas siguiendo el cauce del río donde vencen a Mindos y Nanegales. En pequeñas embarcaciones navegaron aguas arriba hasta cuando fue posible y después continuaron por la cuenca del Río Guayllabamba y es así como arriban a las hermosas tierras de Kitúa, al no hallar parcialidad alguna, los Caras se encuentran en la puerta del Reino de los Quitus, cumpliendo así con su objetivo de conquista.

A esto se debe que bautizan a esta planicie con el nombre de "Carapungo", el mismo que corresponde al quichua actual y que significa "Puerta de los Caras al Reino de los Quitus". Otros significados que se le han dado es el de "Entrada de los Caras", y "Puertas de Cuero".

Este espacio plano por el cual arribaron los Caras a la capital de los Quitus y que fue denominada Carapungo en tiempos primitivos, posteriormente adopta el nombre de Calderón porque en estos territorios se asentaron huestes militares de Abdón Calderón "Héroe de la Batalla de Pichincha".

[3] Navas Jiménez Mario, Historia del Ecuador, págs. 84 y 86.
Plan de desarrollo participativo 2002-2012 de la parroquia Calderón.

Una vez consolidada la época republicana, la comunidad de Carapungo inicia los trámites de parroquialización. De acuerdo con la ordenanza municipal de Quito, publicada el 9 de agosto de 1897 en el gobierno del General Eloy Alfaro, se crea la Parroquia de Calderón que ahora tiene 104 años de vida parroquial. La normativa de dicha ordenanza actuó hasta cuando se promulga la ley específica de funcionamiento y autonomía de las Juntas Parroquiales Rurales.

A partir del 27 de octubre del 2000, la Parroquia de Calderón, forma parte del Distrito Metropolitano de Quito, y fue adjudicada a la Administración Zonal Calderón, como un organismo autónomo que dirige y norma su desarrollo.

### 1.3.2. Accesibilidad Vial [4]

Calderón por su ubicación estratégica cuenta con una red vial de fácil acceso que permite la conectividad con todo el Distrito: La vía Panamericana, que es la puerta de ingreso a la Ciudad y que relaciona a Calderón con el norte y el occidente de Quito. La avenida Simón Bolívar que conecta a Calderón con otros valles de Quito y con la parte norte, centro y sur de la ciudad. Vía a Pomasqui conecta a Calderón con las parroquias del Noroccidente.

Este aspecto tiene importancia tanto para la planificación de los sistemas como para el establecimiento de una parte de los costos de las obras. La zona de estudio tiene vías de accesos asfaltados y adoquinados, y en tierra las vías a intervenir.

[4] Internet. www.joyasdequito.com.



***Fotografía 1-3 Vías de acceso a la parroquia Calderón***

### 1.3.3 Situación Geográfica

#### *1.3.3.1 Ubicación Geográfica*

La Población rural de Calderón, constituye la cabecera parroquial de la Parroquia del mismo nombre, perteneciente al Cantón Quito de la Provincia de Pichincha. La Comuna San Juan Alto está ubicada a 15Km. al nor-oriente de la ciudad de Quito y se encuentra en la zona central de la hoya de Guayllabamba, sobre una amplia meseta de características físicas y geográficas muy peculiares.

#### *1.3.3.2 Límites*

La Comuna de San Juan Alto de Calderón se ubica en una zona de considerable erosión y aridez. Limita al norte con San Antonio y Malchinguí; al oriente con Guayllabamba y Tababela; al sur con Llano Chico, Zámbiza y Puembo; al occidente con Quito y Pomasqui.




**Figura 1-1 Límites de la Parroquia Calderón** [5]

*1.3.3.3 Coordenadas Geográficas* [6]

· Latitud: 00°05'55'' S

· Longitud: 78°25'14'' W

## 1.3.4 Situación Socioeconómica

### *1.3.4.1 Descripción Social* [7]

***Grupos Étnicos***

La población está compuesta por mestizos, indígenas y afroecuatorianos, variedad étnica que ha sido impuesta por influencia de la migración a este lugar. "En la

[5] Ilustre Municipio del cantón Quito, "Parroquia de Calderón, 2007 - 2009". Internet. www.quitio.com.ec.
[6] La Tierra, "América del Sur: Calderón". Internet. www.tutiempo.net.
[7] Plan de Ordenamiento Territorial Quito 2020, Zona Metropolitana Carapungo, MDMQ, 1998.

parroquia hablar de mestizos, cholos, indios, blancos y negros no responde a una división clasista." [8] La lengua que se emplea es el castellano.

***Educación***

En la comuna, la educación se encuentra en manos de escuelas fiscales y particulares, siendo de mayor número los de educación particular 92. Existen establecimientos de educación preescolar, primaria y secundaria; pero se enfatiza más el nivel de educación pre-primaria con 55 escuelas y primaria con 57; lo que da como resultado que el nivel primario sea el que cuenta con el mayor número de alumnos. Un fenómeno observado en el sector, respecto a los estudiantes de educación media es que aproximadamente el 30% se moviliza a establecimientos educativos en Quito.

***Salud***

Las comunidades de Calderón, no cuentan con una cobertura sanitaria adecuada. Hay tres categorías de atención en la población en las cuales existen 2 puestos de salud, 8 sub centros de salud y 1 centro de salud, que están dispersos en la zona, y que además a estos se incluyen dos establecimientos particulares de gran confiabilidad, sin embargo esta atención en la actualidad resulta insuficiente salvo la comunidad de San Miguel afiliada al Seguro Social Campesino y el centro de Calderón, que es el sector mejor atendido. Pero en general se puede decir que del total de la población existente, apenas el 24% está cubierto.

[8] Gobierno Parroquial de Calderón. Internet. www.joyasdequito.com.

Ante esta carencia, llama la atención la existencia de un sistema de atención sanitaria tradicional que compensa en alguna medida. Para los indígenas, la enfermedad y la salud tienen otra forma de tratamiento, por lo que en Calderón se conserva en gran medida el sistema y la práctica del curanderismo y shamanismo. Es así que la mayor concentración de curanderos y curanderas se encuentra en las comunidades de San Miguel, Santa Anita, La Capilla y Churoloma.

### *1.3.4.2 Descripción Económica* [9]

**Economía de la Parroquia**

En la población de la parroquia Calderón especialmente en la comuna de San Juan Alto, de acuerdo al reporte del INEC, la pobreza integrada (ver tabla 1-2), tiene el siguiente reporte:

**Tabla 1-2 Economía de la Comuna San Juan Alto**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Pobreza Integrada | Crónicos | Hogares % | 18.9% |
| | | Población | 18,582 |
| | Estructurales | Hogares % | 15.9% |
| | | Población | 15,836 |
| | Recientes | Hogares % | 26.2% |
| | | Población | 20,803 |
| | No Pobres | Hogares % | 39.1% |
| | | Población | 31,148 |

FUENTE: INEC

Donde;

**Crónica.-** Hogares que no cuentan con un ingreso suficiente para un nivel mínimo de consumo, ni satisfacen sus necesidades más elementales.

**Estructural.-** Hogares que cuentan con un ingreso suficiente para adquirir los bienes y servicios básicos, pero que no han logrado mejorar ciertas condiciones de su nivel de vida (necesidades básicas insatisfechas).

[9] INEC

**Reciente.-**Hogares que satisfacen sus necesidades básicas pero que tienen un ingreso inferior a la línea de pobreza.

Entretanto, el empleo por sectores económicos, de acuerdo al censo reciente, se indica en el cuadro siguiente:

**Tabla 1-3 Sectores Económicos de la Comuna San Juan Alto**

| | | |
|---|---|---|
| Sectores Económicos | Primario | 2,071 |
| | Secundario | 10,287 |
| | Terciario | 24,815 |
| | Trabajores Nuevos | 192 |
| | Total | 37,365 |

FUENTE: INEC

Donde;

**Sector Primario**: 1.- Agricultura, ganadería, caza y silvicultura; 2.- Pesca; 3.- Explotación de minas y cantera.

**Sector Secundario**: 4.- Industrias manufactureras; 5.- Suministros de electricidad, gas y agua; 6.- Construcción.

**Sector Terciario**: 7.- Comercio al por mayor y menor; 8.- Hoteles y Restaurantes; 9.- Transporte, almacenamiento y comunicaciones; 10.- Intermediación financiera; 11.- Actividades inmobiliarias, empresariales y de alquiler; 12.- Administración pública y defensa; planes de seguridad social y afiliación obligatoria; 13.- Enseñanza; 14.- Actividades de servicios sociales y de salud; 15.- Otras actividades comunitarias sociales y personales de tipos servicios; 16.- Hogares privados con servicio doméstico; 17.- Organizaciones y órganos extraterritoriales.

**Ocupación de la población por ramas de actividad** [10]

En las comunidades de Calderón se dan varias actividades productivas combinadas, pero no se ha perdido el amor por la agricultura, la cría de animales y las artesanías.

[10] Plan de Ordenamiento Territorial Quito 2020, Zona Metropolitana Carapungo, MDMQ,1998. Junta parroquial de Calderón.

Cabe recalcar que varios habitantes de este sector, especialmente los varones, salen a trabajar en múltiples oficios y empleos en Quito. Las actividades que más se desarrollan en la zona del proyecto son:

**Producción Artesanal:** Calderón es una parroquia donde las artesanías han tenido un gran desarrollo, tanto por la creatividad como por la habilidad de sus artistas. Este sector tiene una producción artesanal de gran salida para el mercado, se trata de las conocidas y tradicionales figuras de masapán, las mismas que son elaboradas en diferentes comunidades para la venta nacional, pero sobretodo como producto de exportación. En el Centro Parroquial, además la población se dedica también a la elaboración de otras artesanías, entre las que sobresalen el tallado en la madera, el repujado de cuero y los tejidos, que se exponen en vitrinas comerciales de la calle Carapungo junto con el tradicional masapán.

**Agricultura:** En cuanto a la actividad agrícola, ésta se enfoca a cultivos anuales principalmente de maíz, fréjol y arveja, y en menor proporción se cultivan el trigo y la cebada. Además se puede encontrar cultivares hortícolas, pero que están orientados más al autoconsumo que a la venta. Debido a las condiciones climáticas de esta zona, este suelo también es apto para el cultivo de árboles frutales como manzana, aguacates, tomate de árbol, chirimoya, entre otros.

**Ganadería:** En cuanto a la crianza de animales, en forma artesanal se encuentran criaderos de cuyes, conejos, caracoles y avestruces. A diferencia de la crianza de ganado vacuno y porcino que actualmente es muy reducida. Varios años atrás, la

avicultura fue una de las principales actividades económicas del sector, incluso existían importantes planteles avícolas, especialmente en Llano Grande; pero hoy la mayoría han sido desplazados por lotizaciones. La limitación en la crianza de animales, se da principalmente por la carencia de agua.

### Actividad Comercial

**Comercio Formal:** Se desarrolla a lo largo de los principales ejes viales como la Vía a Marianitas, el ingreso a Carapungo, la calle Carapungo y en los centros de la cabecera parroquial.

**Comercio Informal:** El comercio informal en la zona no es significativo, pero existe. Aparece ligado principalmente a las paradas de transporte público, alrededor del estadio de Carapungo, en el sector de La Batea, en el parque San José Morán y junto al mercado de Calderón.

### Producción

En casi todas las comunidades incluida San Juan Alto de la parroquia de Calderón es una zona eminentemente ganadera; gran parte de sus suelos están ocupados por pastos naturales o plantados. Con relación a la producción agrícola, sus cultivos, ocupan menos espacio que los pastos, siendo especialmente importantes los cultivos de cereales como la cebada. Los principales productos son: maíz, maní, chochos, papas, habas, mellocos, col, zanahorias, lechugas, remolacha, entre otros.[11]

[11] Plan de Ordenamiento Territorial Quito 2020, Zona Metropolitana Carapungo, MDMQ,1998. Junta parroquial de Calderón.

**Turismo** [12]

En base a la información obtenida del Ministerio de Turismo, de la Administración Zonal Calderón y la investigación de campo realizada, se ha establecido el inventario de atractivos turísticos de Calderón, de acuerdo al cual, se han registrado 12 atractivos turísticos en la Parroquia de Calderón en los cuales se incluye la comuna, siendo en su mayoría de categoría: Manifestación Cultural, ya sean de tipo religioso, civil o incluso técnico; y otros de la misma categoría pero de tipo etnográfico, que se refiere a las artesanías, folklore y acontecimientos programados.

**Fiestas**[13]

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

| | |
|---|---|
| 9 de Agosto | Fiestas de parroquialización, durante todo este mes se realizan diferentes programas. |
| 2 de Junio | Fiestas del Inti Raymi, en honor a San Juan y San Pedro o también como Corpus Christi. |
| 2 de Noviembre | Día del Masapan. |

[12] Ministerio de Turismo
Gobierno parroquial de Calderón.
[13] Administración Zonal Calderón. Internet. www.quito.com.ec

# CAPITULO 2 INVESTIGACIONES Y TRABAJOS DE CAMPO

## 2.1 Objetivo y Alcance

### 2.1.1 Objetivo

Recopilar información necesaria para realizar el diseño del sistema de alcantarillado sanitario para la comunidad de San Juan Alto, en la parroquia de Calderón.

### 2.1.2 Alcance

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

## 2.2 Hidrología

Debido a que Calderón es un valle, éste es seco por naturaleza carece de vertientes de agua. Existen dos manantiales naturales que forman dos riachuelos: Guevara y Pocguio.

Las Microcuencas que se encuentran en los alrededores o dentro del área de influencia del proyecto de alcantarillado son la Curiquingue y la Quebrada Carretas. Estas dos quebradas-microcuencas serán usadas como zona de descarga de las aguas residuales de la Comuna San Juan Alto de Calderón. [14]

[14] Gobierno de la provincia de Pichincha, Plan de desarrollo participativo 2002-2012 de la Parroquia Calderón, Editorial Pedro Jorge Vera – CCE, Quito, 2004.

Generalidades

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

Uso del Agua

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

## 2.3 Climatología[15]

La provincia de Pichincha se caracteriza por tener un clima variable de acuerdo con la altura, por ejemplo al centro de la misma se encuentra influenciada por climas Mesotérmico Húmedo y Semi-Húmedo, Mesotérmico Seco, de páramo y gélido, con temperaturas entre los 8 y 24 °C.

La población de San Juan Alto de Calderón, posee un clima templado y seco, cuya temperatura promedio oscila entre los 21.7°C. Sus tierras son secas y arenosas, debido a que se encuentra en el centro de la Hoya de Guayllabamba, por lo que la falta de elevaciones próximas hace que las lluvias sean escasas. A pesar de la erosión causada por los vientos fuertes, esta tierra es apta para la producción de

[15]Consultora ambiental Isso Natura, "Parroquia de Calderón". Internet. www.ambiente.gov.ec.

cereales y legumbres. Sus condiciones climáticas han permitido que muchas personas rebasen los 90 años, por lo que Calderón es conocida comúnmente como “La Tierra de la Convalecencia” o “La Vilcabamba de Quito”.

La información meteorológica que se presenta a continuación se obtuvo de la Estación Meteorológica Calderón PV código 345, perteneciente al INAMHI, la cual se encuentra dentro del rango de altitud y localización de la parroquia de Calderón como lo demuestra el cuadro a continuación.

**Tabla 2-1 Información de la estación Calderón (INAMHI)**

ESTANCIÓN CALDERÓN (INAMHI)

| TIPO | PLUVIOMETEREOLÓGICA | |
|---|---|---|
| INSTITUCIÓN | INAMHI | |
| LOCALIZACIÓN | LATITUD | LONGUITD |
| | 00° 05’ 54’’ S | 78° 25’ 15’’ W |
| ALTITUD | 2645 msnm | |

**Temperatura**

Las temperaturas medias mensuales registradas son de 11.59 °C, las máximas de 26 °C y las mínimas de 7.20 °C de acuerdo con los datos registrados por la estación.

**Precipitación**

Los valores pluviométricos anuales que se han registrado en esta estación pluviométrica son los siguientes: el valor anual de la precipitación es 1011.8 mm y el número de días con precipitación es de 121 mm.

De acuerdo a los datos históricos de las precipitaciones, se establece que la estación lluviosa se iniciaba a mediados del mes de Septiembre y finalizaba en la mitad del mes de Mayo con picos máximos en los meses Febrero, Marzo y Abril, dejando un espacio de tres meses para la estación seca correspondiente a los meses de Junio; Julio y Agosto.

Los dramáticos cambios climáticos mundiales, también son evidentes en el país, al observarse una disminución de las precipitaciones, prolongación de los períodos de la estación lluviosa o seca y una alteración de los parámetros climáticos.

## 2.4 Estudios Topográficos

Los estudios topográficos de la parroquia Calderón en los cuales se incluye la comuna de San Juan Alto fueron realizados por la Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento (EPMAPS) con los cuales se realizó el diseño del sistema de alcantarillado. (Ver Anexo 1)

### 2.4.1 Planimetría del Área

En los planos de planimetría de la zona del proyecto se muestra el área edificada en la actualidad con una ligera proyección de área futura que corresponden a los terrenos que probablemente sean urbanizados. El levantamiento realizado es suficientemente completo; en este aparece la localización exacta de las calles, casas, diferentes tipos de estructuras, quebradas, cuerpos de agua, en general todo lo que influya en el desarrollo del proyecto.

### 2.4.2 Altimetría

El levantamiento de la zona está realizado de tal forma que se efectuaron curvas de nivel cada metro, dando especial importancia a las cotas de piso de terrenos o construcciones y calles existentes.

La zona del proyecto tiene un relieve muy variado, desde quebradas que bordean el sector hasta una serie de elevaciones en donde las cotas varían desde 2810 como la cota más alta hasta 2785 m.s.n.m. como la cota más baja.

## 2.5 Geología del Sector[16]

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

Rocas volcano – sedimentarias marinas de composición - andesita-basáltica con intercalaciones de metasedimentos de edad cretácica, caracterizan a la formación Macuchi, la cual se encuentra parcialmente recubierta por rocas vulcano-clásticas, conglomerados, lutitas, tobas, de la formación silante y rocas sedimentarias marinas, tipo flish - caliza de la formación yunguilla, al este rocas volcánicas continentales del pleistoceno-holoceno de composición andesita-liparitico, regionalmente localizados en el graben de Quito- complejo volcánico inactivo y secuencias sedimentarias.

[16] Plan General de Desarrollo Provincial de Pichincha, Caracterización cantonal y parroquial, ”Parroquia de Calderón”

A continuación se mencionan los tipos de suelos, sus respectivos porcentajes de composición y algunas propiedades que existen en las parroquias aledañas y por ende de la zona del proyecto.

- Suelos negros, limosos limo- arenosos, derivados de materiales piroclásticos, con menos de 3% de arcilla, con presencia de arena muy fina.
- Suelos alofánicos derivados de materiales piroclásticos, de textura pseudo limosas
- con gran capacidad de retención de agua, saturación de bases < 50%, generalmente
- de color negro, profundos.
- Suelos arenosos derivados, de materiales piroclásticos poco materializados, sin evidencia de limo, baja retención de humedad.
- Suelos franco a franco- arenosos profundos.

# CAPITULO 3 DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO

## 3.1 Objetivo y Alcance

### 3.1.1 OBJETIVOS

Diseñar el sistema de alcantarillado para la población de San Juan Alto de Calderón que tiene un área de aporte de 25 Ha, por medio del cual se podrá recolectar aguas sanitarias provenientes de la población urbana de la zona.

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

### 3.1.2 ALCANCE

Se diseñará el sistema de alcantarillado sanitario, cumpliendo con normas ecuatorianas. En este capítulo se detalla el diseño del alcantarillado sanitario.

### 3.1.3 DISPOSICIONES GENERALES

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

### 3.1.4 DISPOSICIONES ESPECÍFICAS

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

### 3.1.5 ANÁLISIS CONCEPTUAL DE LA ALTERNATIVA DE DISEÑO

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

### 3.1.6 BASES DE DISEÑO

#### *3.1.6.1 Período de Diseño*

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

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

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

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

Por norma general, no se podrá diseñar elementos de un sistema de alcantarillado con períodos menores a 20 años, excepto equipos de bombeo.[17]

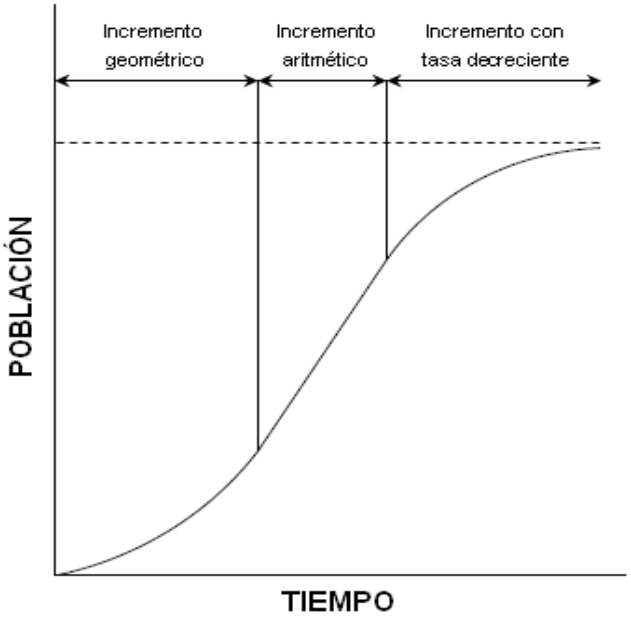
Realizando el análisis de los términos mencionados anteriormente, se optó por elegir un período de diseño de 25 años para realizar el sistema de alcantarillado sanitario de la población de San Juan Alto de Calderón.

### *3.1.6.2 Población futura*

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

[17] Ing. Guillermo Burbano O., Criterios básicos de diseño para sistemas de agua potable y alcantarillado, pág. 102.

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




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

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

Censos

Para el año 2001 se determinó un número total de 758 habitantes en la comunidad San Juan Alto de Calderón, distribuidos en 343 hombres y 415 mujeres; con una densidad poblacional de 10.82 hab/Km2.18 De acuerdo a la Junta parroquial, para el año 2012 se determinó un número de 1540 habitantes.

[18] INEC, "Censo de población y vivienda 2001: Cantón Quito", "Parroquia Calderón". Internet. www.inec.gov.ec.

Esta información ha sido codificada por la Unidad de Estudios e Investigación, de la Dirección Metropolitana de Territorio y Vivienda, del Municipio del Distrito Metropolitano de Quito (DMTV – MDMQ).

### *3.1.6.3 Método geométrico de crecimiento*[19]

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

$$\frac{dp}{dt} = kg * P \qquad \text{(Ecuación 3.1)}$$

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

P = Población.

Kg = Constante de población obtenida con los censos respectivos.

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

$$kg = \frac{\ln(Pf) - \ln(Pi)}{tf - ti} \qquad (Ecuación\ 3.2)$$

Pf es la población que se alcanzará en el tiempo tf

Pi es la población de partida para el año ti. El valor de kg se determina con los datos de los censos obtenidos.

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

$$Pf = Pi * e^{kg\,(tf - ti)} \qquad \text{(Ecuación 3.3)}$$

Dónde:

---

Unidad de estudios DMTV - MDMQ

[19] Ing. Guillermo Burbano O., Criterios básicos de diseño para sistemas de agua potable y alcantarillado, pág. 102.

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

**MÉTODO GEOMÉTRICO DE CRECIMIENTO**

Determinación de la constante kg

Datos:

$$Pf = 1540 \text{ [hab]} \qquad tf = 2012$$

$$Pi = 758 \text{ [hab]} \qquad ti = 2001$$

$$kg = \frac{\ln(Pf) - \ln(Pi)}{tf - ti} = \frac{\ln(1540) - \ln(758)}{2012 - 2001} = 0.06$$

Determinación de la población futura

Datos:

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

$$Pi = 1540 \text{ [hab]} \qquad ti = 2012$$

$$kg = 0.06 \qquad tf = 2013 + 25 = 2038$$

$$Pf_{2038} = Pi * e^{kg\,(tf - ti)} = 1540 * e^{0.06(2038 - 2012)} = 7328.59 = 7330 \text{ [hab]}$$

$$Pf2038 = 7330 \text{ [hab]}$$

*3.1.6.4 Densidad Poblacional*

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

La fórmula es:

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

**DENSIDAD POBLACIONAL**

Datos:

$$\text{Población} = Pf = 7330 \text{ [hab]}$$

$$\text{Superficie} = 25 \text{ [Ha]}$$

$$\text{Densidad poblacional} = \frac{\text{Población}}{\text{Superficie}} = \frac{7330 \text{ [hab]}}{25 \text{ [Ha]}} = 293.2 \text{ [hab/Ha]}$$

$$\text{Densidad poblacional} = 293 \text{ [hab/Ha]}$$

*3.1.6.5 Áreas Tributarias*

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

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

Este método es válido cuando la topografía de la población es casi plana, como es el caso de la población de San Juan Alto.

En el caso de que la topografía sea irregular, se deberá realizar un análisis detallado de las zonas en las cuales el procedimiento de división indicado anteriormente no sea aplicable, debiendo recurrirse a las curvas de nivel para la determinación de las áreas de drenaje.20

[20] Ing. Guillermo Burbano O., Criterios básicos de diseño para sistemas de agua potable y alcantarillado, pág. 114.

**Dotación**

La dotación es la cantidad de agua asignada a cada habitante por día, considerando todos los consumos de los servicios y las pérdidas físicas que existen en cualquier sistema de distribución.21 Esta la debe proporcionar un sistema de abastecimiento público con el objetivo de satisfacer las necesidades de consumo de la población.

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

Para determinar el valor de la dotación deberá realizarse una investigación in situ, tendiente a establecer el valor real de la misma. Para ello deberá utilizarse registros de consumos de la población, por un tiempo representativo.[22]

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

**Tabla 3-1 Dotación media futura**

| POBLACIÓN FUTURA [hab] | CLIMA | DOTACIÓN MEDIA FUTURA [l/hab/día] |
|---|---|---|
| 1000 – 10000 | Frío<br>Templado<br>Cálido | 120 – 150<br>130 – 160<br>170 – 200 |
| 10001 - 50000 | Frío<br>Templado<br>Cálido | 180 – 200<br>190 – 220<br>200 – 230 |
| Más de 50000 | Frío<br>Templado<br>Cálido | >200<br>>220<br>>230 |

FUENTE: Ing. Guillermo Burbano

[21] Comisión Estatal de Aguas del estado de Querétaro, "Definición de términos y bibliografía". Internet. www.ceaqueretaro.gob.mx.

[22] Ing. Guillermo Burbano O., Criterios básicos de diseño para sistemas de agua potable y alcantarillado, pág. 20.

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

### *3.1.6.6 Caudales de diseño* [23]

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

### *3.1.6.7 Caudal de aguas servidas*

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

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

$$Q_{mi} = \frac{P_i \ * \text{Dotación}_{\text{inicial}}}{86400 \left[\frac{s}{\text{día}}\right]} \text{ Factor A} \qquad \text{(Ecuación 3.4)}$$

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

[23] Ing. Guillermo Burbano O., Criterios básicos de diseño para sistemas de agua potable y alcantarillado, págs. 102-104.

$$Q_{mf} = \frac{P_f * \text{Dotación}_{final}}{86400 \left[\frac{s}{día}\right]} \text{ Factor A} \qquad \text{(Ecuación 3.5)}$$

El factor A tiene un valor de 0.7 a 0.8 y en el mismo se considera la cantidad de agua potable, que después de ingresar a los domicilios, regresa al sistema de alcantarillado en forma de aguas servidas. El porcentaje restante de agua es la que generalmente se destina a riego de jardines, lavado de carros al exterior de la vivienda, entre otros. Para nuestro diseño aplicará un factor A de 0.8 por razones de seguridad.

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

$$Q_{máx.\ inst.} = Q_{mf} * K \qquad \text{(Ecuación 3.6)}$$

El coeficiente K, para caudales medios, que varíen entre 0.004 y 5.0 [m3/s] es igual a:

$$K = \frac{2.228}{Q^{0.073325}} \qquad \text{(Ecuación 3.7)}$$

Q Caudal medio diario de aguas servidas domésticas en [m3/s].

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

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

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

*3.1.6.8 Caudal de infiltración*

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

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

Para alcantarillado con juntas de mortero

$$Q_{inf} = 67.34\ A^{-0.1425} \qquad (Ecuación\ 3.8)$$

Q Qmáx instantáneo de infiltración [m3/Ha/día]

A Área servida por el alcantarillado [Ha]

Esta ecuación se aplica para áreas comprendidas entre 10 y 5000 [Ha]. Si el área es menor a 10 [Ha], el caudal de infiltración se hace constante e igual a 48.5 [m3/Ha/día].

Para sistemas de alcantarillado que utiliza juntas resistentes a la infiltración

$Q_{inf} = 42.51\ A^{-0.3}$ si A está entre 40.5 y 5000 [Ha] (Ecuación 3.9)

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

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

*3.1.6.9 Caudal de aguas lluvias ilícitas*

En los alcantarillados sanitarios hay la posibilidad que ingresen aguas lluvias ilícitas a través de conexiones prohibidas ubicadas dentro de patios, jardineras, desde las cubiertas e inclusive a través de las tapas de los pozos o cajas de revisión del alcantarillado sanitario.

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

### 3.1.7 Hidráulica del Sistema de Alcantarillado [24]

Un sistema de alcantarillado es un medio de transporte de líquidos, dirigido a alcanzar la mejor utilización de la energía natural empleando una dirección que sea cercana a la horizontal. Se deben evitar en lo posible los caídos verticales.

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

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

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

[24] Ing. Guillermo Burbano O., Criterios básicos de diseño para sistemas de agua potable y alcantarillado, pág. 115.

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

Flujo a tubo lleno

- Fórmula de Manning

$$v = \frac{1}{n} R^{2/3} J^{1/2} \qquad \text{(Ecuación 3.10)}$$

v velocidad flujo totalmente lleno [m/s]

n coeficiente de rugosidad de Manning

R radio hidráulico [m]

J gradiente de energía

- Caudal

$$Q = v * A \qquad \text{(Ecuación 3.11)}$$

Q caudal a flujo lleno [m3/s]

v velocidad a flujo lleno [m/s]

A área hidráulica [m2]

Flujo en tuberías parcialmente llenas

- Para velocidad máxima

$$\frac{V_p}{V_c} = \left(1 - \frac{\text{sen}\,\theta}{\theta}\right)^{\frac{2}{3}} \qquad \text{(Ecuación 3.12)}$$

vp velocidad real de flujo o parcialmente lleno [m/s]

vc velocidad a tubo completo o lleno [m/s]

- Para caudal máximo

$$\frac{Q_p}{Q_c} = \frac{\theta}{2\pi}\left(1 - \frac{\text{sen}\,\theta}{\theta}\right)^{\frac{5}{3}} \qquad \text{(Ecuación 3.13)}$$

Qp caudal real de flujo o parcialmente lleno [m/s]

Qc caudal a tubo completo o lleno [m/s]

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

d calado

D diámetro

*3.1.7.1 Recomendaciones para el diseño de la red de alcantarillado sanitario* [25]

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

***Pendiente***

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

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

Solo un análisis económico permite encontrar la mejor solución.

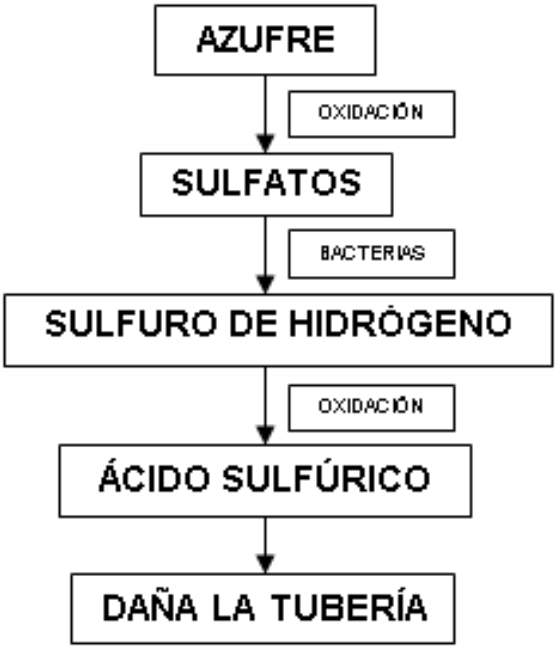
***Control de sulfuros***

El Sulfuro de Hidrógeno (H2S) es un gas formado naturalmente en los sistemas de alcantarillado y estaciones depuradoras de agua. El H2S surge de la reducción de los sulfatos por bacterias sulfato reductoras en condiciones anaeróbicas.26

[25]Ing. Guillermo Burbano O., Criterios básicos de diseño para sistemas de agua potable y alcantarillado, págs. 118-129.
[26] FMC Foret, "Control de olor y corrosión". Internet. www.fmcforet.com.

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

**Figura 3-2 Formación de sulfuros**




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

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

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

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

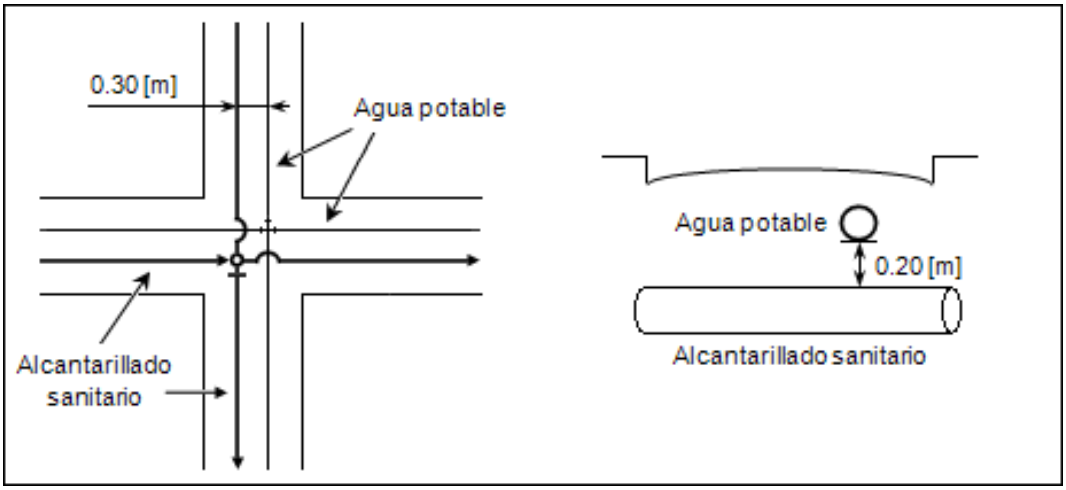
***Caudales de aportación***

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

***Separación de la tubería de agua potable***

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

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




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

***Ubicación***

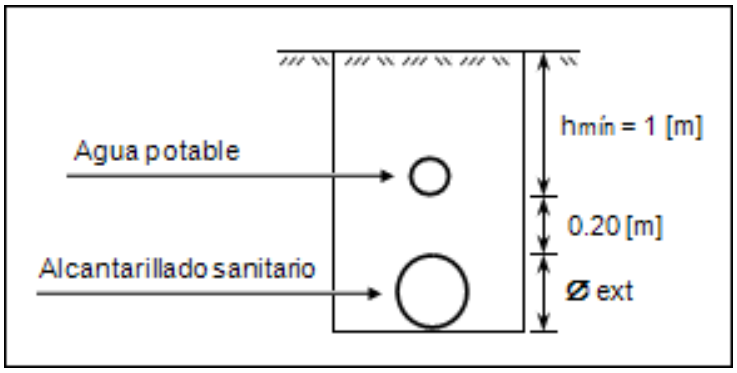
Las tuberías de alcantarillado sanitario se proyectarán en los lados opuestos a los indicados para agua potable, es decir el sur y oeste de la calzada. Las tuberías de aguas lluvias se proyectarán en el centro de la calzada; en igual forma, si se diseña alcantarillado combinado, las tuberías se proyectarán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

***Profundidad***

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

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

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




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

***Tuberías***

Para este proyecto se emplearon tuberías de PVC rígido, de pared estructurada e interior liso, debido a la calidad del producto, a su mejor manejabilidad, su mayor

disposición en el mercado y su instalación, además que por ser plástico requiere de menor cuidado.

***Diámetros***

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

***Velocidades***

Para alcantarillado sanitario la velocidad mínima a tubo lleno será de 0.60 [m/s], la velocidad mínima a tubo parcialmente lleno deberá ser de 0.30 [m/s]. Esta última velocidad podrá modificarse cuando por razones de caudal o de pendiente no se pueda realizar un diseño económico. En este caso se podrá justificar técnicamente la adopción de un valor menor.

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

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

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

| VELOCIDADES MÁXIMAS ADMISIBLES EN TUBERÍAS | | |
|---|---|---|
| Material | **Velocidad máxima [m/s]** | **Coeficiente de rugosidad (n)** |
| Hormigón simple con uniones de mortero | ≤ 3.0 | 0.013 |
| Hormigón simple con uniones de neopreno para nivel | ≤ 6.0 | 0.013 |
| Hormigón armado | ≤ 6.0 | 0.015 |
| Asbesto cemento | 4.5 | 0.011 |
| Plástico PVC | ≤ 10.0 | 0.010 |

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

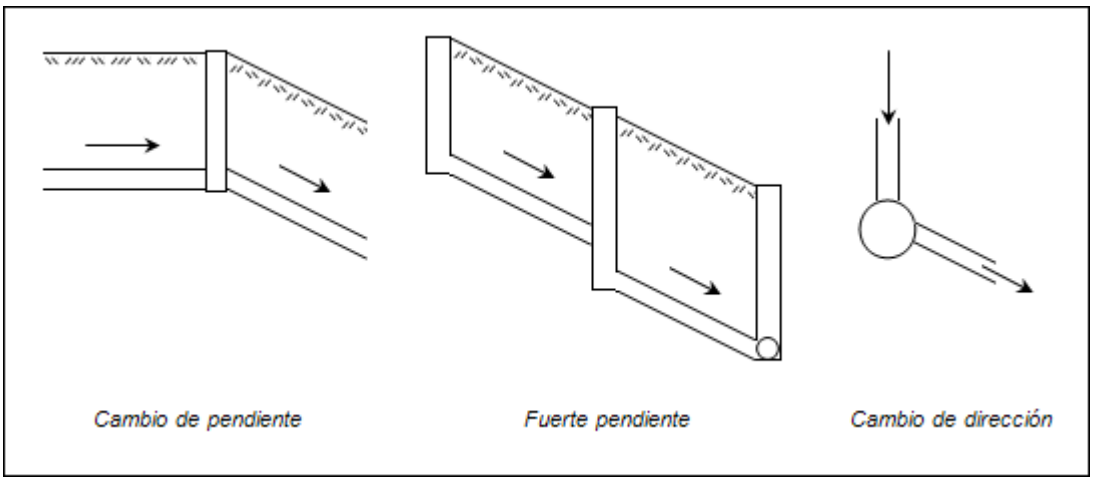
En la actualidad tienen aprobación certificada del INEN velocidades de hasta 9 [m/s] en tubos plásticos, según la recomendación de los fabricantes.

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

***Pozos de revisión***

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

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




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

La cota superior de los pozos debe ser la cota del proyecto vial, por lo que es indispensable primero tener el proyecto vial de la zona de estudio.27

La distancia máxima entre los pozos de revisión será:

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

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

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

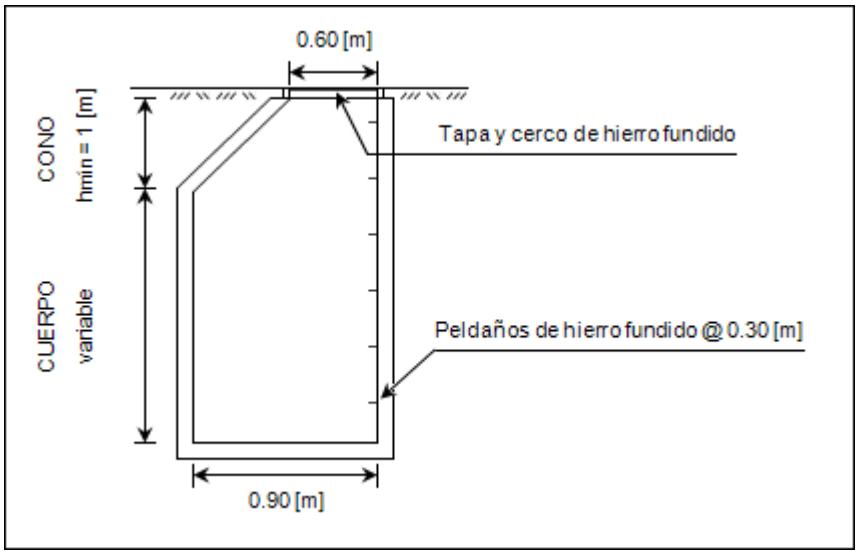
| DIÁMETROS PARA POZOS DE REVISIÓN | |
|---|---|
| Diámetro de la tubería [mm] | Diámetro del pozo [m] |
| ≤ 550 | 0.9 |
| > 550 | Diseño especial |

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

[27] FUENTE: Apuntes de la materia Obras civiles, Ing. Miguel Araque.

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

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




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

***Transiciones***

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

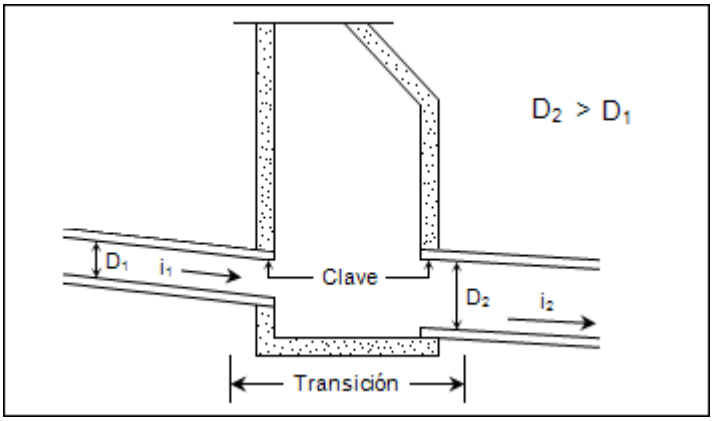
Para evitar que el caudal sanitario genere remanso a la llegada al pozo, es necesario que la tubería que llega se encuentre a una cierta altura por encima de la solera con el fin de compensar la pérdida de carga.

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

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

Estos valores son válidos únicamente si el diámetro de la tubería más baja y el de la tubería de salida son iguales, caso contrario se colocan al mismo nivel las claves de las tuberías de entrada y de salida, entendiendo como clave el punto más alto del diámetro interno del tubo.[28]

**Figura 3-7 Zona de transición**




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

***Pozos de salto***

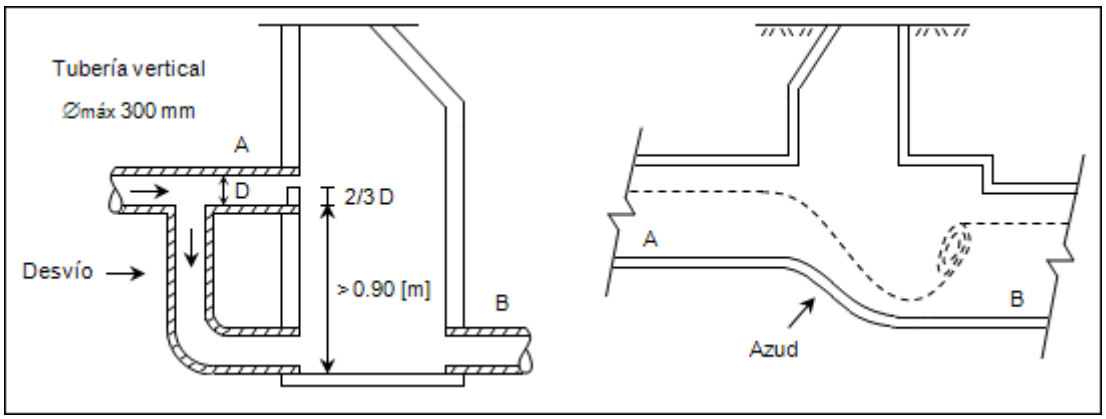
Con el objeto de facilitar la entrada de los trabajadores al pozo de revisión y por cuestiones de erosión, se evitará descargar libremente el agua del alcantarillado dentro del pozo y la altura máxima que debe existir entre el fondo del pozo y la cota

[28] FUENTE: Apuntes de la materia Sanitaria III, Ing. Guillermo Burbano.

del invert de una tubería que llega debe ser de 0.90 [m]. El diámetro máximo de la tubería vertical debe ser de 300 [mm].

Cuando la capacidad de la tubería vertical sea insuficiente para transportar el caudal, se deberá diseñar una estructura especial de llegada tipo azud para facilitar la descarga desde la tubería al fondo del pozo. Esto se emplea cuando la distancia entre A y B se encuentra entre 6 y 10 [m] y cuando se tiene un caudal sanitario menor o igual a 10 [m3/s][29]

**Figura 3-8 Pozos de salto**




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

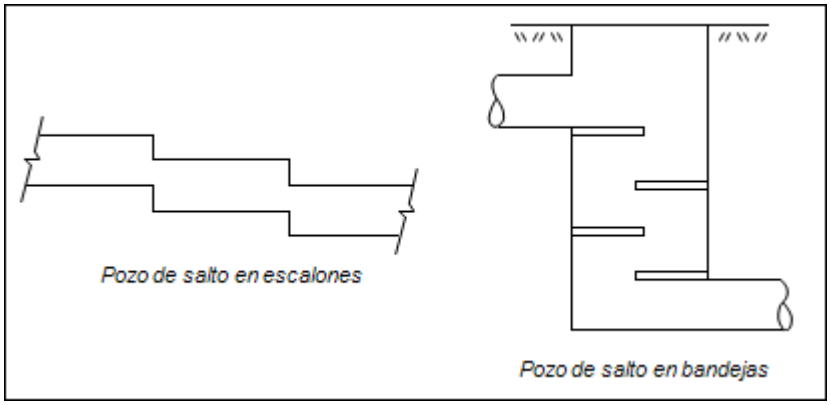
Cuando se tienen caudales grandes y cotas altas es conveniente la utilización de pozos de salto escalonados. De igual manera si se desea romper la presión que tiene el caudal sanitario se recomienda emplear pozos de bandejas.

Estos sirven hasta cuando la diferencia de cotas entre A y B sea de 6 [m] y las velocidades sean bajas.30

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

[29] FUENTE: Apuntes de la materia Sanitaria III, Ing. Guillermo Burbano O.
[30] FUENTE: Apuntes de la materia Sanitaria III, Ing. Guillermo Burbano O.

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




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

***Capacidad a utilizarse***

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

- En tuberías de diámetro pequeño (hasta 300 [mm]) la capacidad a caudal máximo, debe ser de alrededor del 60%, para que exista ventilación, así como para absorber las variaciones de flujo durante las horas de máxima aportación de aguas servidas.
- En tuberías de mayor diámetro, la capacidad a utilizar puede variar entre 70 y 80%. Sin embargo, en la práctica suele aumentarse el porcentaje de utilización de las tuberías hasta valores próximos a 80% para obtener diseños más económicos.
- En el caso de alcantarillados pluviales, la capacidad a utilizarse en las tuberías puede llegar a 100% e inclusive se tolera que las mismas trabajen con una ligera presión interior (no mayor a 5 [m]) porque no se necesita ventilación y el tiempo de máxima precipitación solo dura algunos minutos.

***Cajas domiciliarias***

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

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

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

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

***Obras especiales***

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

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

- Diámetro mínimo 200 [mm] para alcantarillado sanitario.

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

*3.1.7.2 Cálculos hidráulicos de la red de alcantarillado sanitario*

**CÁLCULO DEL CAUDAL MEDIO FINAL**

Datos:

Pf =7330 [hab] Dotación =150 [l/hab/día]

Factor A = 0.8 ATOTAL=25 [Ha]

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

$$Q_{mf} = \frac{7330 \text{ [hab]} * 150 \text{ [l/hab/Ha]}}{86400 \left[\frac{s}{día}\right]} 0.8 = 10.18 \text{ [l/s]}$$

Qmf = 10.18 [l/s]

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

$$Q_{mf} = \frac{10.18 \text{ [l/s]}}{25 \text{ [Ha]}} = 0.41 \text{ [l/s/Ha]}$$

Qmf = 0.41 [l/s/Ha]

**CÁLCULO DEL CAUDAL MÁXIMO INSTANTÁNEO FINAL**

Datos:

$K \neq 4$ (Qmf> 4 [l/s]); calculo K:

$$K = \frac{2.228}{0.01018^{0.073325}} = 3.12$$

$$Q_{máx\ inst.} = Q_{mf} * K$$

$$Q_{máx\ inst.} = 0.41 * 3.12 = 1.28 \text{ [l/s/Ha]}$$

Qmáxinst. = 1.28 [l/s/Ha]

## CÁLCULO DEL CAUDAL DE INFILTRACIÓN

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

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

## CÁLCULO DEL CAUDAL DE AGUAS LLUVIAS ILÍCITAS

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

$$Q_{a.lluv.i.} = \frac{80 \text{ [l/hab/día]} * 7330 \text{ [hab]}}{86400 \left[\frac{s}{día}\right]} = 6.79 \text{ [l/s]}$$

$$Qa.lluv.i = 6.79 \text{ [l/s]}$$

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

$$Q_{a.lluv.i.} = \frac{6.79 \text{ [l/s]}}{25 \text{ [Ha]}} = 0.272 \text{ [l/s/Ha]}$$

$$Qa.lluv.i = 0.27 \text{ [l/s/Ha]}$$

## DETERMINACIÓN DEL CAUDAL SANITARIO

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

$$Qs = 1.28 + 0 + 0.27 = 1.55 \text{ [l/s/Ha]}$$

$$Qs = 1.55 \text{ [l/s/Ha]}$$

## CUADRO DE ÁREAS DE APORTE Y CAUDALES DE DISEÑO

| FÓRMULAS | DATOS | | |
|---|---|---|---|
| $Q_{DISEÑO} = A_{ACUMULADA} * Qs_{UNITARIO}$ | | | |
| $Q_{PARCIAL} = A_{PARCIAL} * Qs_{UNITARIO}$ | QsUNITARIO = | 1.54 | [l/s/Ha] |

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

| SUBCOLECTOR 1 | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| POZO | TRAMO | LONG. [m] | COTA[m] | ÁREAS [Ha] | | | | CAUDALES [l/s] | |
| | | | | IZQUIERDA | DERECHA | PARCIAL | ACUMUL. | PARCIAL | DISEÑO |
| 10 | | | 3354.42 | | | | | | |
| | 10 - 20 | 66.33 | | 0.1256 | 0.1878 | 0.3134 | 0.3134 | 0.483 | 0.483 |
| 20 | | | 3352.35 | | | | | | |
| | 20 - 21 | 42.90 | | 0.0460 | 0.0460 | 0.0920 | 0.4054 | 0.142 | 0.625 |
| 21 | | | 3351.66 | | | | | | |
| 11 | | | 3354.02 | | | | | | |
| | 11 - 21 | 65.43 | | 0.1191 | 0.1208 | 0.2399 | 0.6453 | 0.370 | 0.995 |
| 21 | | | 3351.66 | | | | | | |
| | 21 - 22 | 45.18 | | 0.0510 | 0.0510 | 0.1020 | 0.7473 | 0.157 | 1.152 |
| 22 | | | 3351.89 | | | | | | |
| 12 | | | 3354.08 | | | | | | |
| | 12 - 22 | 65.01 | | 0.1331 | 0.1195 | 0.2526 | 0.9999 | 0.390 | 1.542 |
| 22 | | | 3351.89 | | | | | | |
| | 22 - 23 | 50.50 | | 0.0638 | 0.0638 | 0.1276 | 1.1275 | 0.197 | 1.739 |
| 23 | | | 3351.48 | | | | | | |
| 13 | | | 3353.44 | | | | | | |
| | 13 - 23 | 64.25 | | 0.1196 | 0.1345 | 0.2541 | 1.3816 | 0.392 | 2.130 |
| 23 | | | 3351.48 | | | | | | |
| | 23 - 24 | 47.11 | | 0.0555 | 0.0555 | 0.1110 | 1.4926 | 0.171 | 2.302 |
| 24 | | | 3350.89 | | | | | | |
| 14 | | | 3353.38 | | | | | | |
| | 14 - 24 | 63.55 | | 0.1239 | 0.1249 | 0.2488 | 1.7414 | 0.384 | 2.685 |
| 24 | | | 3350.89 | | | | | | |
| | 24 - 25 | 47.29 | | 0.0559 | 0.0559 | 0.1118 | 1.8532 | 0.172 | 2.858 |
| 25 | | | 3351.31 | | | | | | |
| 15 | | | 3353.28 | | | | | | |
| | 15 - 25 | 63.83 | | 0.0822 | 0.1173 | 0.1995 | 2.0527 | 0.308 | 3.165 |
| 25 | | | 3351.31 | | | | | | |
| | 25 - 26 | 26.93 | | 0.0181 | 0.0181 | 0.0362 | 2.0889 | 0.056 | 3.221 |
| 26 | | | 3350.09 | | | | | | |
| 16 | | | 3352.27 | | | | | | |
| | 16 - 26 | 63.70 | | 0.3309 | 0.1000 | 0.4309 | 2.5198 | 0.664 | 3.886 |
| 26 | | | 3350.09 | | | | | | |

| SUBCOLECTOR 2 | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| POZO | TRAMO | LONG. [m] | COTA [m] | ÁREAS [Ha] | | | | CAUDALES [l/s] | |
| | | | | IZQUIERDA | DERECHA | PARCIAL | ACUMUL. | PARCIAL | DISEÑO |
| 30 | - | 0.00 | 3350.05 | 0.1950 | 0.2134 | 0.4084 | 0.4084 | 0.630 | 0.630 |
| 30 | 30 - 31 | 18.73 | 3350.05 | 0.0106 | 0.0605 | 0.0711 | 0.4795 | 0.110 | 0.739 |
| 31 | | | 3349.91 | | | | | | |
| 21 | 21 - 31 | 65.52 | 3351.66 | 0.0995 | 0.1027 | 0.2022 | 0.6817 | 0.312 | 1.051 |
| 31 | 31 - 32 | 47.53 | 3349.91 | 0.0565 | 0.1335 | 0.1900 | 0.8717 | 0.293 | 1.344 |
| 32 | | | 3349.35 | | | | | | |
| 22 | 22 - 32 | 66.39 | 3351.89 | 0.1023 | 0.0986 | 0.2009 | 1.0726 | 0.310 | 1.654 |
| 32 | 32 - 33 | 48.14 | 3349.35 | 0.0579 | 0.1390 | 0.1969 | 1.2695 | 0.304 | 1.958 |
| 33 | | | 3349.50 | | | | | | |
| 23 | 23 - 33 | 66.08 | 3351.48 | 0.1023 | 0.1026 | 0.2049 | 1.4744 | 0.316 | 2.274 |
| 33 | 33 - 34 | 49.45 | 3349.50 | 0.0611 | 0.1187 | 0.1798 | 1.6542 | 0.277 | 2.551 |
| 34 | | | 3348.92 | | | | | | |
| 24 | 24 - 34 | 66.77 | 3350.89 | 0.0985 | 0.1017 | 0.2002 | 1.8544 | 0.309 | 2.860 |
| 34 | 34 - 35 | 46.15 | 3348.92 | 0.0533 | 0.0977 | 0.1510 | 2.0054 | 0.233 | 3.092 |
| 35 | | | 3349.14 | | | | | | |
| 25 | 25 - 35 | 65.02 | 3351.31 | 0.0579 | 0.1002 | 0.1581 | 2.1635 | 0.244 | 3.336 |
| 35 | 35 - 36 | 16.29 | 3349.14 | 0.0066 | 0.0173 | 0.0239 | 2.1874 | 0.037 | 3.373 |
| 36 | | | 3348.14 | | | | | | |

| SUBCOLECTOR 3 | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| POZO | TRAMO | LONG. [m] | COTA [m] | ÁREAS [Ha] | | | | CAUDALES [l/s] | |
| | | | | IZQUIERDA | DERECHA | PARCIAL | ACUMUL. | PARCIAL | DISEÑO |
| 40 | - | 0.00 | 3348.58 | 0.2429 | 0.0000 | 0.2429 | 0.2429 | 0.375 | 0.375 |
| 40 | | | 3348.58 | | | | | | |
| | 40 - 41 | 48.24 | | 0.1325 | 0.0582 | 0.1907 | 0.4336 | 0.294 | 0.669 |
| 41 | | | 3347.69 | | | | | | |
| | 41 - 42 | 53.82 | | 0.1404 | 0.0724 | 0.2128 | 0.6464 | 0.328 | 0.997 |
| 42 | | | 3346.88 | | | | | | |
| | 42 - 43 | 16.00 | | 0.0171 | 0.0134 | 0.0305 | 0.6769 | 0.047 | 1.044 |
| 43 | | | 3346.88 | | | | | | |
| | 43 - 44 | 60.91 | | 0.1368 | 0.1022 | 0.2390 | 0.9159 | 0.369 | 1.412 |
| 44 | | | 3346.88 | | | | | | |
| | 44 - 45 | 22.45 | | 0.0402 | 0.0208 | 0.0610 | 0.9769 | 0.094 | 1.506 |
| 45 | | | 3347.10 | | | | | | |

| COLECTOR PRINCIPAL | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| POZO | TRAMO | LONG. [m] | COTA [m] | ÁREAS [Ha] | | | | CAUDALES [l/s] | |
| | | | | IZQUIERDA | DERECHA | PARCIAL | ACUMUL. | PARCIAL | DISEÑO |
| 26 | | | 3350.09 | | | | | | |
| | 26 - 36 | 65.08 | | 0.7205 | 0.0569 | 0.7774 | 3.2972 | 1.199 | 5.084 |
| 36 | | | 3348.14 | | | | | | |
| | 36 - 45 | 43.64 | | 0.0476 | 0.0244 | 0.0720 | 5.5566 | 0.111 | 8.568 |
| 45 | | | 3347.10 | | | | | | |
| | 45 - 46 | 28.52 | | 0.0230 | 0.0407 | 0.0637 | 6.5972 | 0.098 | 10.173 |
| 46 | | | 3346.53 | | | | | | |
| | 46 - E1 | 76.51 | | 0.4516 | 0.0000 | 0.4516 | 7.0488 | 0.696 | 10.869 |
| E1 | | | 3345.00 | | | | | | |
| DESCARGA 1 | | | | | | ∑ = | 7.0488 | ∑ = | 10.869 |

## CUADRO DE ÁREAS DE APORTE Y CAUDALES DE DISEÑO

FÓRMULAS

$$Q_{DISEÑO} = A_{ACUMULADA} * Qs_{UNITARIO}$$

$$Q_{PARCIAL} = A_{PARCIAL} * Qs_{UNITARIO}$$

DATOS

QsUNITARIO = 1.54 [l/s/Ha]

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

| SUBCOLECTOR 1 | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| POZO | TRAMO | LONG. [m] | COTA [m] | ÁREAS [Ha] | | | | CAUDALES [l/s] | |
| | | | | IZQUIERDA | DERECHA | PARCIAL | ACUMUL. | PARCIAL | DISEÑO |
| 42 | | | 3346.88 | | | | | | |
| | 42 - 50 | 23.71 | | 0.0141 | 0.0142 | 0.0283 | 0.0283 | 0.044 | 0.044 |
| 50 | | | 3345.47 | | | | | | |
| | 50 - 51 | 71.53 | | 0.0864 | 0.1323 | 0.2187 | 0.2470 | 0.337 | 0.381 |
| 51 | | | 3345.46 | | | | | | |
| 44 | | | 3346.88 | | | | | | |
| | 44 - 51 | 35.98 | | 0.0324 | 0.0324 | 0.0648 | 0.3118 | 0.100 | 0.481 |
| 51 | | | 3345.46 | | | | | | |
| | 51 - 52 | 51.99 | | 0.0606 | 0.0676 | 0.1282 | 0.4400 | 0.198 | 0.678 |
| 52 | | | 3344.44 | | | | | | |
| 46 | | | 3346.53 | | | | | | |
| | 46 - 52 | 38.09 | | 0.2972 | 0.0363 | 0.3335 | 0.7735 | 0.514 | 1.193 |
| 52 | | | 3344.44 | | | | | | |
| SUBCOLECTOR 2 | | | | | | | | | |
| 60 | - | 0.00 | 3345.44 | 0.3721 | 0.0518 | 0.4239 | 0.4239 | 0.654 | 0.654 |
| 60 | | | 3345.44 | | | | | | |
| | 60 - 61 | 13.10 | | 0.0043 | 0.0043 | 0.0086 | 0.4325 | 0.013 | 0.667 |
| 61 | | | 3345.44 | | | | | | |
| 40 | | | 3348.58 | | | | | | |
| | 40 - 61 | 95.85 | | 0.1754 | 0.0000 | 0.1754 | 0.6079 | 0.270 | 0.937 |
| 61 | | | 3345.44 | | | | | | |
| | 61 - 62 | 47.56 | | 0.0565 | 0.0565 | 0.1130 | 0.7209 | 0.174 | 1.112 |
| 62 | | | 3344.81 | | | | | | |
| 41 | | | 3347.69 | | | | | | |
| | 41 - 62 | 97.25 | | 0.1878 | 0.1721 | 0.3599 | 1.0808 | 0.555 | 1.667 |
| 62 | | | 3344.81 | | | | | | |
| | 62 - 63 | 50.90 | | 0.0648 | 0.0648 | 0.1296 | 1.2104 | 0.200 | 1.866 |
| 63 | | | 3344.07 | | | | | | |
| 50 | | | 3345.47 | | | | | | |
| | 50 - 63 | 74.40 | | 0.1338 | 0.1719 | 0.3057 | 1.5161 | 0.471 | 2.338 |
| 63 | | | 3344.07 | | | | | | |
| | 63 - 64 | 70.39 | | 0.1279 | 0.1205 | 0.2484 | 1.7645 | 0.383 | 2.721 |
| 64 | | | 3343.78 | | | | | | |
| 51 | | | 3345.46 | | | | | | |
| | 51 - 64 | 72.35 | | 0.1172 | 0.1264 | 0.2436 | 2.0081 | 0.376 | 3.097 |
| 64 | | | 3343.78 | | | | | | |
| | 64 - 65 | 51.08 | | 0.0652 | 0.0652 | 0.1304 | 2.1385 | 0.201 | 3.298 |
| 65 | | | 3343.33 | | | | | | |

| SUBCOLECTOR 3 | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| POZO | TRAMO | LONG. [m] | COTA [m] | ÁREAS [Ha] | | | | CAUDALES [l/s] | |
| | | | | IZQUIERDA | DERECHA | PARCIAL | ACUMUL. | PARCIAL | DISEÑO |
| 80 | - | 0.00 | 3342.42 | 0.0447 | 0.0000 | 0.0447 | 0.0447 | 0.069 | 0.069 |
| 80 | 80 - 81 | 42.23 | 3342.42 | 0.0446 | 0.0446 | 0.0892 | 0.1339 | 0.138 | 0.206 |
| 81 | | | 3343.85 | | | | | | |
| 61 | 61 - 70 | 35.27 | 3345.44 | 0.0404 | 0.0559 | 0.0963 | 0.2302 | 0.148 | 0.355 |
| 70 | 70 - 81 | 41.07 | 3345.08 | 0.0720 | 0.0673 | 0.1393 | 0.3695 | 0.215 | 0.570 |
| 81 | 81 - 82 | 48.38 | 3343.85 | 0.0585 | 0.1123 | 0.1708 | 0.5403 | 0.263 | 0.833 |
| 82 | | | 3343.58 | | | | | | |
| 62 | 62 - 71 | 46.27 | 3344.81 | 0.0550 | 0.0574 | 0.1124 | 0.6527 | 0.173 | 1.006 |
| 71 | 71 - 82 | 23.18 | 3344.06 | 0.0514 | 0.0637 | 0.1151 | 0.7678 | 0.177 | 1.184 |
| 82 | 82 - 83 | 49.48 | 3343.58 | 0.0612 | 0.1147 | 0.1759 | 0.9437 | 0.271 | 1.455 |
| 83 | | | 3342.55 | | | | | | |
| 63 | 63 - 83 | 66.68 | 3344.07 | 0.1141 | 0.1090 | 0.2231 | 1.1668 | 0.344 | 1.799 |
| 83 | 83 - 84 | 35.25 | 3342.55 | 0.0604 | 0.0000 | 0.0604 | 1.2272 | 0.093 | 1.892 |
| 84 | 84 - 85 | 35.25 | 3342.09 | 0.0604 | 0.0749 | 0.1353 | 1.3625 | 0.209 | 2.101 |
| 85 | | | 3341.53 | | | | | | |
| 64 | 64 - 85 | 70.46 | 3343.78 | 0.1435 | 0.1274 | 0.2709 | 1.6334 | 0.418 | 2.519 |
| 85 | 85 - 86 | 51.86 | 3341.53 | 0.0672 | 0.1767 | 0.2439 | 1.8773 | 0.376 | 2.895 |
| 86 | | | 3341.46 | | | | | | |

| COLECTOR PRINCIPAL | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| POZO | TRAMO | LONG. [m] | COTA [m] | ÁREAS [Ha] | | | | CAUDALES [l/s] | |
| | | | | IZQUIERDA | DERECHA | PARCIAL | ACUMUL. | PARCIAL | DISEÑO |
| 52 | | | 3344.44 | | | | | | |
| | 52 - 65 | 70.76 | | 0.6164 | 0.1187 | 0.7351 | 1.5086 | 1.134 | 2.326 |
| 65 | | | 3343.33 | | | | | | |
| | 65 - 86 | 87.65 | | 0.1921 | 0.1194 | 0.3115 | 3.9586 | 0.480 | 6.104 |
| 86 | | | 3341.46 | | | | | | |
| | 86 - 87 | 35.81 | | 0.0321 | 0.1545 | 0.1866 | 6.0225 | 0.288 | 9.287 |
| 87 | | | 3340.52 | | | | | | |
| | 87 - 88 | 34.04 | | 0.0290 | 0.1493 | 0.1783 | 6.2008 | 0.275 | 9.562 |
| 88 | | | 3338.08 | | | | | | |
| | 88 - E2 | 36.08 | | 0.5813 | 0.0000 | 0.5813 | 6.7821 | 0.896 | 10.458 |
| E2 | | | 3336.00 | | | | | | |
| DESCARGA 2 | | | | | | ∑ = | 6.7821 | ∑ = | 10.458 |

## CUADRO DE ÁREAS DE APORTE Y CAUDALES DE DISEÑO

FÓRMULAS

$$Q_{DISEÑO} = A_{ACUMULADA} * Qs_{UNITARIO}$$

$$Q_{PARCIAL} = A_{PARCIAL} * Qs_{UNITARIO}$$

DATOS

QsUNITARIO = 1.54 [l/s/Ha]

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

| SUBCOLECTOR | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **POZO** | **TRAMO** | **LONG. [m]** | **COTA [m]** | **ÁREAS [Ha]** | | | | **CAUDALES [l/s]** | |
| | | | | **IZQUIERDA** | **DERECHA** | **PARCIAL** | **ACUMUL.** | **PARCIAL** | **DISEÑO** |
| 84 | | | 3342.09 | | | | | | |
| | 84 - 90 | 78.82 | | 0.2530 | 0.1385 | 0.3915 | 0.3915 | 0.604 | 0.604 |
| 90 | | | 3340.58 | | | | | | |
| | 90 - 100 | 100.00 | | 0.3747 | 0.9001 | 1.2748 | 1.6663 | 1.966 | 2.569 |
| 100 | | | 3338.75 | | | | | | |
| | 100 - 110 | 100.00 | | 0.4290 | 1.9837 | 2.4127 | 4.0790 | 3.720 | 6.290 |
| 110 | | | 3336.28 | | | | | | |
| | 110 - 120 | 41.06 | | 0.2001 | 0.5238 | 0.7239 | 4.8029 | 1.116 | 7.406 |
| 120 | | | 3335.45 | | | | | | |
| | 120 - E3 | 48.85 | | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 4.8029 | 0.000 | 7.406 |
| E3 | | | 3335.00 | | | | | | |
| DESCARGA 3 | | | | | | ∑ = | 4.8029 | ∑ = | 7.406 |

*3.1.7.3 Resultados del sistema de alcantarillado sanitario*

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

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

Los resultados obtenidos se presentan a continuación.

**Tabla 3-7 Cuadro de Resultados – Pozos de Revisión del Sistema**

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

**Tabla 3-8 Cuadro de Resultados – Tuberías del Sistema**

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

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

**Tabla 3-9 Cuadro de Resultados – Descargas del Sistema**

| DESCARGA | QDESCARGA [l/s] | COTAS [m] | | |
|---|---|---|---|---|
| | | TERRENO | SUPERIOR | SALIDA |
| E1 | 10.869 | 3,345.00 | 3,345.00 | 3,343.80 |
| E2 | 10.458 | 3,336.00 | 3,336.00 | 3,334.80 |
| E3 | 7.406 | 3,335.00 | 3,335.00 | 3,333.80 |
| ∑ = | 28.733 | | | |

*3.1.7.4 Cálculo de presión sobre la tubería*

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

El sistema fue diseñado con tuberías de PVC cuya capacidad de carga admisible es aproximadamente 40 [T/m2], según especificaciones del fabricante. De acuerdo a esto se procedió a comparar la resistencia del material bajo las condiciones mencionadas anteriormente.

**CONDICIÓN CRÍTICA 1**

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

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

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

$$\sigma_z = \frac{3\ P}{2\ \pi\ Z^2} \qquad (Ecuación\ 3.14)$$

σZ: presión directa a una determinada profundidad

P: carga puntual

Z: profundidad a la que se encuentra la tubería

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

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

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

Entonces:

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

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

$$\sigma Z = 0.33\ [T/m2]$$

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

El peso específico del suelo en la zona de análisis es $\gamma = 1.6$ [T/m3].

Entonces:

$$\sigma_o = \gamma * Z \qquad \text{(Ecuación 3.14)}$$

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

$$\sigma o = 6.11 \text{ [T/m2]}$$

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

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

$$\sigma TOTAL = 0.33 + 6.11 \text{ [T/m2]}$$

$$\sigma TOTAL = 6.44 \text{ [T/m2]}$$

$$6.44 \text{ [T/m2]} << 40 \text{ [T/m2]}$$

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

**CONDICIÓN CRÍTICA 2**

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

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

Entonces:

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

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

$$\sigma Z = 3.32 \text{ [T/m2]}$$

La presión ejercida por la capa de suelo es:

$$\sigma_o = \gamma * Z$$

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

$$\sigma o = 1.92 \ [T/m2]$$

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

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

$$\sigma TOTAL = 3.32 + 1.92 \ [T/m2]$$

$$\sigma TOTAL = 5.24 \ [T/m2]$$

$$5.24 \ [T/m2] << 40 \ [T/m2]$$

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

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

### 3.1.8 Tratamiento de aguas residuales

*3.8.1.1 Generalidades*

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

En la presente sección se detallan los principales factores que intervienen en el diseño de las plantas de tratamiento para el sistema de alcantarillado sanitario de la comuna San Juan Alto en la  parroquia de Calderón.

*3.8.1.2 Sistema de depuración de aguas residuales*

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

*3.8.1.2.1 Disponibilidad de espacio*

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

*3.8.1.2.2 Operación y mantenimiento*

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

*3.8.1.2.3 Complejidad*

El concepto de complejidad se refiere a los siguientes aspectos:

- Para reducir costos, es necesario que el proceso de construcción sea el más simple posible.

- El grado de complejidad que demande el tratamiento del agua residual debe ser mínimo ya que como se mencionó anteriormente, no se dispondrá de mano de obra calificada, ni tampoco se dispondrá de maquinaria electrónica de avanzada, con el fin de abaratar costos.

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

*3.1.8.3 Tratamiento primario*

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

**TANQUE SÉPTICO**

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

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

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

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

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

### *3.1.8.4 Componentes del sistema*

#### *3.1.8.4.1 Tanque séptico*

Cada tanque séptico se diseñó con dos compartimientos para proporcionar una mejor eliminación de sólidos. El primer compartimiento se conoce como "cámara de digestión", el cual poseerá los 2/3 del volumen total del tanque; al segundo se lo llama "cámara de pulimento" y tendrá el volumen restante del total del tanque.[31]

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

La profundidad mínima del líquido será de 1.2 [m] y el espacio libre sobre este será de 25 a 30 [cm].[32]

#### *3.1.8.4.2 Filtros de arena y grava[33]*

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

- Buen tratamiento previo de aguas.

[31] Asociación de Ingenieros sanitarios de Antioquia, AINSA, Sistemas individuales para tratamiento de agua a nivel rural: captación, filtración, desinfección, Medellín, 1991, pág. 47.
[32] FUENTE: Apuntes de la materia Sanitaria II, Ing. Pablo Iturralde.
[33] Ernest W. Steel y J. BagariaBlanxart, Abastecimiento de agua y alcantarillado, 3ra edición, págs. 270-277.

- Elevado régimen de filtración (80 a 120 [l/m2/min]). Debido al bajo caudal sanitario que presenta el proyecto, se tomará una velocidad de filtración de 80 [l/m2/min], la cual determina el tamaño del filtro.
- Lavado de las unidades de filtración con agua filtrada en contracorriente a través del lecho del filtro, para arrastrar y eliminar el barro y otras impurezas que hayan colmatado la arena.

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

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

ARENA

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

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

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

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

Arenas gruesas

Son apropiadas para aquellos casos en que:

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

Arenas finas

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

Arenas medias

- Resultan adecuadas para condiciones intermedias.

Clasificación de la arena de filtros por el tamaño del grano

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

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

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

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

**GRAVA**

La grava tiene dos funciones principales:

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

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

La grava debe ser dura, redondeada, resistente y de un peso aproximado de 1600 [Kg/m3]; no debe contener piezas llanas, delgadas o alargadas, ni debe contener margas, arena, arcilla u otros materiales extraños.

A continuación la gradación y espesor de capas comúnmente empleadas.

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

| 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 |

FUENTE: Abastecimiento de agua y alcantarillado, Steel y Blanxart

*3.1.8.4.3Sistema colector del agua filtrada*[34]

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

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

La superficie total de los orificios debe ser del 0.20 al 0.33% de la superficie filtrante. Un tipo sencillo de sistema colector consta de un tubo principal de hierro fundido con aberturas en las que pueden atornillarse o unirse con plomo, otras tuberías laterales de hierro fundido. Tanto para el colector principal como para los laterales se emplea también el fibro-cemento y la fundición revestida de cemento, y

[34] 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.

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 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.

*3.1.8.5 Diseño del sistema de tratamiento*

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

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

**CAUDAL DE DISEÑO**

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

$$Q_{diseño} = Q_{máx.inst.}$$

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

| DESCARGA –PLANTA DE TRATAMIENTO | Qmáx. Inst. = Qdiseño [l/s] |
|---|---|
| 1 - 1 | 8.96 |
| 2 - 1 | 8.62 |
| 3 - 1 | 6.10 |

Los filtros se calcularon para una velocidad mínima de 80 [l/m2/min] según lo mencionado en 3.1.6.4.2. Estos consisten en un lecho de arena de 60 a75 [cm] de espesor y una capa de grava de 40 a 60 [cm] de espesor.

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

## DISEÑO DEL SISTEMA SÉPTICO – DESCARGA 1

### DATOS

Qdiseño = 8.96 [l/s]
Tiempo retención (T) = 2 [horas]
Relación largo (l) = 4 ancho (a)

Profundidad (h) = 1.5 [m]
Profundidad total (H) = h + 0.30 [m]

### VOLUMEN DE EFLUENTE

$$V = Q_{diseño} * T$$

V = 64512 [lts] = 64.51 [m3]

### ÁREA TANQUE SÉPTICO

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

A= 42.99 [m2]

SI l = 4 a

a= 3.28 [m] = 3.3 [m]

l = 13.2 [m]

### DIMENSIONES DEL TANQUE

l = 13.2 [m]
a = 3.3 [m]
h = 1.5 [m]
H = 1.8 [m]

V= 65.34 [m3]
T= 2.0 [horas]

### DIMENSIONES CÁMARA DE DIGESTIÓN

V1 = (2/3) V = 43.56 [m3]
a= 3.3 [m]
l1 = 8.8 [m]

### DIMENSIONES CÁMARA DE PULIMENTO

V2 = (1/3) V = 21.78 [m3]
a= 3.3 [m]
l2 = 4.4 [m]

Ancho del tabique divisor (t) = 0.15 [m]
Largo (l) = 13.35 [m]
Ancho (a) = 3.30 [m]
Altura (H) = 1.80 [m]

## DISEÑO DEL FILTRO RÁPIDO – DESCARGA 1

### DATOS

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Qdiseño = | 8.96 | [l/s] = | 537.3 | [l/min] |
| Vmín = | 80 | [l/m2/min] | | |
| a = | 3.30 | [m] | (ancho tanque séptico) | |

### ÁREA DE FILTRACIÓN

$$\frac{80 \text{ [l/min]}}{1 \text{ [m2]}} = \frac{537.3 \text{ [l/min]}}{A}$$

A= 6.72 [m2]

### DIMENSIONES DEL FILTRO

$$A = a * b$$

SI

a= 3.30 [m] (ancho del tanque séptico o largo del filtro)

b= 2.04 [m] = 2.10 [m] (ancho del filtro)

Ancho del filtro (b) = 2.10 [m]
Largo del filtro (a) = 3.30 [m]

## DISEÑO DEL SISTEMA SÉPTICO – DESCARGA 2

**DATOS**

Qdiseño = 8.62 [l/s]
Tiempo retención (T) = 2 [horas]
Relación largo (l) = 4 ancho (a)

Profundidad (h) = 1.5 [m]
Profundidad total (H) = h + 0.30 [m]

**VOLUMEN DE EFLUENTE**

$$V = Q_{diseño} * T$$

V= 62064 [lts] = 62.06 [m3]

**ÁREA TANQUE SÉPTICO**

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

A= 41.36 [m2]
SI 1= 4 a
a= 3.22 [m] = 3.3 [m]

**DIMENSIONES DEL TANQUE**

l = 13.2 [m]
a = 3.3 [m]
h = 1.5 [m]
H= 1.8 [m]

V= 65.34 [m3]
T= 2.1 [horas]

**DIMENSIONES CÁMARA DE DIGESTIÓN**

V1 = (2/3) V = 43.56 [m3]

a= 3.3 [m]
l1 = 8.8 [m]

**DIMENSIONES CÁMARA DE PULIMENTO**

V2 = (1/3) V = 21.78 [m3]

a= 3.3 [m]
l2 = 4.4 [m]

Ancho del tabique divisor (t) = 0.15 [m]
Largo (l) = 13.35 [m]
Ancho (a) = 3.30 [m]
Altura (H) = 1.80 [m]

## DISEÑO DEL FILTRO RÁPIDO – DESCARGA 2

### DATOS

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Qdiseño = | 8.62 | [l/s] = | 517 | [l/min] | |
| Vmín = | 80 | [l/m2/min] | | | |
| a = | 3.30 | [m] | (ancho tanque séptico) | | |

### ÁREA DE FILTRACIÓN

$$\frac{80 \text{ [l/min]}}{1 \text{ [m2]}} = \frac{517 \text{ [l/min]}}{A}$$

A= 6.46 [m2]

### DIMENSIONES DEL FILTRO

$$A = a * b$$

SI

a= 3.30 [m] (ancho del tanque séptico o largo del filtro)

b= 1.96 [m] = 2.00 [m] (ancho del filtro)

| | | |
|---|---|---|
| Ancho del filtro (b) = | 2.00 | [m] |
| Largo del filtro (a) = | 3.30 | [m] |

## DISEÑO DEL SISTEMA SÉPTICO – DESCARGA 3

### DATOS

Qdiseño = 6.10 [l/s]
Tiempo retención (T) = 2 [horas]
Relación largo (l) = 4 ancho (a)

Profundidad (h) = 1.5 [m]
Profundidad total (H) = h + 0.30 [m]

### VOLUMEN DE EFLUENTE

$V = Q_{diseño} * T$

V = 43920 [lts] = 43.92 [m3]

### ÁREA TANQUE SÉPTICO

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

A = 29.29 [m2]

SI 1= 4 a

a= 2.71[m] = 2.8 [m]

1= 11.2 [m]

### DIMENSIONES DEL TANQUE

l = 11.2 [m]
a = 2.8 [m]
h = 1.5 [m]
H = 1.8 [m]

V= 47.04 [m3]
T= 2.1 [horas]

### DIMENSIONES CÁMARA DE DIGESTIÓN

V1 = (2/3) V = 31.36 [m3]

a= 2.8 [m]
l1 = 7.5 [m]

### DIMENSIONES CÁMARA DE PULIMENTO

V2 = (1/3) V = 15.68 [m3]

a= 2.8 [m]
l2 = 3.7 [m]

Ancho del tabique divisor (t) = 0.15 [m]
Largo (l) = 11.35 [m]
Ancho (a) = 2.80 [m]
Altura (H) = 1.80 [m]

**DISEÑO DEL FILTRO RÁPIDO – DESCARGA 3**

**DATOS**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Qdiseño = | 6.10 | [l/s] = | 366.1 [l/min] |
| Vmín = | 80 | [l/m2/min] | |
| a = | 2.80 | [m] (ancho tanque séptico) | |

**ÁREA DE FILTRACIÓN**

$$\frac{80\ [l/min]}{1\ [m2]} = \frac{366.1\ [l/min]}{A}$$

A= 4.58 [m2]

**DIMENSIONES DEL FILTRO**

$A = a * b$

SI

a= 2.80 [m] (ancho del tanque séptico o largo del filtro)

b= 1.63 [m] = 1.70 [m] (ancho del filtro)

**ESPECIFICACIONES DEL FILTRO RÁPIDO**

Ancho del filtro (b) = 1.70 [m]
Largo del filtro (a) = 2.80 [m]

*3.1.8.6 Limpieza de los tanques sépticos* [35]

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

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

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

## INSPECCIÓN

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

La inspección tendrá por objeto determinar:

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

## FRECUENCIA DE INSPECCIÓN

Es difícil programar inspecciones para el control de niveles de lodo y nata debido a que estos suelen cambiar frecuentemente, dependiendo de los volúmenes de caudal de aguas negras, pero se ha comprobado que en la práctica, un lapso de tiempo de 6 meses entre inspecciones consecutivas es aceptable.

## PROCEDIMIENTO PARA MEDIR LA PROFUNDIDAD DE LA NATA

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

6. El espacio entre las dos marcas determinará la distancia que hay entre el fondo del dispositivo de salida y la parte inferior de la nata.

**PROCEDIMIENTO PARA MEDIR LA PROFUNDIDAD DEL LODO**

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

# CAPITULO 4 EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

## 4.1 Aspectos Físico Ambientales

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

### 4.1.1 Aspecto Físico

*4.1.1.1 Relieve*

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

*4.1.1.2 Tipo y uso del suelo*

Con respecto al suelo, en la parroquia existen varios tipos como el limo arenoso (SM), cangagua, suelos alofónicos derivados de materiales piroclásticos, suelos arenosos derivados, de materiales piroclásticos poco materializadosy suelos franco arenosos.

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

- Bosques de montaña: es una formación arbórea montañosa.

- Pastizales: La zona es poco ganadera, gran parte de sus suelos están ocupados por pastos naturales o plantados.
- Cultivos: Ocupan menos espacio que los pastos, siendo especialmente importantes los cultivos de cereales y también cultivos de hortalizas.
- Floricultura: Actualmente existen sectores destinados al cultivo de flores, actividad que se encuentra en auge.

### 4.1.2 Aspectos Bióticos

*4.1.2.1 Flora*[36]

Por la sequía existente la flora es de gran resistencia predominando las especies arbóreas, arbustivas y leñosas características del callejón interandino. En las áreas arenosas se destacan los guarangos, cactus como el nopal, la cabuya negra, verde y bicolor. Dentro de las variedades por el clima tropical encontramos guabos, capulíes, algarrobos, guarangos, el lechero, espinos y cabuyas, chilcos chamanas, plantas curativas silvestres.

*4.1.2.2 Fauna* [37]

La fauna está representada en aves como: pájaros viracchuros, tórtolas, petit rojo, mirlos, quindes, colibríes, animales roedores como conejos y lagartijas, entre los mamíferos domesticados y de cría encontramos: cuyes, conejos, aves de corral, cerdos, ovejas y chivos.

[36] "Estudio de Impacto Ambiental de la Gerencia de Gestión Ambiental y Responsabilidad Social de la EPMAPS, Parroquia de Calderóndel cantón Quito". Internet. www.ambiente.gov.ec.
[37]"Estudio de Impacto Ambiental de la Gerencia de Gestión Ambiental y Responsabilidad Social de la EPMAPS, Parroquia de Calderón del cantón Quito". Internet. www.ambiente.gov.ec.

### 4.1.3 Aspectos Socioeconómicos

Los aspectos socioeconómicos de la comuna San Juan Alto de la parroquia Calderón se detallan con amplitud en el capítulo 1.

## 4.2 Necesidades de Evaluación de los Impactos

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

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

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

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

El Plan de manejo ambiental contempla un conjunto de medidas que se basan en los principios mencionados anteriormente, estos son:38

- Medidas preventivas: aquellas que buscan evitar que los impactos ambientales ocurran.

[38] FUENTE: Apuntes de la materia Impacto Ambiental, Ing. Fernando Castro.

- 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.

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

## 4.3 Caracterización de los Medios

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

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

Además, se tuvo como base el estudio de impacto ambiental de la Gerencia de Gestión Ambiental y Responsabilidad Social de la EPMAPS para el desarrollo de la caracterización.

A continuación se presentan los resultados.

### 4.3.1 Caracterización del Medio Físico

**Tabla 4-1 Caracterización del medio físico**

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

FUENTE: Gerencia de Gestión Ambiental y Responsabilidad Social de la EPMAPS

### 4.3.2 Caracterización del Medio Biótico

**Tabla 4-2 Caracterización del medio biótico**

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

FUENTE: Gerencia de Gestión Ambiental y Responsabilidad Social de la EPMAPS

### 4.3.3 Caracterización del Medio Socioeconómico

**Tabla 4-3 Caracterización del medio socioeconómico**

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

FUENTE: Gerencia de Gestión Ambiental y Responsabilidad Social de la EPMAPS

## 4.4 Determinación y Evaluación en el Sistema de Alcantarillado

### 4.4.1 Bases de diseño

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

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

### 4.4.2 Metodología de evaluación

La matriz Causa – Efecto es un proceso por medio del cual se puede evaluar cuantitativamente los impactos ambientales en el proyecto. A este grupo pertenecen las matrices simples, de magnitud de escala numérica, matriz con símbolos, matriz de escala cualitativa, matriz de pesos relativos, matrices sucesivas y matriz de Leopold.
Esta matriz relaciona las diferentes actividades que se realizan a lo largo de las etapas del proyecto con los factores ambientales de la zona, para luego calificar estos factores y determinar su importancia.

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

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

*4.4.2.1 Caracterización de los impactos ambientales*

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

Naturaleza del impacto (Signo)

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

Intensidad del impacto (I)

Es el grado de afectación de la calidad ambiental, se lo llama también magnitud.[39]

Extensión del impacto (EX)

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

Duración o Persistencia (PE)

Refleja el tiempo que supuestamente permanecería el efecto desde su aparición.40

Momento del impacto (MO)

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

Reversibilidad (RV)

Hace referencia al efecto en el que la alteración puede ser asimilada por el entorno (de forma medible a corto, mediano o largo plazo) debido al funcionamiento de los

[39] FUENTE: Apuntes de la materia Impacto Ambiental, Ing. Fernando Castro.
[40]"Estudio de Impacto Ambiental de la Gerencia de Gestión Ambiental y Responsabilidad Social de la EPMAPS, Parroquia de Calderón del cantón Quito". Internet. www.ambiente.gov.ec.

procesos naturales; es decir la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción por medios naturales.41

Recuperabilidad (MC)

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

Acumulación (AC)

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

Sinergia (SI)

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

Efecto (EF)

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

Periodicidad (PR)

Indica la regularidad con que se manifiesta un efecto.

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

[41]"Estudio de Impacto Ambiental de la Gerencia de Gestión Ambiental y Responsabilidad Social de la EPMAPS, Parroquia de Calderón del cantón Quito". Internet. www.ambiente.gov.ec.

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

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

FUENTE: Gerencia de Gestión Ambiental y Responsabilidad Social de la EPMAPS

*4.4.2.2 Importancia del impacto*

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

La importancia del impacto de una acción sobre un factor se refiere a la trascendencia de dicha relación, al grado de influencia que de ella se deriva en términos del cómputo de la calidad ambiental42, para lo cual se utilizó la información obtenida en la caracterización ambiental y se procedió a evaluar las

[42]"Estudio de Impacto Ambiental de la Gerencia de Gestión Ambiental y Responsabilidad Social de la EPMAPS, Parroquia de Calderón del cantón Quito". Internet. www.ambiente.gov.ec.

características de cada interacción mediante la asignación de elementos de ponderación según la importancia relativa de cada característica.

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

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

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

**Impacto irrelevante**

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

**Impacto moderado**

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

**Impacto severo**

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

**Impacto crítico**

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

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

**Tabla 4-5 Cuadro de valoración**

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

FUENTE: Apuntes de la materia Impacto Ambiental, Ing. Fernando Castro.

De la evaluación realizada se obtuvieron los siguientes resultados.

**Tabla 4-6 Matriz Causa - Efecto para Evaluación de impacto ambiental Comuna San Juan Alto**

| FASE | MEDIO | FACTOR AMB. | IMPACTOS AMBIENTALES | CALIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES | | | | | | | | | | | CALIFICACIÓN (IM) | IMPORTANCIA |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | S | I | EX | MO | PE | RV | MC | SI | AC | EF | PR | | |
| CONSTRUCCIÓN | FÍSICO | Calidad del aire | Contaminación por maquinaria pesada | - | 10 | 4 | 4 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | -52 | SEVERO |
| | | | Contaminación por ruido | - | 10 | 3 | 4 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 3 | -50 | SEVERO |
| | | | Disminución de la calidad del aire | - | 10 | 4 | 4 | 1 | 2 | 2 | 3 | 4 | 1 | 3 | -58 | SEVERO |
| | | | Presencia de partículas de polvo | - | 10 | 4 | 4 | 1 | 1 | 2 | 2 | 4 | 1 | 3 | -56 | SEVERO |
| | | Calidad del suelo | Cambio en la topografía de la zona | - | 2 | 2 | 2 | 1 | 3 | 4 | 1 | 1 | 1 | 3 | -26 | MODERADO |
| | | | Degradación del suelo | - | 7 | 2 | 2 | 3 | 3 | 2 | 2 | 4 | 4 | 3 | -48 | MODERADO |
| | | Calidad del agua | Degradación de aguas subterráneas | - | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 | 4 | 4 | 1 | -24 | IRRELEVANTE |
| | | | Alteración de recursos hídricos | - | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 2 | 3 | 4 | 4 | 1 | -27 | MODERADO |
| | | | Disminución en la dotación de agua | - | 8 | 6 | 3 | 1 | 1 | 1 | 2 | 4 | 4 | 2 | -54 | SEVERO |
| | | Paisaje | Alteración del paisaje | - | 10 | 6 | 4 | 1 | 2 | 4 | 2 | 1 | 1 | 3 | -60 | SEVERO |
| | BIÓTICO | Especies de fauna | Desplazamiento de animales autóctonos | - | 8 | 3 | 4 | 3 | 3 | 6 | 2 | 4 | 1 | 3 | -56 | SEVERO |
| | | Especies de flora | Pérdida de cubierta vegetal | - | 5 | 2 | 4 | 3 | 3 | 1 | 2 | 1 | 1 | 3 | -37 | MODERADO |
| | SOCIOECONÓMICO | Transporte | Alteración del medio terrestre | - | 7 | 5 | 4 | 1 | 1 | 1 | 2 | 4 | 1 | 2 | -47 | MODERADO |
| | | Turismo y comercio | Disminución del turismo | - | 6 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | -33 | MODERADO |
| | | Infraestructura | Implementación de infraestructura | + | 3 | 2 | 1 | 4 | 4 | 8 | 3 | 4 | 4 | 3 | +44 | MODERADO |
| | | Población | Alteración de salud de la población | - | 8 | 6 | 3 | 1 | 2 | 2 | 3 | 4 | 4 | 2 | -57 | SEVERO |
| | | | Alteración de salud de trabajadores | - | 7 | 3 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 4 | 2 | -42 | MODERADO |
| | | | Cambio en el estilo de vida de la población | - | 3 | 4 | 2 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | 4 | 3 | -36 | MODERADO |
| | | | Generación de empleo | + | 10 | 4 | 4 | 2 | 1 | 1 | 3 | 4 | 1 | 2 | +56 | SEVERO |
| | | | Perturbación a la comunidad | - | 8 | 8 | 4 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 3 | -56 | SEVERO |
| OPERACIÓN | FÍSICO | Calidad del aire | Generación de malos olores | - | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 1 | -22 | IRRELEVANTE |
| | | Calidad del suelo | Erosión | - | 8 | 3 | 2 | 3 | 3 | 2 | 2 | 1 | 1 | 3 | -47 | MODERADO |
| | | Calidad del agua | Alteración de recursos hídricos | - | 10 | 5 | 2 | 4 | 4 | 4 | 3 | 4 | 1 | 3 | -65 | SEVERO |
| | SOCIOECONÓMICO | Turismo y comercio | Incremento del turismo | + | 8 | 6 | 2 | 3 | 4 | 8 | 3 | 4 | 4 | 3 | +67 | SEVERO |
| | | Infraestructura | Implementación de infraestructura | + | 8 | 5 | 4 | 4 | 4 | 8 | 2 | 4 | 1 | 2 | +63 | SEVERO |
| | | | Plusvalía | + | 7 | 8 | 2 | 4 | 4 | 8 | 2 | 4 | 1 | 1 | +63 | SEVERO |
| | | Población | Control y disminución de enfermedades | + | 8 | 7 | 2 | 4 | 4 | 8 | 3 | 4 | 1 | 3 | +67 | SEVERO |
| | | | Desarrollo comunitario | + | 8 | 8 | 1 | 4 | 4 | 8 | 1 | 1 | 4 | 1 | +64 | SEVERO |
| | | | Mejoramiento de la calidad de vida | + | 9 | 8 | 1 | 4 | 4 | 8 | 3 | 4 | 1 | 3 | +71 | SEVERO |
| | | | Inmigración | + | 4 | 4 | 1 | 1 | 4 | 8 | 1 | 1 | 4 | 1 | +41 | MODERADO |
| MANT. | FÍSICO | Calidad del aire | Contaminación por ruido | - | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | -16 | IRRELEVANTE |
| | | | Generación de malos olores | - | 2 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | -19 | IRRELEVANTE |
| | SOCIOE. | Transporte | Alteración del medio terrestre | - | 3 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | -22 | IRRELEVANTE |
| | | Población | Alteración de salud de trabajadores | - | 6 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | -30 | MODERADO |
| | | | Generación de empleo | + | 6 | 2 | 3 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | +33 | MODERADO |

*4.4.2.3 Impactos ambientales evaluados*

Con la metodología aplicada se determinaron los impactos ambientales que se producirán, antes, durante y después de la construcción del sistema de alcantarillado en la comuna San Juan Alto de la parroquia Calderón. Su análisis fue detallado para cada etapa y se utilizó como base el estudio de impacto ambiental de la Gerencia de Gestión Ambiental y Responsabilidad Social de la EPMAPS. Los resultados se muestran a continuación.

*4.4.2.4 Impactos en el medio físico*

*4.4.2.4.1 Calidad del aire*

- Se producirá un aumento de los niveles de partículas en suspensión debido a los movimientos de tierra en áreas operativas y de influencia.
- La descarga de materiales y el incremento de tráfico originarán un impacto sobre la calidad del aire.
- De igual manera la generación de gases de combustión de maquinaria y vehículos modificarán la calidad del aire.
- Se manifestarán olores que son los producidos por la combustión de motores de máquinas y vehículos.
- Durante la ejecución de los trabajos se producirán ruidos originados por el movimiento de maquinaria (volquetas, retroexcavadoras,etc.).
- El problema se producirá durante el transcurso de toda la obra, en áreas operativas y de influencia.

En este componente, la acción que más afectará al ambiente es la contaminación por partículas dispersas de polvo, la cual puede generar afecciones a la salud de las personas. Se toma también como un impacto importante la generación de ruido que será provocado por las diferentes actividades que conlleva la construcción del sistema de alcantarillado.

**Impactos:**

- El principal impacto está enfocado en la contaminación del ambiente por partículas dispersas en el aire (polvo), por la remoción de tierra y la acción del viento.
- Otro impacto importante es la contaminación por ruido ocasionado por la maquinaria o las obras de construcción del alcantarillado.

*4.4.2.4.2 Suelo*

- El impacto que se producirá sobre el suelo durante la etapa de construcción será negativo, particularmente en zonas de excavaciones. Se producirá una modificación en áreas operativas y de influencia debido a la extracción de suelos y movimientos de tierra.
- Se producirá una compactación motivada por el tránsito de maquinaria pesada. En caso de ser necesaria la apertura de desvíos o trazas provisorias se producirá una modificación en las características de los suelos en estas zonas.
- Se deberá tener especial cuidado con los impactos que puedan originarse en los campamentos debido a la generación de residuos sólidos y líquidos que pueden afectar la calidad de los suelos.

Se puede observar claramente que el suelo será el componente más afectado en la dimensión física, ya que sobre este van a realizarse la mayoría de actividades del proyecto de alcantarillado.

Se evalúa el impacto como negativo, severo, reversible, temporario y de corto plazo de manifestación.

**Erosión**

- Se podrá producir erosión en suelos donde se ha realizado limpieza y desbroce para efectuar excavaciones.
- Asimismo en el caso de modificar cauces superficiales por acopio de materiales o excavaciones se producirán erosiones en las zonas por donde se produzcan las nuevas escorrentías.

El impacto será negativo, moderado, reversible, temporáneo y de mediano plazo de manifestación.

*4.4.2.4.3 Calidad del agua*

- En este componente se puede observar claramente que la afección está dada directamente por las descargas de aguas servidas que van a recibir las quebradas que se encuentran formando parte del área de influencia directa del proyecto.
- Se puede mencionar que la calidad del agua va disminuir ocasionando impactos tales como la desaparición parcial o total de especies de flora y fauna que utilizaban estas fuentes de agua como su hábitat.
- De igual forma, con motivo de las excavaciones y depósito temporal de materiales sueltos se pueden producir modificaciones de los cursos de agua.

Se categoriza este impacto como negativo, severo, reversible y de mediano plazo de manifestación.

*4.4.2.5 Impactos en el medio biótico*

*4.4.2.5.1 Flora*

- Durante la etapa constructiva, las acciones más impactantes sobre la vegetación terrestre son aquellas que implican desmonte y posterior movimiento de suelos tales como apertura de caminos provisorios y limpieza de la zona de traza de conducciones.
- Se deberá controlar que la limpieza superficial a realizar para ejecutar las obras sea la estrictamente necesaria, a fin de evitar la degradación de la flora.

En general no se afectan áreas forestales en el área del proyecto. No obstante, la regla general es evitar en lo posible el corte de árboles.

El impacto se califica como negativo, moderado, reversible, fugaz y de corto plazo de manifestación.

Impactos:

- Desaparición de especies de flora.
- Destrucción de hábitats y baja densidad de las especies.
- Perdida de cubierta vegetal.

*4.4.2.5.2 Fauna*

- Los trabajos de limpieza y desmonte producirán un impacto directo sobre la fauna local. El trabajo de maquinarias, la mayor circulación de vehículos pesados y camiones generarán un incremento del nivel sonoro que afectará a la fauna de la zona.
- Se estima que los impactos producidos sobre la fauna silvestre serán considerables debido a que se verán afectados por la pérdida de vegetación y la contaminación de las fuentes de agua naturales.

Se considera este impacto como negativo, severo, reversible, temporáneo y de corto plazo de manifestación.

**Impactos**

- Destrucción de hábitats terrestres y acuáticos.

*4.4.2.6 Impactos en el medio socioeconómico*

*4.4.2.6.1 Tránsito y medios de transporte*

- Debido a la ejecución de la obra, se producirán interferencias en la circulación vehicular de la zona como en el servicio de transporte público.
- Las interferencias son consecuencia del movimiento de maquinaria para la excavación de zanjas y del movimiento para el transporte de materiales. Este impacto afecta el normal desarrollo de la actividad turística de la zona.
- Esta afectación será fugaz ya que una vez terminada la obra se restituirán las vías de circulación a su situación actual.

- Debido a las características de la zona será difícil conformar caminos auxiliares de obra destinados a la circulación de maquinaria y camiones, por lo que se producirá una circulación conjunta de éstos con los vehículos particulares y de transporte de pasajeros.
- Debido a la ejecución de las obras se producirá un impacto sobre la calidad de la red vial debido a la circulación de maquinaria pesada y de camiones.

El impacto será negativo, moderado, reversible, fugaz y de corto plazo de manifestación.

*4.4.2.6.2. Turismo y comercio*

Estos serán los principales factores afectados durante la ejecución de las obras. Este impacto negativo es de carácter fugaz, pero es un impacto necesario que favorece las condiciones de desarrollo del turismo y del comercio a futuro.

*4.4.2.6.3 Generación de empleo*

- La ejecución de las obras generará en la zona un incremento de empleo por lo que será necesaria la incorporación de mano de obra calificada.

A este impacto se lo define como positivo, reversible, temporáneo y de corto plazo de manifestación.

*4.4.2.6.4 Infraestructura*

- Este impacto favorece a la comunidad ya que la mano de obra se obtendrá de esta, además que aumenta la plusvalía de terrenos.

- Durante la construcción de las obras no se producirá en la zona una variación del valor inmobiliario de las propiedades.
- Estos componentes son los que mayor cantidad de impactos positivos posee ya que mejorará las condiciones de vida de muchas familias de la comunidad.

Por lo tanto se considera al impacto con valor positivo, irreversible, permanente y de corto plazo de manifestación.

## 4.5 Plan de Prevención y Mitigación de Impactos

**OBJETIVO GENERAL**

Determinar medidas preventivas que eviten la contaminación de los recursos de aire, agua y suelo, y que permitan minimizar los riesgos ambientales que se podrían generar por las diversas actividades que se llevan a cabo en las etapas de construcción, operación y mantenimiento del proyecto.

De igual manera, para el desarrollo del plan se utilizó de base el estudio de impacto ambiental realizado por la Gerencia de Gestión Ambiental y Responsabilidad Social de la EPMAPS.

### 4.5.1 Emisiones a la atmósfera

**Etapa de construcción**

- Se deberá mantener un estricto y permanente control del sistema de carburación de equipos y vehículos de carga, con la finalidad de que la combustión sea óptima, no incompleta y por consiguiente reducir las emisiones a la atmósfera.

- Se deberá optimizar el tránsito de maquinarias con la finalidad de disminuir el movimiento de estas, evitando horas innecesarias de circulación.
- Se deberán mantener las vías de circulación de tierra constantemente húmedas mediante el empleo de tanqueros.
- Durante la carga y descarga de suelos se deberá mantener a éstos en condiciones húmedas mediante el aporte de agua en forma manual con mangueras o rociadores.
- Implementar carteles prohibitivos sobre la quema de materiales.

**Etapa de operación**

- Se deberá establecer un sistema de control en los ingresos a las plantas de tratamiento.
- Contar con la señalización respectiva para el área correspondiente a las plantas de tratamiento.

### 4.5.2 Ruido

- Optimizar el tránsito de maquinaria con la finalidad de disminuir el movimiento de éstas evitando horas innecesarias de circulación.
- Ubicar convenientemente los recursos para favorecerla circulación de maquinaria y camiones.
- Verificar en forma permanente la utilización de elementos de protección auditiva por parte de los trabajadores de la obra.
- Se deberá acordar con la población un horario de trabajo que no perturbe la vida del entorno.

### 4.5.3 Residuos sólidos

- Controlar adecuadamente el acopio de residuos sólidos, con la finalidad de disminuir la cantidad de viajes a efectuarse.
- Se deberá restablecer las condiciones originales del suelo afectado por las obras de conducción de efluentes.
- Se prohibirá el lavado de hormigoneras en zonas no autorizadas por la Inspección de obra.
- Se deberá extraer la cubierta vegetal solamente en los lugares en donde sea necesario.
- En caso de deterioro severo de grandes áreas, la empresa contratista deberá efectuar la reposición correspondiente con especies nativas.

### 4.5.4 Calidad del agua

- Se prohibirá el lavado de hormigoneras en zonas no autorizadas por la Inspección de obra.
- Se evitará el acopio innecesario, o por prolongados períodos de tiempo, de áridos o suelo que produzca modificaciones en la normal circulación de aguas superficiales.
- Se deberán colocar elementos como caños y canaletas con la finalidad de mantener la circulación de las aguas.
- Se prohibirá el lavado de vehículos, su mantenimiento o cambio de aceites y lubricantes en la zona de obra. Se deberá efectuar esta tarea en talleres existentes.

- Controlar que no se viertan los aceites, grasas y combustibles y aguas de lavado directamente en las zanjas o excavaciones realizadas para la implementación del sistema de alcantarillado y su planta de tratamiento.
- Se deberán evitar los derrames de sustancias peligrosas y que lleguen a cuerpos de agua cercanos.
- Se deberá construir una planta de tratamiento para aguas residuales, y la posterior disposición final de sus lodos.
- Se deberá realizar un monitoreo periódico de la planta de tratamiento, para verificar el cumplimiento de los Límites Máximos Permisibles (LMP), conforme al Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria (TULAS) del Ministerio del ambiente.

### 4.5.5 Paisaje

- La ubicación del campamento no deberá afectar en lo posible el paisaje de la zona.
- Las áreas utilizadas para el asentamiento de campamentos deberán recuperarse una vez finalizada la obra de tal forma de asemejarse lo más posible al estado previo.
- Para ello se recomienda tomar fotografías al momento de comenzar la obra con la finalidad de restituir todo a su estado inicial.
- Se deberán retirar todos los cierres e instalaciones implantadas restaurando el predio a las condiciones precedentes.

### 4.5.6 Medio biótico

*4.5.6.1 Flora*

- En zonas críticas, se deberán restablecer las especies que han debido ser erradicadas para la ejecución de la obra.
- Deberá mantenerse el riego de los forestales o grupo de ellos mientras la red de riego se encuentre interrumpida por las obras.
- En lo posible, se tratará de evitar el corte de árboles. Caso contrario, deberá preverse un factor de reposición de dos por uno.
- La forestación a realizar deberá contemplar especies autóctonas, de probada existencia y aceptación en la zona.

*4.5.6.2 Fauna*

Se deberán minimizar los trabajos que efectúen ruidos y vibraciones que impacten a la fauna local. Cabe destacar que el impacto negativo que pudiera llegar a causar la obra a la fauna del lugar será mitigado a través de la alta capacidad de adaptación que posee la fauna existente de la zona, al estar conviviendo con la población y turistas.

### 4.5.7 Medio Socioeconómico

*4.5.7.1 Economía y la población*

- En relación con el tránsito y los medios de transporte, se deberá colocar una adecuada y completa señalización de las obras con carteles indicativos de velocidades máximas, desvíos y todo aspecto necesario para asegurar una clara indicación de la forma de circulación y así evitar la ocurrencia de accidentes.

Además, se colocarán vallas de seguridad en excavaciones y se proveerá de iluminación y señalización nocturna.

- En aquellas propiedades afectadas por la excavación de zanjas, se deberá asegurar el ingreso vehicular y peatonal por medio de pasarelas y puentes de ingreso provisorios.
- Limitar la cantidad máxima de zanjas abiertas para evitar riesgos de accidentes o problemas por contingencias climáticas.

*4.5.7.2 Turismo y comercio*

Tal como se indicó anteriormente el impacto que se produce sobre la circulación vehicular es menor y se puede subsanar en forma sencilla, por lo tanto en ningún momento es necesario cortar el ingreso a propiedades para realizar las obras. Estas medidas son tendientes a evitar que locales comerciales deban cerrar temporalmente por la obra, ya que esa acción produciría un impacto perjudicial sobre el turismo y el empleo de la gente que trabaja en los alrededores.

Se deben considerar las siguientes medidas:

- Organizar un Plan de trabajo de manera que las actividades de la obra afecten lo menos posible la circulación y estadía de los visitantes.
- Tomar las medidas de precaución necesarias para garantizar la seguridad de los pobladores y visitantes en la zona del proyecto y su área de influencia.

# CAPITULO 5 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN Y MATERIALES

Las especificaciones técnicas, tanto de construcción como de materiales, han sido tomadas del libro "Especificaciones técnicas de construcción y materiales de construcción", del departamento de Diseño de la Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento de Quito (EPMAPS).

## 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 [dm3] y que requieren el uso de explosivos y/o equipo especial para su excavación y desalojo.

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

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

**EXCAVACIÓN CON PRESENCIA DE AGUA (FANGO)**

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

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

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

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

**EXCAVACIÓN A MÁQUINA EN TIERRA**

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

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

**EXCAVACIÓN A MÁQUINA EN CONGLOMERADO Y ROCA**

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**Forma de pago**

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

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

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

### 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/m3].

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

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

Forma de pago

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

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

### 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

[m3] con dos decimales de aproximación, de acuerdo a los precios estipulados en el contrato, para el concepto de trabajo correspondiente.

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

**TRANSPORTE**

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

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

### 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 [m2] con aproximación de dos decimales. Al efecto, se medirán directamente en la estructura las superficies de hormigón que fueran cubiertas por las formas al tiempo que estén en contacto con los encofrados empleados. No se medirán para efectos de pago las superficies de encofrado empleadas para confinar hormigón que debió ser vaciado directamente

contra la excavación y que debió ser encofrada por causa de sobre excavaciones u otras causa imputables al constructor, ni tampoco los encofrados empleados fuera de las líneas y niveles del proyecto.

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

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

### 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/cm2] y de acuerdo a los diseños del proyecto. En la planta de los pozos de revisión se realizarán los canales de media caña correspondientes, debiendo pulirse y acabarse perfectamente de acuerdo con los planos. Los canales se realizarán con uno de los procedimientos siguientes:

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

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

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

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

**Forma de pago**

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

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

### 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/cm2] y de profundidad variable de 0.60 [m] a 1.50 [m], se colocarán a 1 [m] de distancia frente a todo lote, en la mitad de la longitud de su flanco frontal.

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

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

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

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

**Forma de pago**

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

### 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 [m3] 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 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 Quito, 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/cm2], grado 60, de acuerdo con los planos y cumplirán las normas ASTM A-615 o ASTM A-617. El acero usado o instalado por el constructor sin la respectiva aprobación será rechazado.

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

Antes de precederse a su colocación, las varillas de acero deberán limpiarse del óxido, polvo, grasa u otras 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'c [Kg/cm2] | USO GENERAL |
|---|---|---|
| HS | 210 | Estructuras, pozos, tanques. |
| HS | 180 | Cajas de revisión domiciliaria, sumideros, replantillo. |
| HS | 140 | Replantillo |

FUENTE: Especificaciones para alcantarillado, EPMAPS

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 Quito.

**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 [m3] de agua, que desagüe al mencionado pozo de visita con una

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

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

**Forma de pago**

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

Se tomará en cuenta solamente la tubería que haya sido aprobada por la fiscalización. Las muestras para ensayo que utilice la fiscalización y el costo del laboratorio, son de cuenta del contratista.

### 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/cm2] y el hormigón mínimo de f'c = 210 [Kg/cm2].

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

**Forma de pago**

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

### 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.

# CAPITULO 6 PRESUPUESTOS Y PROGRAMACIÓN DE LAS OBRAS

## 6.1 Componentes de Precios Unitarios

En el presente capítulo se desarrolló el presupuesto del sistema de alcantarillado sanitario, para la comunidad de San Juan Alto de la Parroquia de Calderón.

El presupuesto consiste en la estimación del valor final que tendrá la obra y para su obtención es necesario determinar los componentes básicos que participan en ella como son costos directos, costos indirectos, y el costo total que es la suma de los anteriores. A continuación se detalla cada uno de los componentes mencionados para el desarrollo del presupuesto mediante el análisis de precios unitarios.

### 6.1.1 Costo Directo

Se conoce como costo directo a todo aquel que se encuentra presente físicamente en el producto final. A este grupo pertenecen costos por materiales, insumos, mano de obra, entre otros.[43]

Con relación al salario correspondiente a mano de obra, este deberá considerar los parámetros establecidos en el Código de Trabajo y en la Ley de Seguro Social Obligatorio.

Una variable fundamental en el análisis de precios unitarios es el rendimiento de la mano de obra, el cual deberá ser estimado bajo buen criterio y si es posible basado en experiencia de obras semejantes a la presente.

[43] FUENTE: Apuntes de la materia Ingeniería de Costos, Ing. Estuardo Páez.

El costo de los materiales se debe obtener preferiblemente de las diferentes proveedoras de la zona de estudio, caso contrario, se deberá estimar el costo de materiales incluyendo el transporte hacia el sitio de construcción.

Para el análisis de precios unitarios se debe tener cuidado con el impuesto al valor agregado (I.V.A.) que tienen los bienes y servicios, ya que no considerar este valor involucraría obtener errores en el presupuesto.

### 6.1.2 Costo Indirecto

Se define como costo indirecto a aquel que no se encuentra físicamente presente en el producto final pero que es necesario para ejecutarlo correctamente. A este grupo pertenecen los costos indirectos de administración central y costos indirectos de obra.44

Los costos indirectos de administración central son aquellos que se pueden aplicar a todas las obras en curso y corresponden a costos de operación de la oficina central, sueldo de personal administrativo, depreciaciones de vehículos y artículos de oficina sujetos a desgaste, gastos de representación de ejecutivos y viáticos, adquisición de software, entre otros.

Los costos indirectos de obra son aquellos que se aplican a una obra específica y corresponden a costos financieros, sueldos del personal técnico de obra, gastos de transporte de equipos y personal, instalaciones, garantías, seguros, imprevistos, entre otros.

Es fundamental considerar el porcentaje de utilidad que se desea obtener dentro del costo indirecto de la obra.

[44] FUENTE: Apuntes de la materia Ingeniería de Costos, Ing. Estuardo Páez.

Cada elemento mencionado anteriormente corresponde a un porcentaje del costo directo de la obra y la suma de estos es el valor del costo indirecto.

**Tabla 6-1 Cuadro de Costos Indirectos y Utilidad**

| COMPONENTES DEL COSTO INDIRECTO | % |
|---|---|
| Dirección de obra | 6.00% |
| Administrativos | 2.00% |
| Locales provisionales | 1.00% |
| Vehículos y transporte | 1.50% |
| Servicios públicos | 0.50% |
| Promoción | 0.10% |
| Garantías | 1.00% |
| Seguros | 4.00% |
| Costos financieros | 2.00% |
| Prevención de accidentes | 0.60% |
| Utilidades | 10.00% |
| % COSTO INDIRECTO | 28.70% |

## 6.2 Costos Básicos de Mano de obra, Materiales y Equipo

Para el proyecto se realizó el análisis de costos de mano de obra, material y equipo, procurando obtener resultados económicos.

El costo de materiales no incluye transporte; este valor se incluyó dentro de costos indirectos como un porcentaje que representa el promedio del costo de transporte proporcionado por las distribuidoras cercanas a la parroquia de Calderón.

A continuación se muestran los cuadros de análisis empleados para el desarrollo del presupuesto.

**Tabla 6-2 Cuadro de Costos de Mano de Obra**

COMPONENTES DEL SALARIO REAL HORARIO

A Salario semanal
B Salario mensual (a)
C Décimo tercer sueldo
D Décimo cuarto sueldo (b)
E Vacaciones (c)
F Aporte patronal
G Fondo de reserva
H Aportación al IECE
I Aportación a SECAP
J Salario Real Mensual (S.R.M.)
K Factor de mayoración (d)
S.R.H. Salario Real Horario [$/h]

| Nº | MANO DE OBRA | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | S.R.H. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Albañil | 75.21 | 322.32 | 26.86 | 18.17 | 13.43 | 35.94 | 26.85 | 1.61 | 1.61 | 446.79 | 1.45 | 2.71 |
| 2 | Ayudante de maquinaria | 76.43 | 327.54 | 27.30 | 18.17 | 13.65 | 36.52 | 27.28 | 1.64 | 1.64 | 453.73 | 1.45 | 2.75 |
| 3 | Cadenero | 75.21 | 322.32 | 26.86 | 18.17 | 13.43 | 35.94 | 26.85 | 1.61 | 1.61 | 446.79 | 1.45 | 2.71 |
| 4 | Maestro mayor | 78.65 | 337.08 | 28.09 | 18.17 | 14.05 | 37.58 | 28.08 | 1.69 | 1.69 | 466.42 | 1.45 | 2.83 |
| 5 | Mecánico mantenimiento y reparación | 80.88 | 346.62 | 28.89 | 18.17 | 14.44 | 38.65 | 28.87 | 1.73 | 1.73 | 479.10 | 1.45 | 2.90 |
| 6 | Operador cargadora frontal | 80.88 | 346.62 | 28.89 | 18.17 | 14.44 | 38.65 | 28.87 | 1.73 | 1.73 | 479.10 | 1.45 | 2.90 |
| 7 | Operador motoniveladora | 80.88 | 346.62 | 28.89 | 18.17 | 14.44 | 38.65 | 28.87 | 1.73 | 1.73 | 479.10 | 1.45 | 2.90 |
| 8 | Operador tanquero | 113.32 | 485.64 | 40.47 | 18.17 | 20.24 | 54.15 | 40.45 | 2.43 | 2.43 | 663.97 | 1.45 | 4.02 |
| 9 | Peón | 74.20 | 318.00 | 26.50 | 18.17 | 13.25 | 35.46 | 26.49 | 1.59 | 1.59 | 441.04 | 1.45 | 2.67 |
| 10 | Plomero | 75.21 | 322.32 | 26.86 | 18.17 | 13.43 | 35.94 | 26.85 | 1.61 | 1.61 | 446.79 | 1.45 | 2.71 |
| 11 | Residente | 186.67 | 800.00 | 66.67 | 18.17 | 33.33 | 89.20 | 66.64 | 4.00 | 4.00 | 1082.01 | 1.45 | 6.56 |
| 12 | Topógrafo 4 | 80.88 | 346.62 | 28.89 | 18.17 | 14.44 | 38.65 | 28.87 | 1.73 | 1.73 | 479.10 | 1.45 | 2.90 |
| 13 | Operador retroexcavadora | 80.88 | 346.62 | 28.89 | 18.17 | 14.44 | 38.65 | 28.87 | 1.73 | 1.73 | 479.10 | 1.45 | 2.90 |

BASES LEGALES: Código de Trabajo y Ley de Seguro Social Obligatorio

$$Salario\ Real\ Horario = \frac{Salario\ Real\ Mensual}{30\,[días] * 8\,[horas\ /\ día]} * Factor\ de\ Mayoración$$

(a) Se tomarán meses de 30 días
(b) Se toma un valor de S.B.U. igual a 318 [$/mes]
(c) Se tomarán vacaciones de 15 días calendario al año incluyendo sábados y domingos
(d) Se toma un valor de días laborables al año igual a 251

**Tabla 6-3 Lista de Materiales**

| Nº | MATERIAL | UNIDAD | PRECIO U.[$] |
|---|---|---|---|
| 1 | Aceite quemado | gl | 0.50 |
| 2 | Acero de refuerzo fy= 4200kg/cm2 | Kg | 1.55 |
| 3 | Agua | m3 | 0.60 |
| 4 | Alambre galvanizado N18 | Kg | 2.49 |
| 5 | Alfajía 7x7 cm | m | 1.96 |
| 6 | Arena | m3 | 11.20 |
| 7 | Cemento tipo I | saco | 7.32 |
| 8 | Cerco rectangular HF rejilla | u | 25.50 |
| 9 | Clavo acero estriado 2" | Kg | 1.50 |
| 10 | Estacas, piola | u | 0.50 |
| 11 | Pingos | m | 1.12 |
| 12 | Rejilla rectangular HF: regilla de sumidero | u | 80.54 |
| 13 | Ripio | m3 | 10.50 |
| 14 | Tabla de monte 0.30 m | m | 1.79 |
| 15 | Tira de madera 2.5x2 cm | m | 0.90 |
| 16 | Válvula Compuerta 3" Pegler Inglesa | u | 150.80 |
| 17 | Válvula Compuerta 4" Red - White | u | 450.13 |
| 18 | Tubo plástico alc. D. interno 160mm | m | 5.75 |
| 19 | Tubo plástico alc. D. interno 200mm | m | 10.04 |
| 20 | Tubo plástico alc. D. interno 250mm | m | 13.88 |
| 21 | Tubo plástico alc. D. interno 300mm | m | 15.33 |
| 22 | Tubo plástico alc. D. interno 350mm | m | 30.30 |
| 23 | Tubo plástico alc. D. interno 400mm | m | 36.29 |
| 24 | Tubo plástico alc. D. interno 450mm | m | 38.33 |
| 25 | Tubo plástico alc. D. interno 500mm | m | 39.11 |
| 26 | Tubo plástico alc. D. interno 550mm | m | 42.67 |
| 27 | Tubo plástico alc. D. interno 600mm | m | 46.09 |
| 28 | Tubo plástico alc. D. interno 650mm | m | 49.12 |
| 29 | Tubo plástico alc. D. interno 700mm | m | 84.02 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 30 | Tubo plástico alc. D. interno 750mm | m | 92.54 |
| 31 | Tubo plástico alc. D. interno 800mm | m | 99.94 |
| 32 | Silla yee 200 x110 mm de PVC | u | 12.13 |
| 33 | Silla yee 250 x160 mm de PVC | u | 15.97 |
| 34 | Silla yee 300 x160 mm de PVC | u | 16.08 |
| 35 | Silla yee 350 x160 mm de PVC | u | 23.06 |
| 36 | Silla yee 400 x160 mm de PVC | u | 24.08 |
| 37 | Silla yee 450 x160 mm de PVC | u | 25.91 |
| 38 | Silla yee 500 x160 mm de PVC | u | 27.90 |
| 39 | Silla yee 550 x160 mm de PVC | u | 30.10 |
| 40 | Silla yee 600 x160 mm de PVC | u | 33.23 |
| 41 | Silla yee 650 x160 mm de PVC | u | 32.32 |
| 42 | Silla yee 700 x160 mm de PVC | u | 38.33 |
| 43 | Silla yee 750 x160 mm de PVC | u | 39.40 |
| 44 | Silla yee 800 x160 mm de PVC | u | 42.80 |
| 45 | Accesorios PVC 50 y 75 mm | u | 2.79 |
| 46 | Cerco de hierro fundido D= 600 mm | u | 25.00 |
| 47 | Codo PVC P EC 200 mm x 90 | u | 37.21 |
| 48 | Estribos de hierro (pozo alc.) | u | 2.59 |
| 49 | Tubo plástico alc. D. interno 110mm | m | 4.45 |
| 50 | Polilimpia | gl | 25.29 |
| 51 | Polipega | gl | 43.43 |
| 52 | Tapa de HF para pozo D= 600 mm | u | 80.00 |
| 53 | Tira de madera 4x4 cm | m | 0.73 |
| 54 | Tub. P E/C 110 mm 1,25MPa/181PSI | m | 10.64 |
| 55 | Tubo PVC 50 mm | m | 1.78 |
| 56 | Tubo PVC 75 mm | m | 4.00 |
| 57 | Lubricante | lt | 0.35 |
| 58 | H.S. f'c = 180 [Kg/cm2] | m3 | 124.85 |
| 59 | Cinta Chova | m | 1.75 |

**Tabla 6-4 Lista de Equipo**

| Nº | EQUIPO | COSTO/h [$/h] | OBSERVACIONES |
|---|---|---|---|
| 1 | Camioneta | 8.00 | |
| 2 | Compactador 8 HP 3" | 3.00 | |
| 3 | Concretera 1 saco | 3.09 | |
| 4 | Equipo de Prueba de Carga | 55.00 | |
| 5 | Equipo de topografía | 2.00 | |
| 6 | Herramienta menor | 0.05 | |
| 7 | Motoniveladora CAT 120 G | 33.00 | |
| 8 | Plancha vibroapisonadora | 3.06 | |
| 9 | Retroexcavadora | 28.00 | Costo incluye operador y combustible |
| 10 | Rodillo compactador | 16.80 | Costo incluye operador y combustible |
| 11 | Tanquero 2500 galones | 17.00 | |
| 12 | Tanquero Agua 8 m3 | 26.00 | |
| 13 | Tecle | 0.75 | |
| 14 | Vibrador | 2.42 | |
| 15 | Volqueta 20 Ton. (D20D) | 20.00 | |
| 16 | Zaranda 2 Pisos | 15.00 | |

## 6.3Análisis de Precios Unitarios

La determinación del presupuesto de la obra se realizó mediante el análisis de precios unitarios de cada rubro que interviene en la ejecución del proyecto.

Para esto se utilizaron las cantidades de obra resultantes del diseño, los precios actualizados de materiales pertenecientes a la zona del proyecto y los costos básicos de equipo e insumos necesarios para obtener el costo total del sistema de alcantarillado sanitario.

A continuación se detalla el análisis de precios unitarios.

### 6.3.1 Análisis de Precios Unitarios para Sistema de Alcantarillado Sanitario

*6.3.1.1 Rubros y Rendimientos*

Para la realización del presupuesto del sistema de alcantarillado sanitario se emplearon los rubros descritos en la siguiente tabla.

Estos incluyen las obras de limpieza y desbroce, excavación, relleno, instalación de la tubería de PVC, instalación de pozos de revisión, cajas de revisión y plantas de tratamiento.

Los rendimientos pertenecientes a cada rubro fueron adoptados según criterios de fuentes confiables y apuntes tomados en la materia Ingeniería de costos.

**Tabla 6-5 Cuadro de Rubros y Rendimientos – Sistema de Alcantarillado Sanitario**

| CÓDIGO | RUBRO | UNIDAD | RENDIMIENTO [UNIDAD/h] |
|---|---|---|---|
| 001 | Limpieza y desbroce | m2 | 25 |
| 002 | Replanteo y nivelación de zanjas | m | 250 |
| 003 | Instalación tubería PVC 200 mm | m | 18 |
| 004 | Instalación silla yee 200 x 110 mm | u | 5 |
| 005 | Instalación pozo de revisión Dint = 1.20 m H.S f'c = 210 kg/cm2 | u | 0.1 |
| 006 | Excavación de zanja a máquina h = 0.00 - 3.00 m | m3 | 20 |
| 007 | Excavación de zanja a máquina h = 3.01 - 6.00 m | m3 | 18 |
| 008 | Encamado tuberías con material fino | m3 | 5 |
| 009 | Relleno compactado | m3 | 18 |
| 010 | Entibado | m2 | 20 |
| 011 | Rasanteo de zanja a mano | m2 | 8 |
| 012 | Cajas de revisión 0.60 x 0.60 m con tapa H.A. | u | 0.35 |
| 013 | Replanteo y nivelación de estructuras | m2 | 100 |
| 014 | Replantillof'c = 180 kg/cm2 | m3 | 1.25 |
| 015 | Acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2 | Kg | 50 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 016 | Hormigón simple f'c = 210 kg/cm2 | m3 | 1.25 |
| 017 | Instalación tubería PVC 110 mm | m | 25 |
| 018 | Instalación válvula de descarga 4" | u | 1 |
| 019 | Instalación válvula de descarga 3" | u | 1 |
| 020 | Instalación tubería PVC 110 mm en planta de tratamiento | m | 25 |
| 021 | Instalación tubería PVC 75 mm en planta de tratamiento | m | 27 |
| 022 | Instalación tubería PVC 50 mm en planta de tratamiento | m | 28 |
| 023 | Junta impermeable de PVC 15 cm | m | 15 |

*6.3.1.2 Análisis de Precios Unitarios*

A continuación se detalla cada rubro que interviene en el presupuesto del sistema de alcantarillado sanitario.

**Tabla 6-6 Análisis de Precios Unitarios – Sistema de Alcantarillado Sanitario**

| | | | |
|---|---|---|---|
| PROYECTO | Alcantarillado Sanitario San Juan Alto de Calderón | CÓDIGO | 001 |
| CALCULADO POR | Carlos E. Padrón B. | UNIDAD | m2 |
| RUBRO | Limpieza y desbroce | RENDIMIENTO | 25 [m2/h] |
| ESPECIFICACIONES | | FECHA | 09/07/2013 |

I. EQUIPO

| DESCRIPCIÓN | CANTIDAD | TARIFA HORARIA | COSTO HORA | COSTO UNIDAD | % |
|---|---|---|---|---|---|
| Herramienta menor | 5.00 | 0.05 | 0.25 | 0.01 | 2.59% |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | TOTAL EQUIPO | | 0.01 $ | 2.59% |

II. MANO DE OBRA

| DESCRIPCIÓN | CANTIDAD | TARIFA HORARIA | COSTO HORA | COSTO UNIDAD | % |
|---|---|---|---|---|---|
| Peón | 2.00 | 2.67 | 5.34 | 0.21 | 55.35% |
| Albañil | 1.50 | 2.71 | 4.06 | 0.16 | 42.06% |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | TOTAL MANO DE OBRA | 0.38 $ | 97.41% |

III. MATERIALES

| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | P. UNITARIO | COSTO UNIDAD | % |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | TOTAL MATERIALES | | |

| | | |
|---|---|---|
| TOTAL COSTOS DIRECTOS (I+II+III) | 0.39 $ | 100% |
| COSTOS INDIRECTOS | 0.11 $ | 28.7% |
| PRECIO UNITARIO DEL RUBRO | 0.50 $ | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| PROYECTO | Alcantarillado Sanitario San Juan Alto de Calderón | CÓDIGO | 002 |
| CALCULADO POR | Carlos E. Padrón B. | UNIDAD | m |
| RUBRO | Replanteo y nivelación de zanjas | RENDIMIENTO | 250 [m/h] |
| ESPECIFICACIONES | | FECHA | 09/07/2013 |

I. EQUIPO

| DESCRIPCIÓN | CANTIDAD | TARIFA HORARIA | COSTO HORA | COSTO UNIDAD | % |
|---|---|---|---|---|---|
| Herramienta menor | 1.00 | 0.05 | 0.05 | 0.00 | 0.13% |
| Equipo de topografía | 1.00 | 2.00 | 2.00 | 0.01 | 5.14% |
| | | | TOTAL EQUIPO | 0.01 $ | 5.27% |

II. MANO DE OBRA

| DESCRIPCIÓN | CANTIDAD | TARIFA HORARIA | COSTO HORA | COSTO UNIDAD | % |
|---|---|---|---|---|---|
| Cadenero | 1.00 | 2.71 | 2.71 | 0.01 | 6.96% |
| Topógrafo 4 | 1.00 | 2.90 | 2.90 | 0.01 | 7.46% |
| | | | | | |
| | | | TOTAL MANO DE OBRA | 0.02 $ | 14.42% |

III. MATERIALES

| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | P. UNITARIO | COSTO UNIDAD | % |
|---|---|---|---|---|---|
| Estacas, piola | u | 0.25 | 0.50 | 0.13 | 80.31% |
| | | | | | |
| | | | TOTAL MATERIALES | 0.13 $ | 80.31% |

| | | |
|---|---|---|
| TOTAL COSTOS DIRECTOS (I+II+III) | 0.16 $ | 100% |
| COSTOS INDIRECTOS | 0.04 $ | 28.7% |
| PRECIO UNITARIO DEL RUBRO | 0.20 $ | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| PROYECTO | Alcantarillado Sanitario San Juan Alto de Calderón | CÓDIGO | 003 |
| CALCULADO POR | Carlos E. Padrón B. | UNIDAD | m |
| RUBRO | Instalación tubería PVC 200 mm | RENDIMIENTO | 18 [m/h] |
| ESPECIFICACIONES | | FECHA | 09/07/2013 |

I. EQUIPO

| DESCRIPCIÓN | CANTIDAD | TARIFA HORARIA | COSTO HORA | COSTO UNIDAD | % |
|---|---|---|---|---|---|
| Herramienta menor | 4.00 | 0.05 | 0.20 | 0.01 | 0.10% |
| | | | TOTAL EQUIPO | 0.01 $ | 0.10% |

II. MANO DE OBRA

| DESCRIPCIÓN | CANTIDAD | TARIFA HORARIA | COSTO HORA | COSTO UNIDAD | % |
|---|---|---|---|---|---|
| Maestro mayor | 0.25 | 2.83 | 0.71 | 0.04 | 0.35% |
| Residente | 0.50 | 6.56 | 3.28 | 0.18 | 1.63% |
| Peón | 4.00 | 2.67 | 10.69 | 0.59 | 5.32% |
| Plomero | 1.00 | 2.71 | 2.71 | 0.15 | 1.35% |
| | | | TOTAL MANO DE OBRA | 0.97 $ | 8.65% |

III. MATERIALES

| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | P. UNITARIO | COSTO UNIDAD | % |
|---|---|---|---|---|---|
| Arena | m3 | 0.01 | 11.20 | 0.06 | 0.50% |
| Tubo plástico alc. D. interno 200mm | m | 1.00 | 10.04 | 10.04 | 89.96% |
| Lubricante | lt | 0.25 | 0.35 | 0.09 | 0.78% |
| | | | | | |
| | | | TOTAL MATERIALES | 10.18 $ | 91.25% |

| | | |
|---|---|---|
| TOTAL COSTOS DIRECTOS (I+II+III) | 11.16 $ | 100% |
| COSTOS INDIRECTOS | 3.20 $ | 28.7% |
| PRECIO UNITARIO DEL RUBRO | 14.36 $ | |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| PROYECTO | Alcantarillado Sanitario San Juan Alto de Calderón | CÓDIGO | 004 | |
| CALCULADO POR | Carlos E. Padrón B. | UNIDAD | u | |
| RUBRO | Instalación silla yee 200 x 110 mm | RENDIMIENTO | 5 | [u/h] |
| ESPECIFICACIONES | | FECHA | | 09/07/2013 |

I. EQUIPO

| DESCRIPCIÓN | CANTIDAD | TARIFA HORARIA | COSTO HORA | COSTO UNIDAD | % |
|---|---|---|---|---|---|
| Herramienta menor | 1.00 | 0.05 | 0.05 | 0.01 | 0.06% |
| | | | | | |
| | | | TOTAL EQUIPO | 0.01 $ | 0.06% |

II. MANO DE OBRA

| DESCRIPCIÓN | CANTIDAD | TARIFA HORARIA | COSTO HORA | COSTO UNIDAD | % |
|---|---|---|---|---|---|
| Maestro mayor | 0.50 | 2.83 | 1.41 | 0.28 | 1.72% |
| Residente | 0.50 | 6.56 | 3.28 | 0.66 | 3.99% |
| Peón | 1.00 | 2.67 | 2.67 | 0.53 | 3.25% |
| Plomero | 1.00 | 2.71 | 2.71 | 0.54 | 3.30% |
| | | | TOTAL MANO DE OBRA | 2.01 $ | 12.26% |

III. MATERIALES

| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | P. UNITARIO | COSTO UNIDAD | % |
|---|---|---|---|---|---|
| Silla yee 200 x110 mm de PVC | u | 1.00 | 12.13 | 12.13 | 73.85% |
| Polipega | gl | 0.05 | 43.43 | 2.17 | 13.22% |
| Alambre galvanizado N18 | Kg | 0.04 | 2.49 | 0.10 | 0.61% |
| | | | TOTAL MATERIALES | 14.40 $ | 87.68% |

| | | |
|---|---|---|
| TOTAL COSTOS DIRECTOS (I+II+III) | 16.43 $ | 100% |
| COSTOS INDIRECTOS | 4.71 $ | 28.7% |
| PRECIO UNITARIO DEL RUBRO | 21.14 $ | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| PROYECTO | Alcantarillado Sanitario San Juan Alto de Calderón | CÓDIGO | 005 |
| CALCULADO POR | Carlos E. Padrón B. | UNIDAD | u |
| RUBRO | Instalación pozo de revisión Dint = 1.20 m H.S f'c = 210 kg/cm2 | RENDIMIENTO | 0.1 [u/h] |
| ESPECIFICACIONES | | FECHA | 09/07/2013 |

I. EQUIPO

| DESCRIPCIÓN | CANTIDAD | TARIFA HORARIA | COSTO HORA | COSTO UNIDAD | % |
|---|---|---|---|---|---|
| Herramienta menor | 14.00 | 0.05 | 0.70 | 7.00 | 2.11% |
| Concretera 1 saco | 1.00 | 3.09 | 3.09 | 30.90 | 9.33% |
| Vibrador | 1.00 | 2.42 | 2.42 | 24.20 | 7.31% |
| | | | TOTAL EQUIPO | 62.10 $ | 18.75% |

II. MANO DE OBRA

| DESCRIPCIÓN | CANTIDAD | TARIFA HORARIA | COSTO HORA | COSTO UNIDAD | % |
|---|---|---|---|---|---|
| Maestro mayor | 0.50 | 2.83 | 1.41 | 14.13 | 4.27% |
| Residente | 0.25 | 6.56 | 1.64 | 16.39 | 4.95% |
| Peón | 2.00 | 2.67 | 5.34 | 53.45 | 16.14% |
| Albañil | 1.00 | 2.71 | 2.71 | 27.07 | 8.17% |
| | | | TOTAL MANO DE OBRA | 111.04 $ | 33.52% |

III. MATERIALES

| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | P. UNITARIO | COSTO UNIDAD | % |
|---|---|---|---|---|---|
| Cemento tipo I | saco | 1.50 | 7.32 | 10.98 | 3.31% |
| Arena | m3 | 0.50 | 11.20 | 5.60 | 1.69% |
| Ripio | m3 | 0.50 | 10.50 | 5.25 | 1.59% |
| Agua | m3 | 0.30 | 0.60 | 0.18 | 0.05% |
| Tapa de HF para pozo D= 600 mm | u | 1.00 | 80.00 | 80.00 | 24.15% |
| Estribos de hierro (pozo alc.) | u | 12.00 | 2.59 | 31.08 | 9.38% |
| Cerco de hierro fundido D= 600 mm | u | 1.00 | 25.00 | 25.00 | 7.55% |
| | | | TOTAL MATERIALES | 158.09 $ | 47.73% |

| | | |
|---|---|---|
| TOTAL COSTOS DIRECTOS (I+II+III) | 331.23 $ | 100% |
| COSTOS INDIRECTOS | 95.06 $ | 28.7% |
| PRECIO UNITARIO DEL RUBRO | 426.29 $ | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| PROYECTO | Alcantarillado Sanitario San Juan Alto de Calderón | CÓDIGO | 006 |
| CALCULADO POR | Carlos E. Padrón B. | UNIDAD | m3 |
| RUBRO | Excavación de zanja a máquina h = 0.00 - 3.00 m | RENDIMIENTO | 20 [m3/h] |
| ESPECIFICACIONES | | FECHA | 09/07/2013 |

I. EQUIPO

| DESCRIPCIÓN | CANTIDAD | TARIFA HORARIA | COSTO HORA | COSTO UNIDAD | % |
|---|---|---|---|---|---|
| Retroexcavadora | 1.00 | 28.00 | 28.00 | 1.40 | 72.19% |
| Herramienta menor | 2.00 | 0.05 | 0.10 | 0.01 | 0.26% |
| | | | TOTAL EQUIPO | 1.41 $ | 72.44% |

II. MANO DE OBRA

| DESCRIPCIÓN | CANTIDAD | TARIFA HORARIA | COSTO HORA | COSTO UNIDAD | % |
|---|---|---|---|---|---|
| Operador retroexcavadora | 1.00 | 2.90 | 2.90 | 0.15 | 7.48% |
| Ayudante de maquinaria | 1.00 | 2.75 | 2.75 | 0.14 | 7.09% |
| Residente | 0.25 | 6.56 | 1.64 | 0.08 | 4.23% |
| Peón | 1.00 | 2.67 | 2.67 | 0.13 | 6.89% |
| Mecánico mantenimiento y reparación | 0.25 | 2.90 | 0.73 | 0.04 | 1.87% |
| | | | TOTAL MANO DE OBRA | 0.53 $ | 27.56% |

III. MATERIALES

| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | P. UNITARIO | COSTO UNIDAD | % |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | TOTAL MATERIALES | | |

| | | |
|---|---|---|
| TOTAL COSTOS DIRECTOS (I+II+III) | 1.94 $ | 100% |
| COSTOS INDIRECTOS | 0.56 $ | 28.7% |
| PRECIO UNITARIO DEL RUBRO | 2.50 $ | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| PROYECTO | Alcantarillado Sanitario San Juan Alto de Calderón | CÓDIGO | 007 |
| CALCULADO POR | Carlos E. Padrón B. | UNIDAD | m3 |
| RUBRO | Excavación de zanja a máquina h = 3.01 - 6.00 m | RENDIMIENTO | 18 [m3/h] |
| ESPECIFICACIONES | | FECHA | 09/07/2013 |

I. EQUIPO

| DESCRIPCIÓN | CANTIDAD | TARIFA HORARIA | COSTO HORA | COSTO UNIDAD | % |
|---|---|---|---|---|---|
| Retroexcavadora | 1.00 | 28.00 | 28.00 | 1.56 | 64.89% |
| Herramienta menor | 3.00 | 0.05 | 0.15 | 0.01 | 0.35% |
| | | | | | |
| | | | TOTAL EQUIPO | 1.56 $ | 65.24% |

II. MANO DE OBRA

| DESCRIPCIÓN | CANTIDAD | TARIFA HORARIA | COSTO HORA | COSTO UNIDAD | % |
|---|---|---|---|---|---|
| Operador retroexcavadora | 1.00 | 2.90 | 2.90 | 0.16 | 6.73% |
| Ayudante de maquinaria | 1.00 | 2.75 | 2.75 | 0.15 | 6.37% |
| Peón | 2.00 | 2.67 | 5.34 | 0.30 | 12.39% |
| Residente | 0.50 | 6.56 | 3.28 | 0.18 | 7.60% |
| Mecánico mantenimiento y reparación | 0.25 | 2.90 | 0.73 | 0.04 | 1.68% |
| | | | | | |
| | | | TOTAL MANO DE OBRA | 0.83 $ | 34.76% |

III. MATERIALES

| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | P. UNITARIO | COSTO UNIDAD | % |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | TOTAL MATERIALES | | |

| | | |
|---|---|---|
| TOTAL COSTOS DIRECTOS (I+II+III) | 2.40 $ | 100% |
| COSTOS INDIRECTOS | 0.69 $ | 28.7% |
| PRECIO UNITARIO DEL RUBRO | 3.09 $ | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| PROYECTO | Alcantarillado Sanitario San Juan Alto de Calderón | CÓDIGO | 008 |
| CALCULADO POR | Carlos E. Padrón B. | UNIDAD | m3 |
| RUBRO | Encamado tuberías con material fino | RENDIMIENTO | 5 [m3/h] |
| ESPECIFICACIONES | | FECHA | 09/07/2013 |

I. EQUIPO

| DESCRIPCIÓN | CANTIDAD | TARIFA HORARIA | COSTO HORA | COSTO UNIDAD | % |
|---|---|---|---|---|---|
| Herramienta menor | 3.00 | 0.05 | 0.15 | 0.03 | 0.15% |
| Zaranda 2 Pisos | 2.00 | 15.00 | 30.00 | 6.00 | 30.89% |
| | | | | | |
| | | | TOTAL EQUIPO | 6.03 $ | 31.04% |

II. MANO DE OBRA

| DESCRIPCIÓN | CANTIDAD | TARIFA HORARIA | COSTO HORA | COSTO UNIDAD | % |
|---|---|---|---|---|---|
| Peón | 1.00 | 2.67 | 2.67 | 0.53 | 2.75% |
| Albañil | 1.00 | 2.71 | 2.71 | 0.54 | 2.79% |
| | | | | | |
| | | | TOTAL MANO DE OBRA | 1.08 $ | 5.54% |

III. MATERIALES

| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | P. UNITARIO | COSTO UNIDAD | % |
|---|---|---|---|---|---|
| Arena | m3 | 1.10 | 11.20 | 12.32 | 63.42% |
| | | | | | |
| | | | TOTAL MATERIALES | 12.32 $ | 63.42% |

| | | |
|---|---|---|
| TOTAL COSTOS DIRECTOS (I+II+III) | 19.43 $ | 100% |
| COSTOS INDIRECTOS | 5.58 $ | 28.7% |
| PRECIO UNITARIO DEL RUBRO | 25.00 $ | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| PROYECTO | Alcantarillado Sanitario San Juan Alto de Calderón | CÓDIGO | 009 |
| CALCULADO POR | Carlos E. Padrón B. | UNIDAD | m3 |
| RUBRO | Relleno compactado | RENDIMIENTO | 18 [m3/h] |
| ESPECIFICACIONES | | FECHA | 09/07/2013 |

I. EQUIPO

| DESCRIPCIÓN | CANTIDAD | TARIFA HORARIA | COSTO HORA | COSTO UNIDAD | % |
|---|---|---|---|---|---|
| Herramienta menor | 1.00 | 0.05 | 0.05 | 0.00 | 0.12% |
| Plancha vibroapisonadora | 1.00 | 3.06 | 3.06 | 0.17 | 7.51% |
| Retroexcavadora | 1.00 | 28.00 | 28.00 | 1.56 | 68.68% |
| | | | | | |
| | | | TOTAL EQUIPO | 1.73 $ | 76.30% |

II. MANO DE OBRA

| DESCRIPCIÓN | CANTIDAD | TARIFA HORARIA | COSTO HORA | COSTO UNIDAD | % |
|---|---|---|---|---|---|
| Peón | 2.00 | 2.67 | 5.34 | 0.30 | 13.11% |
| Maestro mayor | 0.50 | 2.83 | 1.41 | 0.08 | 3.47% |
| Operador retroexcavadora | 1.00 | 2.90 | 2.90 | 0.16 | 7.12% |
| | | | | | |
| | | | TOTAL MANO DE OBRA | 0.54 $ | 23.70% |

III. MATERIALES

| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | P. UNITARIO | COSTO UNIDAD | % |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | TOTAL MATERIALES | | |

| | | |
|---|---|---|
| TOTAL COSTOS DIRECTOS (I+II+III) | 2.27 $ | 100% |
| COSTOS INDIRECTOS | 0.65 $ | 28.7% |
| PRECIO UNITARIO DEL RUBRO | 2.92 $ | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| PROYECTO | Alcantarillado Sanitario San Juan Alto de Calderón | CÓDIGO | 010 |
| CALCULADO POR | Carlos E. Padrón B. | UNIDAD | m2 |
| RUBRO | Entibado | RENDIMIENTO | 20 [m2/h] |
| ESPECIFICACIONES | | FECHA | 09/07/2013 |

I. EQUIPO

| DESCRIPCIÓN | CANTIDAD | TARIFA HORARIA | COSTO HORA | COSTO UNIDAD | % |
|---|---|---|---|---|---|
| Herramienta menor | 1.00 | 0.05 | 0.05 | 0.00 | 0.02% |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | TOTAL EQUIPO | 0.00 $ | 0.02% |

II. MANO DE OBRA

| DESCRIPCIÓN | CANTIDAD | TARIFA HORARIA | COSTO HORA | COSTO UNIDAD | % |
|---|---|---|---|---|---|
| Peón | 2.00 | 2.67 | 5.34 | 0.27 | 2.09% |
| Maestro mayor | 0.50 | 2.83 | 1.41 | 0.07 | 0.55% |
| Albañil | 1.00 | 2.71 | 2.71 | 0.14 | 1.06% |
| | | | | | |
| | | | TOTAL MANO DE OBRA | 0.47 $ | 3.70% |

III. MATERIALES

| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | P. UNITARIO | COSTO UNIDAD | % |
|---|---|---|---|---|---|
| Clavo acero estriado 2" | Kg | 0.01 | 1.50 | 0.02 | 0.12% |
| Pingos | m | 2.00 | 1.12 | 2.24 | 17.53% |
| Tabla de monte 0.30 m | m | 5.00 | 1.79 | 8.95 | 70.05% |
| Tira de madera 4x4 cm | m | 1.50 | 0.73 | 1.10 | 8.57% |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | TOTAL MATERIALES | 12.30 $ | 96.28% |

| | | |
|---|---|---|
| TOTAL COSTOS DIRECTOS (I+II+III) | 12.78 $ | 100% |
| COSTOS INDIRECTOS | 3.67 $ | 28.7% |
| PRECIO UNITARIO DEL RUBRO | 16.44 $ | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| PROYECTO | Alcantarillado Sanitario San Juan Alto de Calderón | CÓDIGO | 011 |
| CALCULADO POR | Carlos E. Padrón B. | UNIDAD | m2 |
| RUBRO | Rasanteo de zanja a mano | RENDIMIENTO | 8 [m2/h] |
| ESPECIFICACIONES | | FECHA | 09/07/2013 |

I. EQUIPO

| DESCRIPCIÓN | CANTIDAD | TARIFA HORARIA | COSTO HORA | COSTO UNIDAD | % |
|---|---|---|---|---|---|
| Herramienta menor | 1.00 | 0.05 | 0.05 | 0.01 | 0.46% |
| Equipo de topografía | 1.00 | 2.00 | 2.00 | 0.25 | 18.34% |
| | | | | | |
| | | | TOTAL EQUIPO | 0.26 $ | 18.80% |

II. MANO DE OBRA

| DESCRIPCIÓN | CANTIDAD | TARIFA HORARIA | COSTO HORA | COSTO UNIDAD | % |
|---|---|---|---|---|---|
| Peón | 1.00 | 2.67 | 2.67 | 0.33 | 24.51% |
| Residente | 0.50 | 6.56 | 3.28 | 0.41 | 30.06% |
| Topógrafo 4 | 1.00 | 2.90 | 2.90 | 0.36 | 26.62% |
| | | | | | |
| | | | TOTAL MANO DE OBRA | 1.11 $ | 81.20% |

III. MATERIALES

| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | P. UNITARIO | COSTO UNIDAD | % |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | TOTAL MATERIALES | | |

| | | |
|---|---|---|
| TOTAL COSTOS DIRECTOS (I+II+III) | 1.36 $ | 100% |
| COSTOS INDIRECTOS | 0.39 $ | 28.7% |
| PRECIO UNITARIO DEL RUBRO | 1.75 $ | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| PROYECTO | Alcantarillado Sanitario San Juan Alto de Calderón | CÓDIGO | 012 |
| CALCULADO POR | Carlos E. Padrón B. | UNIDAD | u |
| RUBRO | Cajas de revisión 0.60 x 0.60 m con tapa H.A. | RENDIMIENTO | 0.35 [u/h] |
| ESPECIFICACIONES | | FECHA | 09/07/2013 |

I. EQUIPO

| DESCRIPCIÓN | CANTIDAD | TARIFA HORARIA | COSTO HORA | COSTO UNIDAD | % |
|---|---|---|---|---|---|
| Herramienta menor | 1.00 | 0.05 | 0.05 | 0.14 | 0.24% |
| Concretera 1 saco | 1.00 | 3.09 | 3.09 | 8.83 | 14.99% |
| Vibrador | 1.00 | 2.42 | 2.42 | 6.91 | 11.74% |
| | | | | | |
| | | | TOTAL EQUIPO | 15.89 $ | 26.97% |

II. MANO DE OBRA

| DESCRIPCIÓN | CANTIDAD | TARIFA HORARIA | COSTO HORA | COSTO UNIDAD | % |
|---|---|---|---|---|---|
| Peón | 1.00 | 2.67 | 2.67 | 7.64 | 12.96% |
| Maestro mayor | 1.00 | 2.83 | 2.83 | 8.07 | 13.71% |
| Albañil | 1.00 | 2.71 | 2.71 | 7.73 | 13.13% |
| | | | | | |
| | | | TOTAL MANO DE OBRA | 23.44 $ | 39.80% |

III. MATERIALES

| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | P. UNITARIO | COSTO UNIDAD | % |
|---|---|---|---|---|---|
| H.S. f'c = 180 [Kg/cm2] | m3 | 0.09 | 124.85 | 11.24 | 19.07% |
| Tabla de monte 0.30 m | m | 2.40 | 1.79 | 4.30 | 7.29% |
| Acero de refuerzo fy= 4200kg/cm2 | Kg | 2.61 | 1.55 | 4.05 | 6.87% |
| | | | TOTAL MATERIALES | 19.58 $ | 33.23% |

| | | |
|---|---|---|
| TOTAL COSTOS DIRECTOS (I+II+III) | 58.91 $ | 100% |
| COSTOS INDIRECTOS | 16.91 $ | 28.7% |
| PRECIO UNITARIO DEL RUBRO | 75.81 $ | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| PROYECTO | Alcantarillado Sanitario San Juan Alto de Calderón | CÓDIGO | 013 |
| CALCULADO POR | Carlos E. Padrón B. | UNIDAD | m2 |
| RUBRO | Replanteo y nivelación de estructuras | RENDIMIENTO | 100 [m2/h] |
| ESPECIFICACIONES | | FECHA | 09/07/2013 |

I. EQUIPO

| DESCRIPCIÓN | CANTIDAD | TARIFA HORARIA | COSTO HORA | COSTO UNIDAD | % |
|---|---|---|---|---|---|
| Herramienta menor | 2.00 | 0.05 | 0.10 | 0.00 | 0.04% |
| Equipo de topografía | 1.00 | 2.00 | 2.00 | 0.02 | 0.71% |
| | | | | | |
| | | | TOTAL EQUIPO | 0.02 $ | 0.75% |

II. MANO DE OBRA

| DESCRIPCIÓN | CANTIDAD | TARIFA HORARIA | COSTO HORA | COSTO UNIDAD | % |
|---|---|---|---|---|---|
| Topógrafo 4 | 1.00 | 2.90 | 2.90 | 0.03 | 1.03% |
| Cadenero | 1.00 | 2.71 | 2.71 | 0.03 | 0.96% |
| | | | | | |
| | | | TOTAL MANO DE OBRA | 0.06 $ | 2.00% |

III. MATERIALES

| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | P. UNITARIO | COSTO UNIDAD | % |
|---|---|---|---|---|---|
| Tira de madera 4x4 cm | m | 1.00 | 0.73 | 0.73 | 26.01% |
| Clavo acero estriado 2" | Kg | 1.00 | 1.50 | 1.50 | 53.44% |
| Estacas, piola | u | 1.00 | 0.50 | 0.50 | 17.81% |
| | | | | | |
| | | | TOTAL MATERIALES | 2.73 $ | 97.25% |

| | | |
|---|---|---|
| TOTAL COSTOS DIRECTOS (I+II+III) | 2.81 $ | 100% |
| COSTOS INDIRECTOS | 0.81 $ | 28.7% |
| PRECIO UNITARIO DEL RUBRO | 3.61 $ | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| PROYECTO | Alcantarillado Sanitario San Juan Alto de Calderón | CÓDIGO | 014 |
| CALCULADO POR | Carlos E. Padrón B. | UNIDAD | m3 |
| RUBRO | Replantillof'c = 180 kg/cm2 | RENDIMIENTO | 1.25 [m3/h] |
| ESPECIFICACIONES | | FECHA | 09/07/2013 |

I. EQUIPO

| DESCRIPCIÓN | CANTIDAD | TARIFA HORARIA | COSTO HORA | COSTO UNIDAD | % |
|---|---|---|---|---|---|
| Herramienta menor | 1.00 | 0.05 | 0.05 | 0.04 | 0.03% |
| | | | | | |
| | | | TOTAL EQUIPO | 0.04 $ | 0.03% |

II. MANO DE OBRA

| DESCRIPCIÓN | CANTIDAD | TARIFA HORARIA | COSTO HORA | COSTO UNIDAD | % |
|---|---|---|---|---|---|
| Peón | 1.00 | 2.67 | 2.67 | 2.14 | 1.68% |
| | | | | | |
| | | | TOTAL MANO DE OBRA | 2.14 $ | 1.68% |

III. MATERIALES

| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | P. UNITARIO | COSTO UNIDAD | % |
|---|---|---|---|---|---|
| H.S. f'c = 180 [Kg/cm2] | m3 | 1.00 | 124.85 | 124.85 | 98.29% |
| | | | | | |
| | | | TOTAL MATERIALES | 124.85 $ | 98.29% |

| | | |
|---|---|---|
| TOTAL COSTOS DIRECTOS (I+II+III) | 127.03 $ | 100% |
| COSTOS INDIRECTOS | 36.46 $ | 28.7% |
| PRECIO UNITARIO DEL RUBRO | 163.48 $ | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| PROYECTO | Alcantarillado Sanitario San Juan Alto de Calderón | CÓDIGO | 015 |
| CALCULADO POR | Carlos E. Padrón B. | UNIDAD | Kg |
| RUBRO | Acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2 | RENDIMIENTO | 50 [Kg/h] |
| ESPECIFICACIONES | | FECHA | 09/07/2013 |

I. EQUIPO

| DESCRIPCIÓN | CANTIDAD | TARIFA HORARIA | COSTO HORA | COSTO UNIDAD | % |
|---|---|---|---|---|---|
| Herramienta menor | 1.00 | 0.05 | 0.05 | 0.00 | 0.05% |
| | | | | | |
| | | | TOTAL EQUIPO | 0.00 $ | 0.05% |

II. MANO DE OBRA

| DESCRIPCIÓN | CANTIDAD | TARIFA HORARIA | COSTO HORA | COSTO UNIDAD | % |
|---|---|---|---|---|---|
| Peón | 1.00 | 2.67 | 2.67 | 0.05 | 2.83% |
| Albañil | 1.00 | 2.71 | 2.71 | 0.05 | 2.87% |
| Maestro mayor | 0.50 | 2.83 | 1.41 | 0.03 | 1.50% |
| | | | | | |
| | | | TOTAL MANO DE OBRA | 0.14 $ | 7.19% |

III. MATERIALES

| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | P. UNITARIO | COSTO UNIDAD | % |
|---|---|---|---|---|---|
| Acero de refuerzo fy= 4200kg/cm2 | Kg | 1.05 | 1.55 | 1.63 | 86.16% |
| Alambre galvanizado N18 | Kg | 0.05 | 2.49 | 0.12 | 6.59% |
| | | | TOTAL MATERIALES | 1.75 $ | 92.75% |

| | | |
|---|---|---|
| TOTAL COSTOS DIRECTOS (I+II+III) | 1.89 $ | 100% |
| COSTOS INDIRECTOS | 0.54 $ | 28.7% |
| PRECIO UNITARIO DEL RUBRO | 2.43 $ | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| PROYECTO | Alcantarillado Sanitario San Juan Alto de Calderón | CÓDIGO | 016 |
| CALCULADO POR | Carlos E. Padrón B. | UNIDAD | m3 |
| RUBRO | Hormigón simple f'c = 210 kg/cm2 | RENDIMIENTO | 1.25 [m3/h] |
| ESPECIFICACIONES | | FECHA | 09/07/2013 |

I. EQUIPO

| DESCRIPCIÓN | CANTIDAD | TARIFA HORARIA | COSTO HORA | COSTO UNIDAD | % |
|---|---|---|---|---|---|
| Herramienta menor | 2.00 | 0.05 | 0.10 | 0.08 | 0.06% |
| Vibrador | 0.50 | 2.42 | 1.21 | 0.97 | 0.71% |
| | | | | | |
| | | | TOTAL EQUIPO | 1.05 $ | 0.77% |

II. MANO DE OBRA

| DESCRIPCIÓN | CANTIDAD | TARIFA HORARIA | COSTO HORA | COSTO UNIDAD | % |
|---|---|---|---|---|---|
| Peón | 1.00 | 2.67 | 2.67 | 2.14 | 1.57% |
| Albañil | 1.00 | 2.71 | 2.71 | 2.17 | 1.59% |
| Maestro mayor | 0.50 | 2.83 | 1.41 | 1.13 | 0.83% |
| | | | | | |
| | | | TOTAL MANO DE OBRA | 5.43 $ | 4.00% |

III. MATERIALES

| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | P. UNITARIO | COSTO UNIDAD | % |
|---|---|---|---|---|---|
| H.S. f'c = 180 [Kg/cm2] | m3 | 1.00 | 124.85 | 124.85 | 91.93% |
| Tabla de monte 0.30 m | m | 2.50 | 1.79 | 4.48 | 3.30% |
| | | | | | |
| | | | TOTAL MATERIALES | 129.33 $ | 95.23% |

| | | |
|---|---|---|
| TOTAL COSTOS DIRECTOS (I+II+III) | 135.81 $ | 100% |
| COSTOS INDIRECTOS | 38.98 $ | 28.7% |
| PRECIO UNITARIO DEL RUBRO | 174.78 $ | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| PROYECTO | Alcantarillado Sanitario San Juan Alto de Calderón | CÓDIGO | 017 |
| CALCULADO POR | Carlos E. Padrón B. | UNIDAD | m |
| RUBRO | Instalación tubería PVC 110 mm | RENDIMIENTO | 25 [m/h] |
| ESPECIFICACIONES | | FECHA | 09/07/2013 |

I. EQUIPO

| DESCRIPCIÓN | CANTIDAD | TARIFA HORARIA | COSTO HORA | COSTO UNIDAD | % |
|---|---|---|---|---|---|
| Herramienta menor | 4.00 | 0.05 | 0.20 | 0.01 | 0.15% |
| | | TOTAL EQUIPO | | 0.01 $ | 0.15% |

II. MANO DE OBRA

| DESCRIPCIÓN | CANTIDAD | TARIFA HORARIA | COSTO HORA | COSTO UNIDAD | % |
|---|---|---|---|---|---|
| Maestro mayor | 0.25 | 2.83 | 0.71 | 0.03 | 0.53% |
| Residente | 0.50 | 6.56 | 3.28 | 0.13 | 2.48% |
| Peón | 4.00 | 2.67 | 10.69 | 0.43 | 8.07% |
| Plomero | 1.00 | 2.71 | 2.71 | 0.11 | 2.04% |
| | | TOTAL MANO DE OBRA | | 0.70 $ | 13.13% |

III. MATERIALES

| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | P. UNITARIO | COSTO UNIDAD | % |
|---|---|---|---|---|---|
| Arena | m3 | 0.01 | 11.20 | 0.06 | 1.06% |
| Tubo plástico alc. D. interno 110mm | m | 1.00 | 4.45 | 4.45 | 84.01% |
| Lubricante | lt | 0.25 | 0.35 | 0.09 | 1.65% |
| | | | | | |
| | | | TOTAL MATERIALES | 4.59 $ | 86.72% |

| | | |
|---|---|---|
| TOTAL COSTOS DIRECTOS (I+II+III) | 5.30 $ | 100% |
| COSTOS INDIRECTOS | 1.52 $ | 28.7% |
| PRECIO UNITARIO DEL RUBRO | 6.82 $ | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| PROYECTO | Alcantarillado Sanitario San Juan Alto de Calderón | CÓDIGO | 018 |
| CALCULADO POR | Carlos E. Padrón B. | UNIDAD | u |
| RUBRO | Instalación válvula de descarga 4" | RENDIMIENTO | 1 [u/h] |
| ESPECIFICACIONES | | FECHA | 09/07/2013 |

I. EQUIPO

| DESCRIPCIÓN | CANTIDAD | TARIFA HORARIA | COSTO HORA | COSTO UNIDAD | % |
|---|---|---|---|---|---|
| Herramienta menor | 2.00 | 0.05 | 0.10 | 0.10 | 0.02% |
| Tecle | 1.00 | 0.75 | 0.75 | 0.75 | 0.16% |
| | | | | | |
| | | | TOTAL EQUIPO | 0.85 $ | 0.18% |

II. MANO DE OBRA

| DESCRIPCIÓN | CANTIDAD | TARIFA HORARIA | COSTO HORA | COSTO UNIDAD | % |
|---|---|---|---|---|---|
| Peón | 2.00 | 2.67 | 5.34 | 5.34 | 1.16% |
| Albañil | 1.00 | 2.71 | 2.71 | 2.71 | 0.59% |
| Maestro mayor | 0.50 | 2.83 | 1.41 | 1.41 | 0.31% |
| | | | | | |
| | | | TOTAL MANO DE OBRA | 9.46 $ | 2.05% |

III. MATERIALES

| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | P. UNITARIO | COSTO UNIDAD | % |
|---|---|---|---|---|---|
| H.S. f'c = 180 [Kg/cm2] | m3 | 0.01 | 124.85 | 1.25 | 0.27% |
| Válvula Compuerta 4" Red - White | u | 1.00 | 450.13 | 450.13 | 97.50% |
| | | | | | |
| | | | TOTAL MATERIALES | 451.38 $ | 97.77% |

| | | |
|---|---|---|
| TOTAL COSTOS DIRECTOS (I+II+III) | 461.69 $ | 100% |
| COSTOS INDIRECTOS | 132.51 $ | 28.7% |
| PRECIO UNITARIO DEL RUBRO | 594.20 $ | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| PROYECTO | Alcantarillado Sanitario San Juan Alto de Calderón | CÓDIGO | 019 |
| CALCULADO POR | Carlos E. Padrón B. | UNIDAD | u |
| RUBRO | Instalación válvula de descarga 3" | RENDIMIENTO | 1 [u/h] |
| ESPECIFICACIONES | | FECHA | 09/07/2013 |

I. EQUIPO

| DESCRIPCIÓN | CANTIDAD | TARIFA HORARIA | COSTO HORA | COSTO UNIDAD | % |
|---|---|---|---|---|---|
| Herramienta menor | 2.00 | 0.05 | 0.10 | 0.10 | 0.06% |
| Tecle | 1.00 | 0.75 | 0.75 | 0.75 | 0.46% |
| | | | | | |
| | | | TOTAL EQUIPO | 0.85 $ | 0.52% |

II. MANO DE OBRA

| DESCRIPCIÓN | CANTIDAD | TARIFA HORARIA | COSTO HORA | COSTO UNIDAD | % |
|---|---|---|---|---|---|
| Peón | 2.00 | 2.67 | 5.34 | 5.34 | 3.29% |
| Albañil | 1.00 | 2.71 | 2.71 | 2.71 | 1.67% |
| Maestro mayor | 0.50 | 2.83 | 1.41 | 1.41 | 0.87% |
| | | | | | |
| | | | TOTAL MANO DE OBRA | 9.46 $ | 5.83% |

III. MATERIALES

| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | P. UNITARIO | COSTO UNIDAD | % |
|---|---|---|---|---|---|
| H.S. f'c = 180 [Kg/cm2] | m3 | 0.01 | 124.85 | 1.25 | 0.77% |
| Válvula Compuerta 3" Pegler Inglesa | u | 1.00 | 150.80 | 150.80 | 92.88% |
| | | | | | |
| | | | TOTAL MATERIALES | 152.05 $ | 93.65% |

| | | |
|---|---|---|
| TOTAL COSTOS DIRECTOS (I+II+III) | 162.36 $ | 100% |
| COSTOS INDIRECTOS | 46.60 $ | 28.7% |
| PRECIO UNITARIO DEL RUBRO | 208.96 $ | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| PROYECTO | Alcantarillado Sanitario San Juan Alto de Calderón | CÓDIGO | 020 |
| CALCULADO POR | Carlos E. Padrón B. | UNIDAD | m |
| RUBRO | Instalación tubería PVC 110 mm en planta de tratamiento | RENDIMIENTO | 25 [m/h] |
| ESPECIFICACIONES | | FECHA | 09/07/2013 |

I. EQUIPO

| DESCRIPCIÓN | CANTIDAD | TARIFA HORARIA | COSTO HORA | COSTO UNIDAD | % |
|---|---|---|---|---|---|
| Herramienta menor | 1.00 | 0.05 | 0.05 | 0.00 | 0.04% |
| | | | | | |
| | | | TOTAL EQUIPO | 0.00 $ | 0.04% |

II. MANO DE OBRA

| DESCRIPCIÓN | CANTIDAD | TARIFA HORARIA | COSTO HORA | COSTO UNIDAD | % |
|---|---|---|---|---|---|
| Peón | 1.00 | 2.67 | 2.67 | 0.11 | 1.99% |
| Plomero | 1.00 | 2.71 | 2.71 | 0.11 | 2.01% |
| Maestro mayor | 0.25 | 2.83 | 0.71 | 0.03 | 0.53% |
| | | | TOTAL MANO DE OBRA | 0.24 $ | 4.52% |

III. MATERIALES

| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | P. UNITARIO | COSTO UNIDAD | % |
|---|---|---|---|---|---|
| Tubo plástico alc. D. interno 110mm | m | 1.00 | 4.45 | 4.45 | 82.67% |
| Polipega | gl | 0.01 | 43.43 | 0.43 | 8.07% |
| Polilimpia | gl | 0.01 | 25.29 | 0.25 | 4.70% |
| | | | | | |
| | | | TOTAL MATERIALES | 5.14 $ | 95.44% |

| | | |
|---|---|---|
| TOTAL COSTOS DIRECTOS (I+II+III) | 5.38 $ | 100% |
| COSTOS INDIRECTOS | 1.54 $ | 28.7% |
| PRECIO UNITARIO DEL RUBRO | 6.93 $ | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| PROYECTO | Alcantarillado Sanitario San Juan Alto de Calderón | CÓDIGO | 021 |
| CALCULADO POR | Carlos E. Padrón B. | UNIDAD | m |
| RUBRO | Instalación tubería PVC 75 mm en planta de tratamiento | RENDIMIENTO | 27 [m/h] |
| ESPECIFICACIONES | | FECHA | 09/07/2013 |

I. EQUIPO

| DESCRIPCIÓN | CANTIDAD | TARIFA HORARIA | COSTO HORA | COSTO UNIDAD | % |
|---|---|---|---|---|---|
| Herramienta menor | 1.00 | 0.05 | 0.05 | 0.00 | 0.02% |
| | | | | | |
| | | | TOTAL EQUIPO | 0.00 $ | 0.02% |

II. MANO DE OBRA

| DESCRIPCIÓN | CANTIDAD | TARIFA HORARIA | COSTO HORA | COSTO UNIDAD | % |
|---|---|---|---|---|---|
| Peón | 1.00 | 2.67 | 2.67 | 0.10 | 1.28% |
| Plomero | 1.00 | 2.71 | 2.71 | 0.10 | 1.30% |
| Maestro mayor | 0.25 | 2.83 | 0.71 | 0.03 | 0.34% |
| | | | TOTAL MANO DE OBRA | 0.23 $ | 2.93% |

III. MATERIALES

| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | P. UNITARIO | COSTO UNIDAD | % |
|---|---|---|---|---|---|
| Polipega | gl | 0.01 | 43.43 | 0.43 | 5.64% |
| Polilimpia | gl | 0.01 | 25.29 | 0.25 | 3.28% |
| Tubo PVC 75 mm | m | 1.00 | 4.00 | 4.00 | 51.92% |
| Accesorios PVC 50 y 75 mm | u | 1.00 | 2.79 | 2.79 | 36.21% |
| | | | TOTAL MATERIALES | 7.48 $ | 97.05% |

| | | |
|---|---|---|
| TOTAL COSTOS DIRECTOS (I+II+III) | 7.70 $ | 100% |
| COSTOS INDIRECTOS | 2.21 $ | 28.7% |
| PRECIO UNITARIO DEL RUBRO | 9.92 $ | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| PROYECTO | Alcantarillado Sanitario San Juan Alto de Calderón | CÓDIGO | 022 |
| CALCULADO POR | Carlos E. Padrón B. | UNIDAD | m |
| RUBRO | Instalación tubería PVC 50 mm en planta de tratamiento | RENDIMIENTO | 28 [m/h] |
| ESPECIFICACIONES | | FECHA | 09/07/2013 |

I. EQUIPO

| DESCRIPCIÓN | CANTIDAD | TARIFA HORARIA | COSTO HORA | COSTO UNIDAD | % |
|---|---|---|---|---|---|
| Herramienta menor | 1.00 | 0.05 | 0.05 | 0.00 | 0.03% |
| | | | | | |
| | | | TOTAL EQUIPO | 0.00 $ | 0.03% |

II. MANO DE OBRA

| DESCRIPCIÓN | CANTIDAD | TARIFA HORARIA | COSTO HORA | COSTO UNIDAD | % |
|---|---|---|---|---|---|
| Peón | 1.00 | 2.67 | 2.67 | 0.10 | 1.74% |
| Plomero | 1.00 | 2.71 | 2.71 | 0.10 | 1.77% |
| Maestro mayor | 0.25 | 2.83 | 0.71 | 0.03 | 0.46% |
| | | | | | |
| | | | TOTAL MANO DE OBRA | 0.22 $ | 3.97% |

III. MATERIALES

| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | P. UNITARIO | COSTO UNIDAD | % |
|---|---|---|---|---|---|
| Polipega | gl | 0.01 | 43.43 | 0.43 | 7.93% |
| Polilimpia | gl | 0.01 | 25.29 | 0.25 | 4.62% |
| Tubo PVC 50 mm | m | 1.00 | 1.78 | 1.78 | 32.50% |
| Accesorios PVC 50 y 75 mm | u | 1.00 | 2.79 | 2.79 | 50.95% |
| | | | | | |
| | | | TOTAL MATERIALES | 5.26 $ | 96.00% |

| | | |
|---|---|---|
| TOTAL COSTOS DIRECTOS (I+II+III) | 5.48 $ | 100% |
| COSTOS INDIRECTOS | 1.57 $ | 28.7% |
| PRECIO UNITARIO DEL RUBRO | 7.05 $ | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| PROYECTO | Alcantarillado Sanitario San Juan Alto de Calderón | CÓDIGO | 023 |
| CALCULADO POR | Carlos E. Padrón B. | UNIDAD | m |
| RUBRO | Junta impermeable de PVC 15 cm | RENDIMIENTO | 15 [m/h] |
| ESPECIFICACIONES | | FECHA | 09/07/2013 |

I. EQUIPO

| DESCRIPCIÓN | CANTIDAD | TARIFA HORARIA | COSTO HORA | COSTO UNIDAD | % |
|---|---|---|---|---|---|
| Herramienta menor | 2.00 | 0.05 | 0.10 | 0.01 | 0.32% |
| | | | | | |
| | | | TOTAL EQUIPO | 0.01 $ | 0.32% |

II. MANO DE OBRA

| DESCRIPCIÓN | CANTIDAD | TARIFA HORARIA | COSTO HORA | COSTO UNIDAD | % |
|---|---|---|---|---|---|
| Peón | 1.00 | 2.67 | 2.67 | 0.18 | 8.42% |
| Albañil | 1.00 | 2.71 | 2.71 | 0.18 | 8.53% |
| | | | | | |
| | | | TOTAL MANO DE OBRA | 0.36 $ | 16.95% |

III. MATERIALES

| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | P. UNITARIO | COSTO UNIDAD | % |
|---|---|---|---|---|---|
| Cinta Chova | m | 1.00 | 1.75 | 1.75 | 82.73% |
| | | | | | |
| | | | TOTAL MATERIALES | 1.75 $ | 82.73% |

| | | |
|---|---|---|
| TOTAL COSTOS DIRECTOS (I+II+III) | 2.12 $ | 100% |
| COSTOS INDIRECTOS | 0.61 $ | 28.7% |
| PRECIO UNITARIO DEL RUBRO | 2.72 | |

## 6.4 Presupuesto de obra

A continuación se detalla el presupuesto calculado para el sistema de alcantarillado sanitario.

### 6.4.1 Presupuesto del sistema de alcantarillado sanitario

**Tabla 6-7 Presupuesto – Sistema de Alcantarillado Sanitario**

PROYECTO Alcantarillado Sanitario San Juan Alto de Calderón
CALCULADO POR Carlos E. Padrón B.

| COD. | RUBRO | UNI | CANT | P. UNIT. | SUBTOTAL |
|---|---|---|---|---|---|
| 001 | Limpieza y desbroce | m2 | 200.00 | 0.50 | 99.41 |
| 002 | Replanteo y nivelación de zanjas | m | 3656.00 | 0.20 | 732.33 |
| 003 | Instalación tubería PVC 200 mm | m | 3670.00 | 14.36 | 52712.95 |
| 004 | Instalación silla yee 200 x 110 mm | u | 276.00 | 21.14 | 5834.43 |
| 005 | Instalación pozo de revisión Dint = 1.20 m H.S f'c = 210 kg/cm2 | u | 52.00 | 426.29 | 22167.10 |
| 006 | Excavación de zanja a máquina h = 0.00 - 3.00 m | m3 | 4090.25 | 2.50 | 10209.60 |
| 007 | Excavación de zanja a máquina h = 3.01 - 6.00 m | m3 | 290.48 | 3.09 | 896.21 |
| 008 | Encamado tuberías con material fino | m3 | 257.00 | 25.00 | 6425.29 |
| 009 | Relleno compactado | m3 | 3895.20 | 2.92 | 11354.89 |
| 010 | Entibado | m2 | 958.00 | 16.44 | 15751.80 |
| 011 | Rasanteo de zanja a mano | m2 | 1828.00 | 1.75 | 3206.42 |
| 012 | Cajas de revisión 0.60 x 0.60 m con tapa H.A. | u | 276.00 | 75.81 | 20924.84 |
| 013 | Replanteo y nivelación de estructuras | m2 | 150.00 | 3.61 | 541.91 |
| 014 | Replantillof'c = 180 kg/cm2 | m3 | 1.40 | 163.48 | 228.88 |
| 015 | Acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2 | Kg | 2622.80 | 2.43 | 6375.89 |
| 016 | Hormigón simple f'c = 210 kg/cm2 | m3 | 85.50 | 174.78 | 14944.00 |
| 017 | Instalación tubería PVC 110 mm | m | 828.00 | 6.82 | 5644.39 |
| 018 | Instalación válvula de descarga 4" | u | 2.00 | 594.20 | 1188.40 |
| 019 | Instalación válvula de descarga 3" | u | 1.00 | 208.96 | 208.96 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 020 | Instalación tubería PVC 110 mm en planta de tratamiento | m | 2.00 | 6.93 | 13.85 |
| 021 | Instalación tubería PVC 75 mm en planta de tratamiento | m | 5.00 | 9.92 | 49.58 |
| 022 | Instalación tubería PVC 50 mm en planta de tratamiento | m | 8.00 | 7.05 | 56.38 |
| 023 | Junta impermeable de PVC 15 cm | m | 20.00 | 2.72 | 54.45 |
| | | | | SUBTOTAL | 179,621.96 $ |
| | | | | IVA 12% | 21,554.63 $ |
| | | | | TOTAL | 201,176.59 $ |

## 6.5 Cronograma de Ejecución

El cronograma de ejecución de obra se realizó a través del sistema de Barras Gantt empleando el programa Project de Microsoft Office.

Para su desarrollo se tomaron en cuenta los rendimientos correspondientes a cada rubro involucrado en el proyecto con su respectiva cantidad de obra.

En este se detallan los tiempos requeridos para la ejecución de cada rubro y el tiempo total necesario para la realización de la obra.

### 6.5.1 Cronograma de Ejecución de la Construcción del Sistema de Alcantarillado Sanitario

**SIMBOLOGÍA**

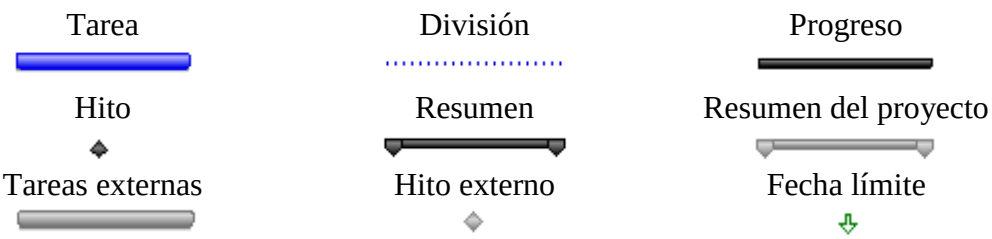
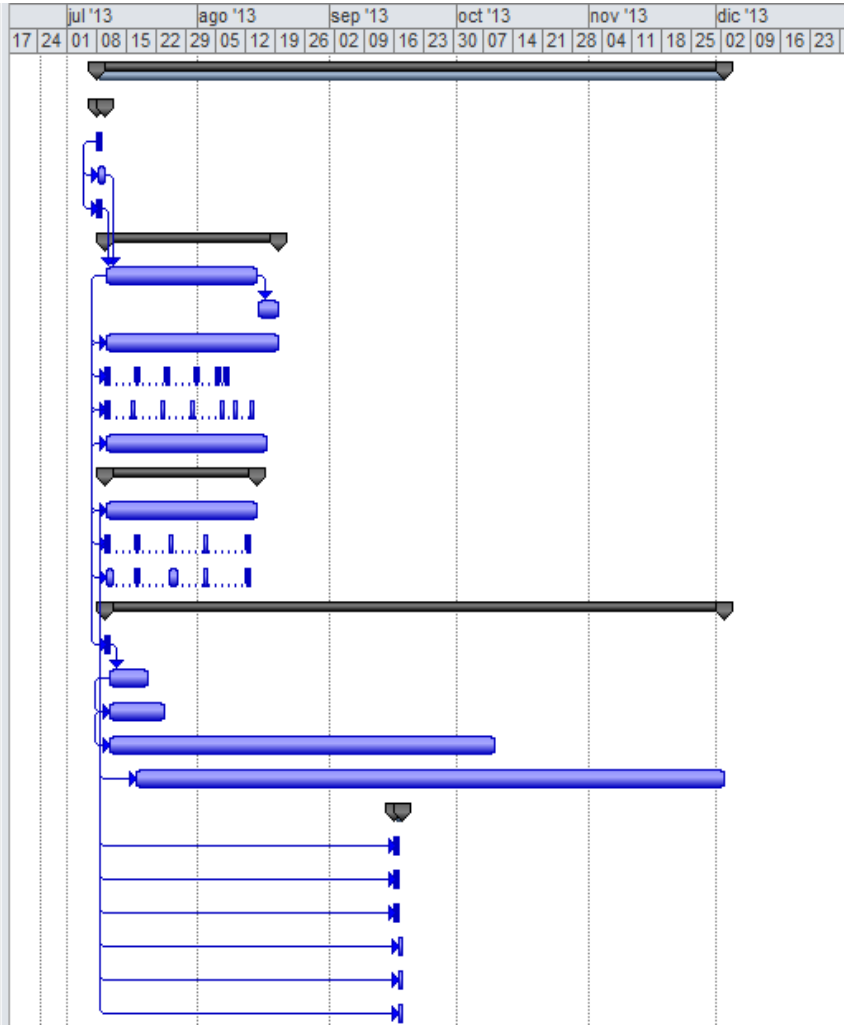


**Figura 6-1 Cronograma – Sistema de alcantarillado sanitario**

| | Nombre de tarea | Duración | Comienzo | Fin |
|---|---|---|---|---|
| 1 | **ALCANTARILLADO SANITARIO** | **106 días** | **lun 08/07/13** | **lun 02/12/13** |
| 2 | **ACTIVIDADES PRELIMINARES** | **2 días** | **lun 08/07/13** | **mar 09/07/13** |
| 3 | Limpieza y desbroce | 1 día | lun 08/07/13 | lun 08/07/13 |
| 4 | Replanteo y nivelación de zanjas | 2 días | lun 08/07/13 | mar 09/07/13 |
| 5 | Replanteo y nivelación de estructuras | 1 día | lun 08/07/13 | lun 08/07/13 |
| 6 | **MOVIMIENTO DE TIERRAS** | **29 días** | **mié 10/07/13** | **lun 19/08/13** |
| 7 | Excavación de zanja a máquina h = 0.00 - 3.00 m | 26 días | mié 10/07/13 | mié 14/08/13 |
| 8 | Excavación de zanja a máquina h = 3.01 - 6.00 m | 3 días | jue 15/08/13 | lun 19/08/13 |
| 9 | Rasanteo de zanja a mano | 29 días | mié 10/07/13 | lun 19/08/13 |
| 10 | Entibado | 6 días | mié 10/07/13 | mié 07/08/13 |
| 11 | Encamado tuberías con material fino | 7 días | mié 10/07/13 | mar 13/08/13 |
| 12 | Relleno compactado | 28 días | mié 10/07/13 | vie 16/08/13 |
| 13 | **TUBERÍAS** | **26 días** | **mié 10/07/13** | **mié 14/08/13** |
| 14 | Instalación tubería PVC 200 mm | 26 días | mié 10/07/13 | mié 14/08/13 |
| 15 | Instalación tubería PVC 110 mm | 5 días | mié 10/07/13 | lun 12/08/13 |
| 16 | Instalación silla yee 200 x 110 mm | 7 días | mié 10/07/13 | lun 12/08/13 |
| 17 | **POZOS DE REVISIÓN** | **104 días** | **mié 10/07/13** | **lun 02/12/13** |
| 18 | Replantillo f'c = 180 kg/cm2 | 1 día | mié 10/07/13 | mié 10/07/13 |
| 19 | Acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2 | 7 días | jue 11/07/13 | vie 19/07/13 |
| 20 | Hormigón simple f'c = 210 kg/cm2 | 9 días | jue 11/07/13 | mar 23/07/13 |
| 21 | Instalación pozo de revisión Dint = 1.20 m H.S | 65 días | jue 11/07/13 | mié 09/10/13 |
| 22 | Cajas de revisión 0.60 x 0.60 m con tapa H.A. | 99 días | mié 17/07/13 | lun 02/12/13 |
| 23 | **TUBERÍAS PLANTA DE TRATAMIENTO** | **2 días** | **lun 16/09/13** | **mar 17/09/13** |
| 24 | Instalación tubería PVC 110 mm en planta de tratamiento | 1 día | lun 16/09/13 | lun 16/09/13 |
| 25 | Instalación tubería PVC 75 mm en planta de tratamiento | 1 día | lun 16/09/13 | lun 16/09/13 |
| 26 | Instalación tubería PVC 50 mm en planta de tratamiento | 1 día | lun 16/09/13 | lun 16/09/13 |
| 27 | Junta impermeable de PVC 15 cm | 1 día | mar 17/09/13 | mar 17/09/13 |
| 28 | Instalación válvula de descarga 4" | 1 día | mar 17/09/13 | mar 17/09/13 |
| 29 | Instalación válvula de descarga 3" | 1 día | mar 17/09/13 | mar 17/09/13 |



# CAPITULO 7 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

## 7.1 Conclusiones

- Al reconocer las debilidades y carencias de la comunidad según un enfoque sanitario, se pudo realizar el análisis, estudio y diseño de los sistemas propuestos de acuerdo a normas establecidas para el desarrollo de este tipo de proyectos.
- Con la construcción del sistema de alcantarillado sanitario, se solucionará las condiciones de insalubridad y contaminación que podrían producirse en un futuro dentro de la comunidad de San Juan Alto de Calderón. Contribuirá a elevar el nivel de vida de sus habitantes, ya que esta cooperará con la salud y el medio ambiente.
- Para el tratamiento de las aguas residuales, se decidió la creación de un tanque séptico ya que cumple con la eliminación de contaminantes orgánicos e inorgánicos, sin necesidad de ocupar grandes espacios para su funcionamiento. Adicionalmente, responde a aspectos económicos y operacionales.
- Al tener un sistema de alcantarillado por separado, el alcantarillado sanitario puede tratar caudales pequeños y por lo tanto se emplea tubería de 200 milímetros como máximo, lo cual abarata costos. Siendo aguas servidas, mayormente domiciliarias, se optó por el tratamiento mediante tanques sépticos en cada sitio de descarga, siendo la opción más conveniente por su fácil construcción, operación, costo y mantenimiento.
- La construcción del proyecto del sistema de alcantarillado sanitario traerá varios beneficios a la comunidad como: mejorar la calidad de vida delos habitantes, elevar la plusvalía de la zona, dar empleo durante la construcción del proyecto y

en el futuro, dar empleo a personas que realicen el mantenimiento del sistema de alcantarillado; además cuidar el ecosistema al plantear medidas de mitigación de impacto ambiental que conlleva la ejecución del proyecto.

- Al momento de realizar este proyecto, se debe tener mucho cuidado y responsabilidad en cada paso de la obra, para evitar un mayor impacto negativo sobre el medio ambiente.
- Los materiales empleados para el diseño son los más convenientes en costos ya que se consultaron diversas proformas en varios centros ferreteros de la provincia y cerca de la comunidad, con lo cual se procedió a comparar sus precios y de esta manera se eligió el material más barato pero de excelente calidad.
- Con este ejercicio profesional y su respectiva dirección se logra un equilibrio en la formación del estudiante, ya que nos permite poner en práctica lo aprendido durante los años dentro de la universidad, ayudando a dar soluciones a problemas de nuestro país.

## 7.2 Recomendaciones

- Durante la construcción del sistema de alcantarillado se deberá contar con una persona especializada de planta (Residente de Obra) para el adecuado control, planificación y dirección del proyecto, ya que se deben tomar y seguir normas globales detalladas para la ejecución del mismo.
- El Municipio y la Junta Parroquial del sector deberán realizar charlas informativas para preparar a la ciudadanía antes, durante y después de la ejecución del proyecto, debido a que por el sitio y el nivel de educación de la

gente se necesita de bastante información y preparación a la comunidad para que el proyecto se desarrolle adecuadamente.

- Para la ejecución del proyecto, se deben seguir las especificaciones técnicas estipuladas en este estudio.
- Dentro de los procesos de construcción, mantenimiento y operación del proyecto, se debería contratar a personal del sector, creando una fuente de empleo y educando a la vez a la población, que directa e indirectamente son beneficiados.
- Con el ingeniero residente se supervisará detenidamente el acoplamiento de tuberías con uniones elastoméricas, para evitar infiltraciones ya que una mala unión causaría la filtración de aguas negras y esto traería problemas al sistema de alcantarillado sanitario.
- Para el mantenimiento de pozos sépticos y filtros de arena se realizarán inicialmente inspecciones constantes para determinar un período óptimo de revisión y mantenimiento.
- El mantenimiento de los tanques sépticos deberá realizarse con procesos de bombeo, no debe lavarse con desinfectantes ya que esto provocaría la eliminación de bacterias anaerobias, principio fundamental para el funcionamiento del tanque séptico. Deberá dejarse una capa de lodo en los mismos.
- Para el mantenimiento y limpieza, el personal no debe acercarse con fósforos o productos que provoquen chispa, dado que el proceso de digestión y tratamiento de desechos produce gases tóxicos inflamables que podrían provocar

explosiones. El personal deberá esperar un tiempo de media hora para ventilar y reducir la acumulación de estos gases.

- Realizar campañas de concientización a los pobladores de la zona, para que desarrollen interés por la importancia del agua y su ahorro; así como también, se despierte el interés en la preservación y cuidado del medio ambiente, y de esta manera los pobladores desarrollen sus actividades diarias en un ambiente incluyente y sano.

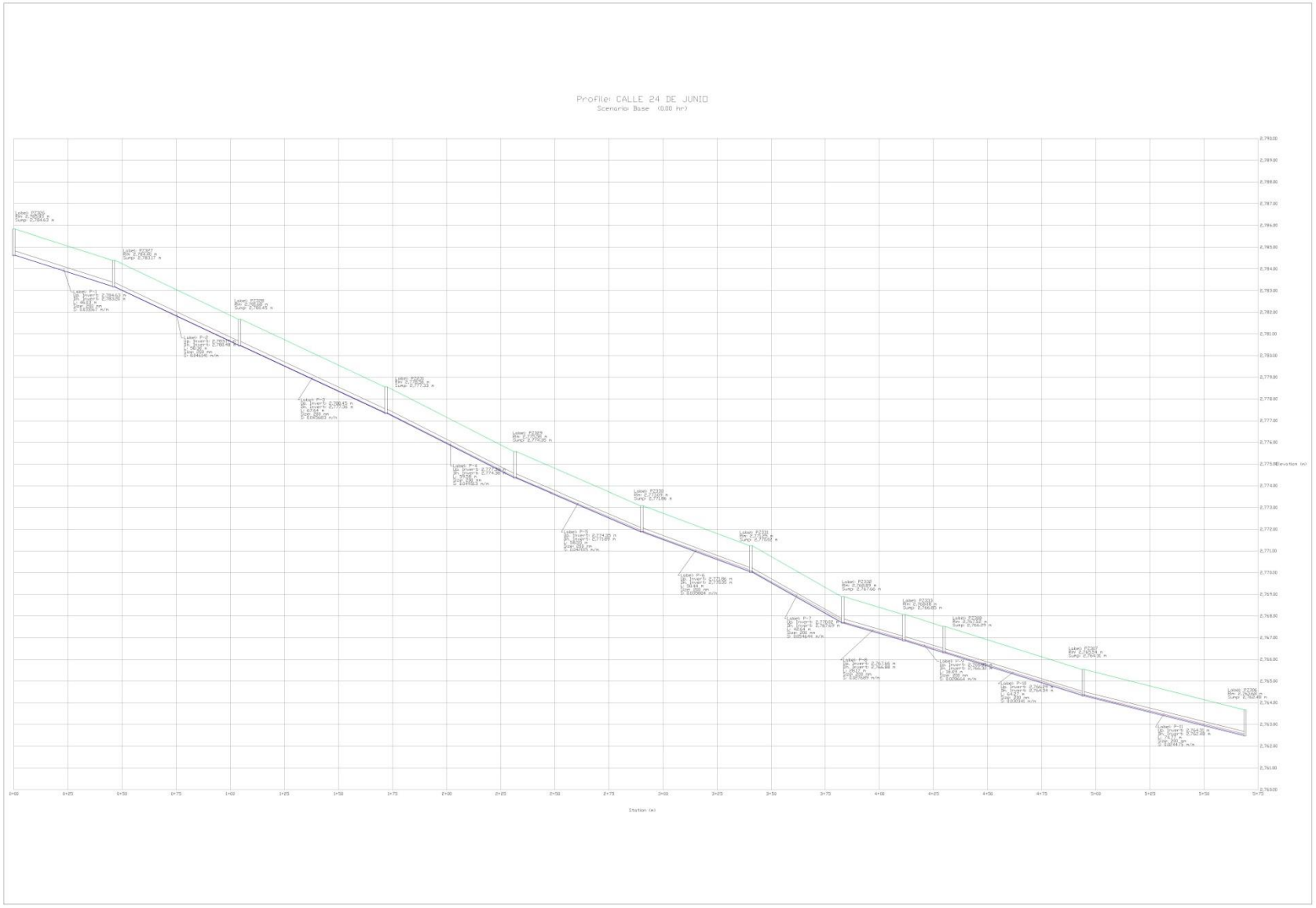
# BIBLIOGRAFÍA

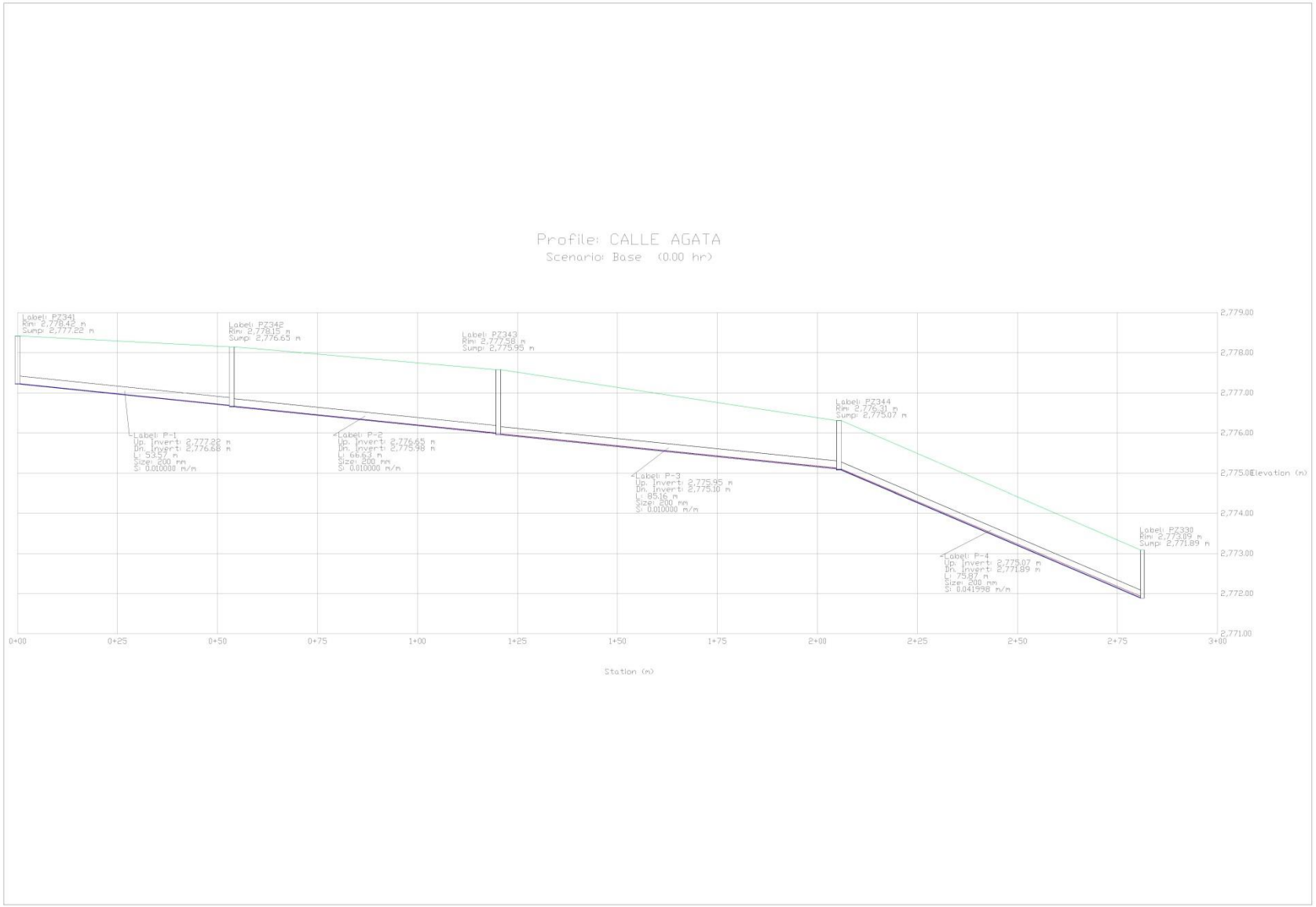

- Araque, Miguel. Apuntes de la materia Obras civiles. PUCE, Quito, 2012.
- Burbano, Guillermo. Apuntes de la materia Sanitaria III. PUCE, Quito, 2012.
- Castro, Fernando. Apuntes de la materia Impacto Ambiental. PUCE, Quito, 2012.
- Gobierno de la provincia de Pichincha. Plan de desarrollo participativo 2002-2012 de la parroquia Calderón. Editorial Pedro Jorge Vera – CCE, Quito, 2004.
- Hardenbergh, W. A. y Edward B. Rodie. Ingeniería Sanitaria. Editorial Continental, 3ra edición, México, 1974.
- Páez, Estuardo. Apuntes de la materia Ingeniería de costos. PUCE, Quito, 2012.
- Mora, Edgar. Tesis de grado: Diseño del alcantarillado sanitario y tratamiento de aguas servidas de la parroquia San José de Dahuano, cantón Loreto, provincia de Orellana. PUCE, Quito, 2010.
- Flores, Augusto. Tesis de grado: Diseño del alcantarillado pluvial de la parroquia San José de Dahuano, cantón Loreto, provincia de Orellana. PUCE, Quito, 2010.
- Burbano, Guillermo. Criterios básicos de diseño para sistemas de agua potable y alcantarillado. PUCE, Quito,1993.
- Steel W., Ernest y Blanxart J., Bagaria. Abastecimiento de agua y alcantarillado. 3ra edición.
- Asociación de Ingenieros sanitarios de Antioquia, AINSA. Sistemas individuales para tratamiento de agua a nivel rural: captación, filtración, desinfección. Medellín, 1991.
- Centro de formación de la Cooperación Española en Montevideo, "Reglamento de aprobación y operación de sistemas de tratamiento de aguas residuales". Internet. http://www.aecidcf.org.uy/padmin/modules/documents/docs/Decreto%2031545-S-MINAE%20Aprobacion%20y%20Operacion%20de%20STAR%20COSTA%20RICA.pdf.
- Comisión Estatal de Aguas del estado de Querétaro, "Definición de términos y bibliografía". Internet. http://www.ceaqueretaro.gob.mx/users/ceaqro/publicaciones/Manual2009/DefinicionTerminos.pdf.
- Diccionario Enciclopédico Dominicano de Medio Ambiente, "Diccionario". Internet. http://www.dominicanaonline.org/DiccionarioMedioAmbiente/es/definicionVer.asp?id=468.
- FMC Foret, "Control de olor y corrosión". Internet. http://www.fmcforet.com/tecnologiasoxidacion/Aguas/ControldeOloryCorrosi%C3%B3n/tabid/3742/language/es-ES/Default.aspx.

- Gobierno de la provincia de Pichincha, “Pichincha verde“. Internet. http://www.pichincha.gov.ec/index.php?option=com_content&view=article&id=145:pichincha-verde&catid=126:programas-y-proyectos&Itemid=6.
- WorldLingo, “Tanque séptico”. Internet. http://www.worldlingo.com/ma/enwiki/es/Septic_tank.
- GreenFacts, “Glosario general”. Internet. http://www.greenfacts.org/es/glosario/abc/index.htm.
- Instituto Nacional de Estadística y Censo, INEC, “Censo de población y vivienda 2001: Cantón Quito”. Internet. http://www.inec.gov.ec/web/guest/descargas/basedatos/cen_nac/cen_pob_nac_2001?doAsUserId=p%252Bx9vuBVM9g%253D.
- Wikipedia, “Aguas negras”. Internet. http://es.wikipedia.org/wiki/Aguas_negras.
- Wikipedia, “Tratamiento de aguas residuales”. Internet. http://es.wikipedia.org/wiki/Tratamiento_de_aguas_residuales.
- Word Reference, “Diccionario de la lengua española”. Internet. http://www.wordreference.com/definicion/calado.

# ANEXOS

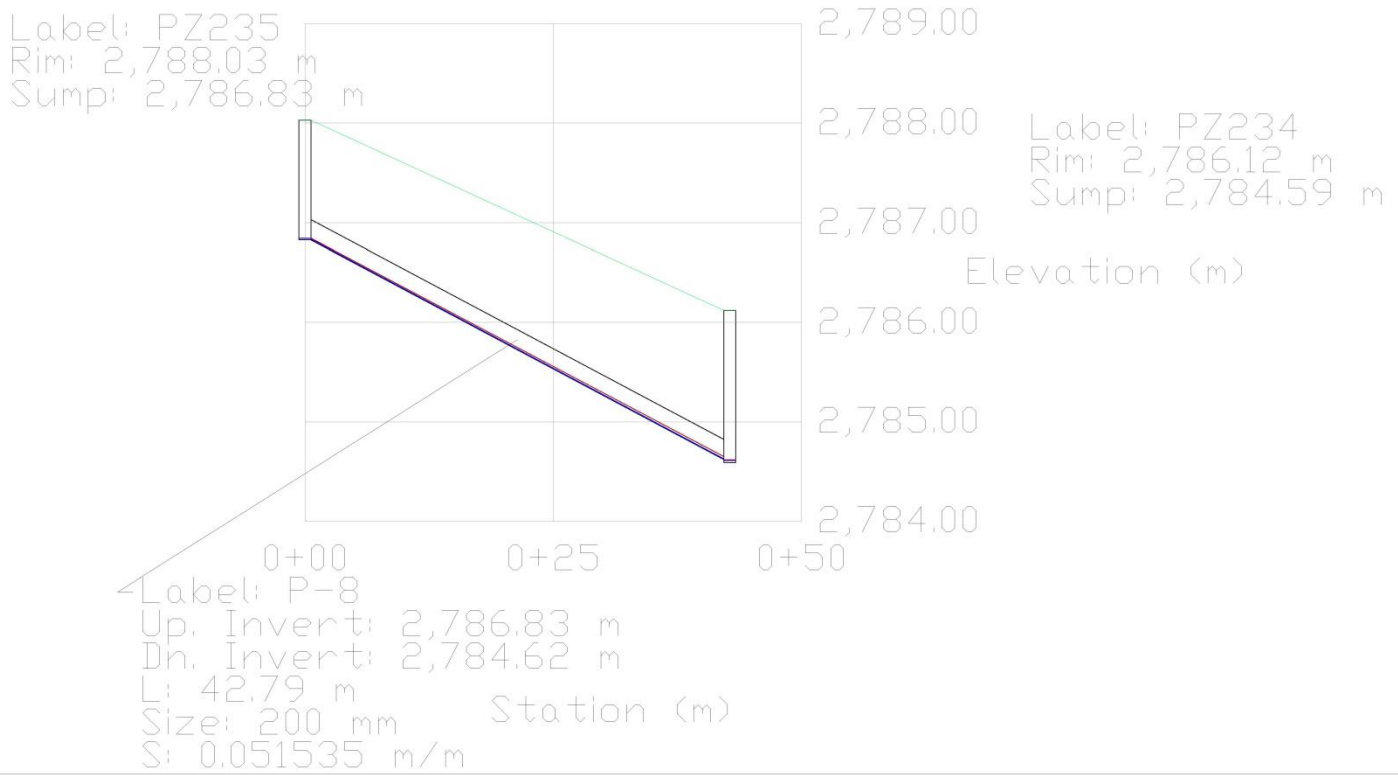

SIMBOLOGIA
N9994500
N9994250
N9994000
E508250
E508500
E508750
SUB SISTEMA 1
A=0.318Ha
A=0.353Ha
A=0.265Ha
A=0.267Ha
A=0.384Ha
A=0.352Ha
A=0.370Ha
A=0.554Ha
A=0.518Ha
UBICACION
ESCALA 1: 25000
PROYECTO :
ALCANTARILLADO SANITARIO
COMUNA SAN JUAN ALTO DE CALDERON
PARROQUIA CALDERON
CONTIENE :
PLANIMETRIA Y AREAS DE APORTACIÓN SUBSISTEMA 1
NOTAS :


Profile: CALLE 24 DE JUNIO
Scenario: Base (0.00 hr)
Elevation (m)
Station (m)


Profile: CALLE AGATA
Scenario: Base (0.00 hr)
Label: PZ341
Rim: 2,778.42 m
Sump: 2,777.22 m
Label: PZ342
Rim: 2,778.15 m
Sump: 2,776.63 m
Label: PZ343
Rim: 2,777.58 m
Sump: 2,775.95 m
Label: PZ344
Rim: 2,776.31 m
Sump: 2,775.07 m
Label: PZ330
Rim: 2,773.09 m
Sump: 2,771.89 m
Label: P-1
Up. Invert: 2,777.22 m
Dn. Invert: 2,776.68 m
L: 53.57 m
Size: 200 mm
S: 0.010000 m/m
Label: P-2
Up. Invert: 2,776.65 m
Dn. Invert: 2,775.98 m
L: 66.63 m
Size: 200 mm
S: 0.010000 m/m
Label: P-3
Up. Invert: 2,775.95 m
Dn. Invert: 2,775.10 m
L: 85.16 m
Size: 200 mm
S: 0.010000 m/m
Label: P-4
Up. Invert: 2,775.07 m
Dn. Invert: 2,771.89 m
L: 75.87 m
Size: 200 mm
S: 0.041998 m/m
2,779.00
2,778.00
2,777.00
2,776.00
2,775.00
2,774.00
2,773.00
2,772.00
2,771.00
Elevation (m)
0+00
0+25
0+50
0+75
1+00
1+25
1+50
1+75
2+00
2+25
2+50
2+75
3+00
Station (m)

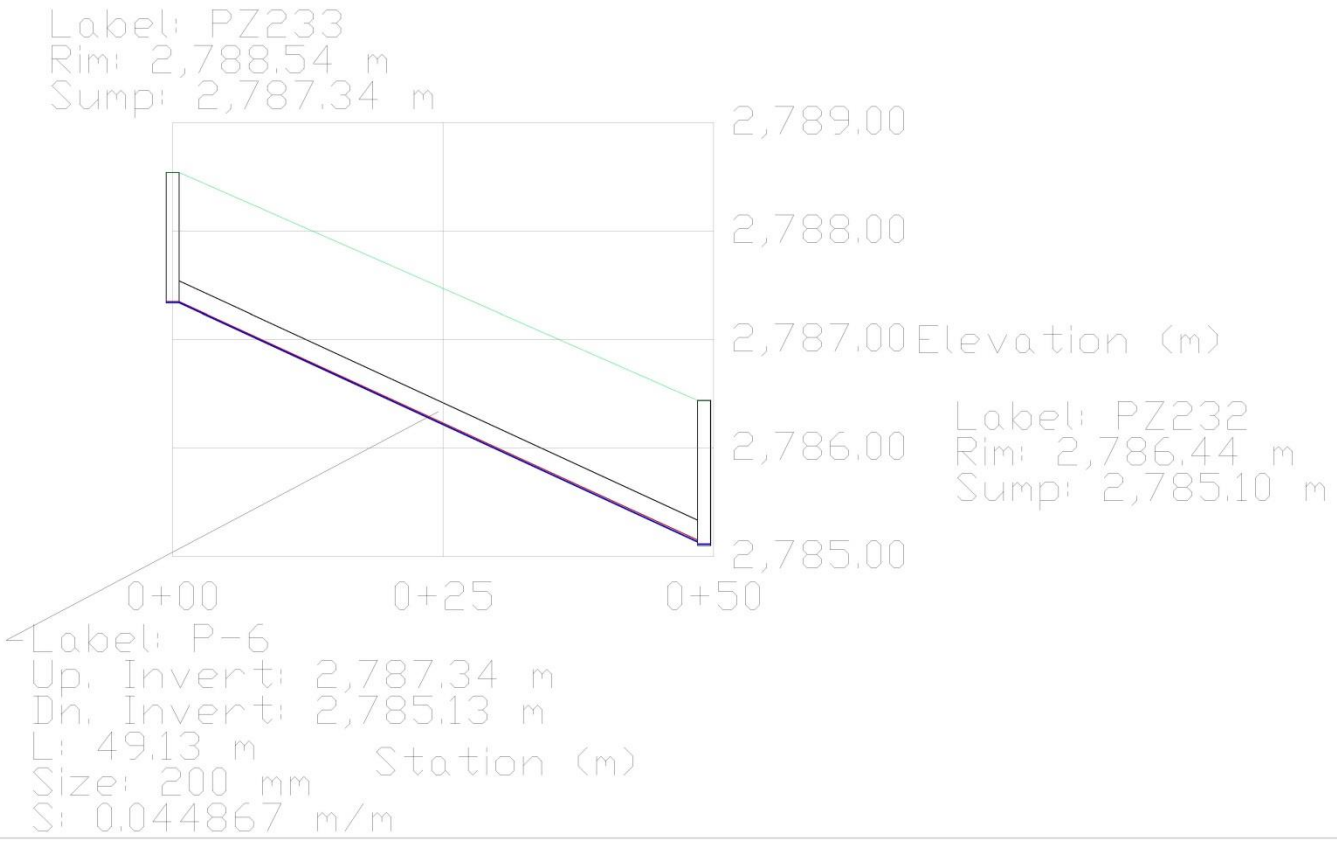
# Profile: CALLE AMATISTA

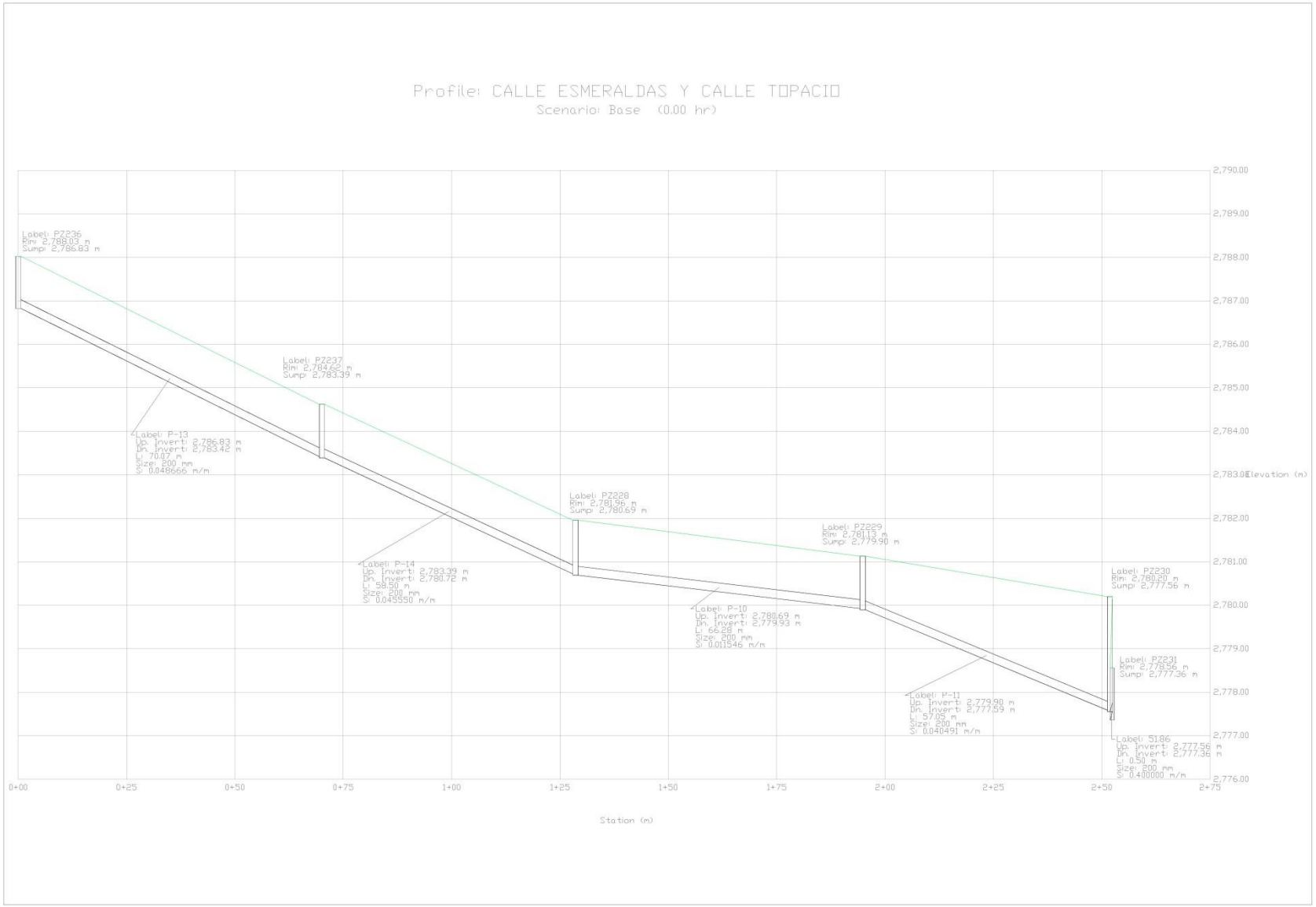
## Scenario: Base (0.00 hr)

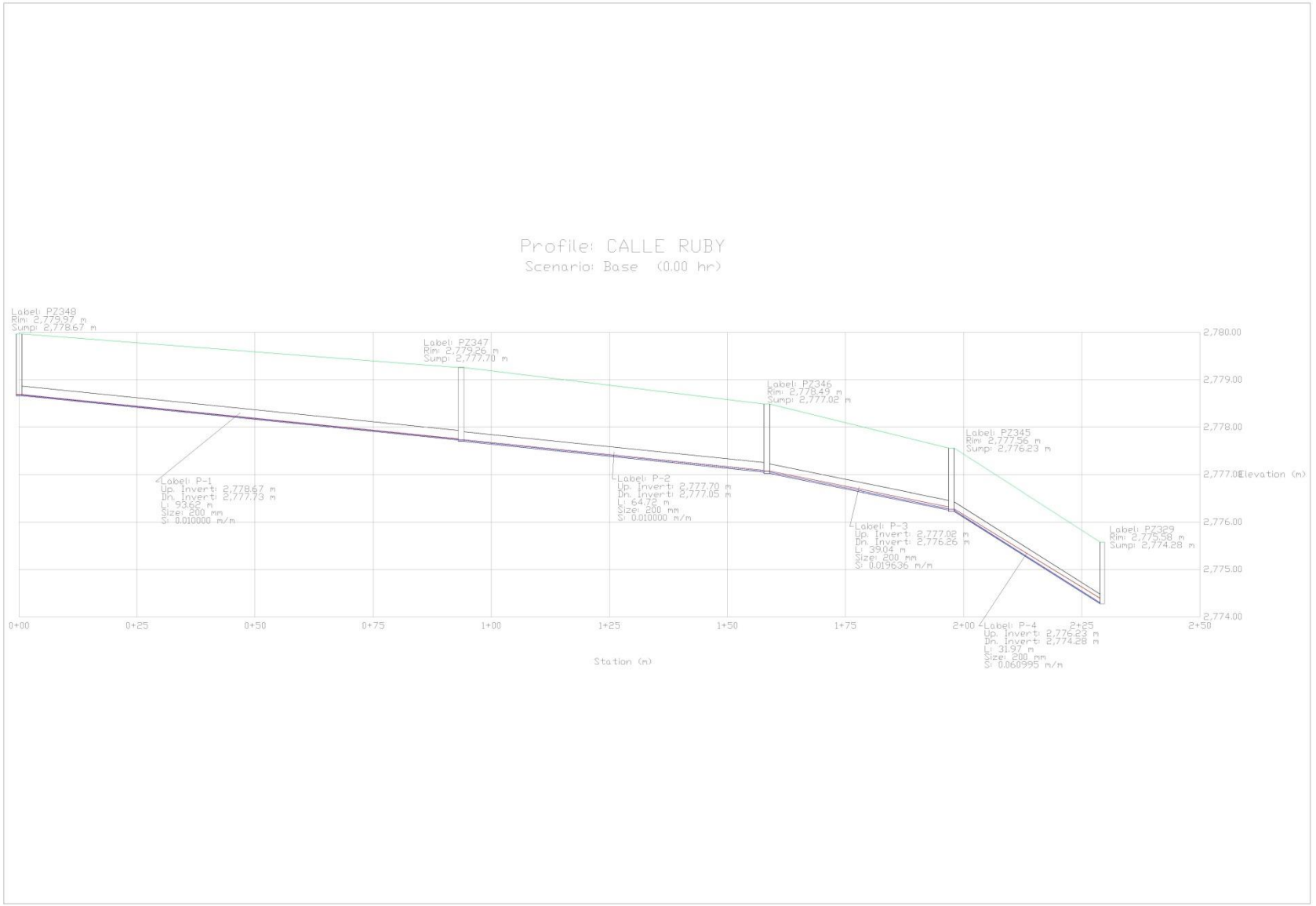


# Profile: CALLE CUARZO

## Scenario: Base (0.00 hr)

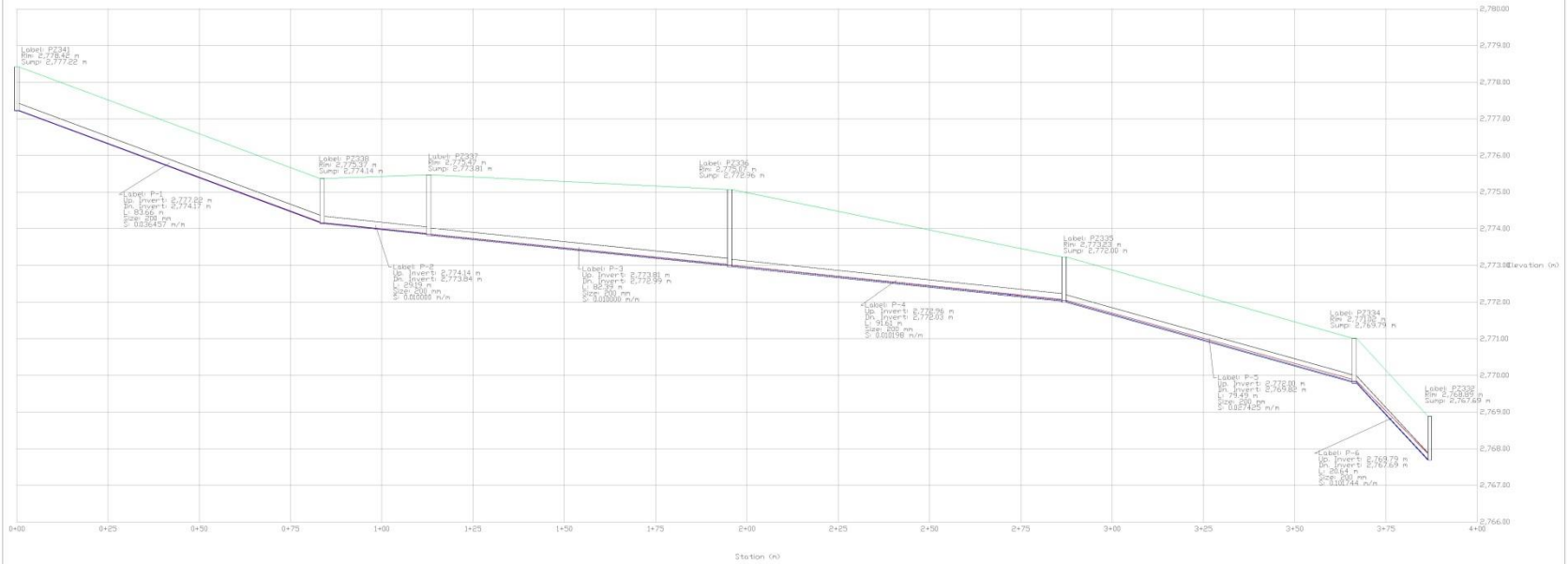



Profile: CALLE ESMERALDAS Y CALLE TOPACIO
Scenario: Base (0.00 hr)
Label: PZ236
Rim: 2,788.03 m
Sump: 2,786.83 m
Label: PZ237
Rim: 2,784.62 m
Sump: 2,783.39 m
Label: PZ228
Rim: 2,781.96 m
Sump: 2,780.69 m
Label: PZ229
Rim: 2,781.13 m
Sump: 2,779.90 m
Label: PZ230
Rim: 2,780.20 m
Sump: 2,777.56 m
Label: PZ231
Rim: 2,778.56 m
Sump: 2,777.36 m
Label: S1.86
Up. Invert: 2,777.56 m
Dn. Invert: 2,777.36 m
L: 0.50 m
Size: 200 mm
S: 0.400000 m/m
Label: P-13
Up. Invert: 2,786.83 m
Dn. Invert: 2,783.42 m
L: 70.07 m
Size: 200 mm
S: 0.048666 m/m
Label: P-14
Up. Invert: 2,783.39 m
Dn. Invert: 2,780.72 m
L: 58.50 m
Size: 200 mm
S: 0.045550 m/m
Label: P-10
Up. Invert: 2,780.69 m
Dn. Invert: 2,779.93 m
L: 66.28 m
Size: 200 mm
S: 0.011546 m/m
Label: P-11
Up. Invert: 2,779.90 m
Dn. Invert: 2,777.59 m
L: 57.05 m
Size: 200 mm
S: 0.040491 m/m
2,790.00
2,789.00
2,788.00
2,787.00
2,786.00
2,785.00
2,784.00
2,783.00
2,782.00
2,781.00
2,780.00
2,779.00
2,778.00
2,777.00
2,776.00
Elevation (m)
0+00
0+25
0+50
0+75
1+00
1+25
1+50
1+75
2+00
2+25
2+50
2+75
Station (m)


Profile: CALLE RUBY
Scenario: Base (0.00 hr)
Label: PZ348
Rim: 2,779.97 m
Sump: 2,778.67 m
Label: PZ347
Rim: 2,779.26 m
Sump: 2,777.70 m
Label: PZ346
Rim: 2,778.49 m
Sump: 2,777.02 m
Label: PZ345
Rim: 2,777.56 m
Sump: 2,776.23 m
Label: PZ329
Rim: 2,775.58 m
Sump: 2,774.28 m
Label: P-1
Up. Invert: 2,778.67 m
Dn. Invert: 2,777.73 m
L: 93.62 m
Size: 200 mm
S: 0.010000 m/m
Label: P-2
Up. Invert: 2,777.70 m
Dn. Invert: 2,777.05 m
L: 64.72 m
Size: 200 mm
S: 0.010000 m/m
Label: P-3
Up. Invert: 2,777.02 m
Dn. Invert: 2,776.26 m
L: 39.04 m
Size: 200 mm
S: 0.019636 m/m
Label: P-4
Up. Invert: 2,776.23 m
Dn. Invert: 2,774.28 m
L: 31.97 m
Size: 200 mm
S: 0.060995 m/m
2,780.00
2,779.00
2,778.00
2,777.00
2,776.00
2,775.00
2,774.00
Elevation (m)
0+00
0+25
0+50
0+75
1+00
1+25
1+50
1+75
2+00
2+25
2+50
Station (m)

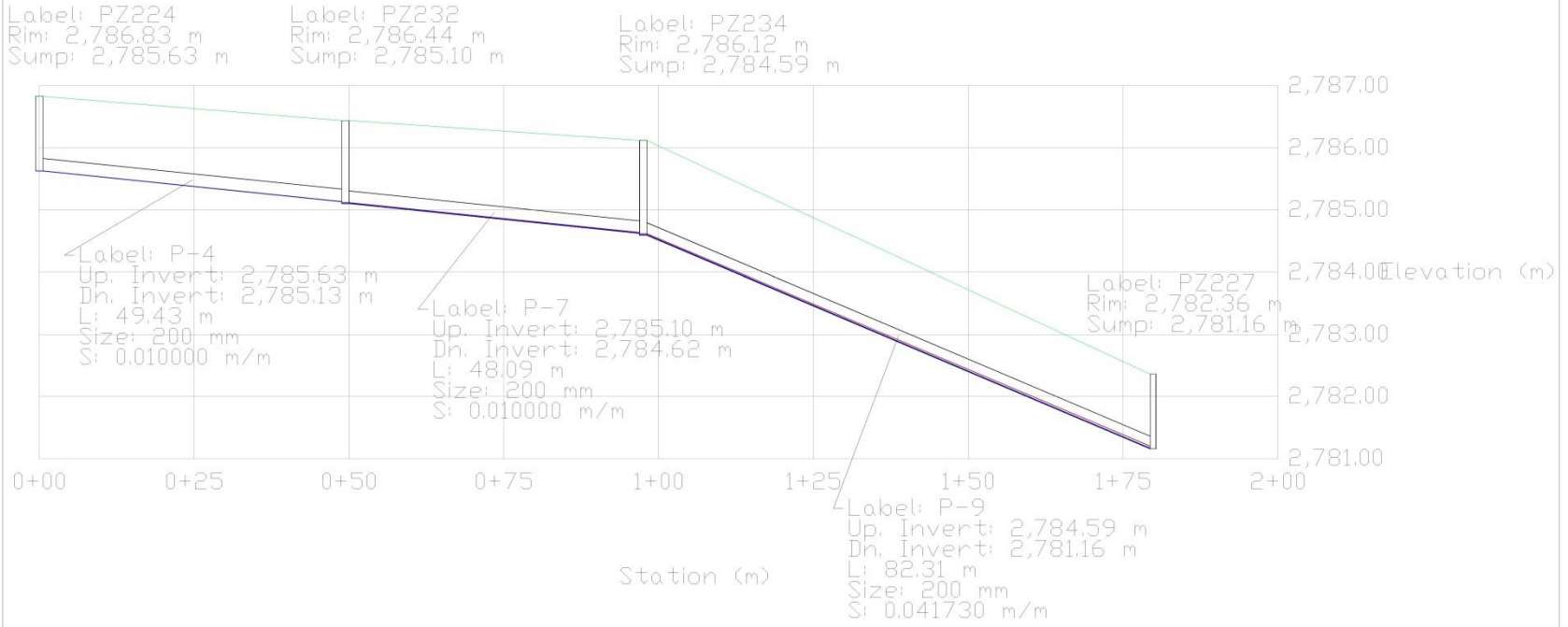
Profile: PASAJE 7 Y TRANSVERSAL 6

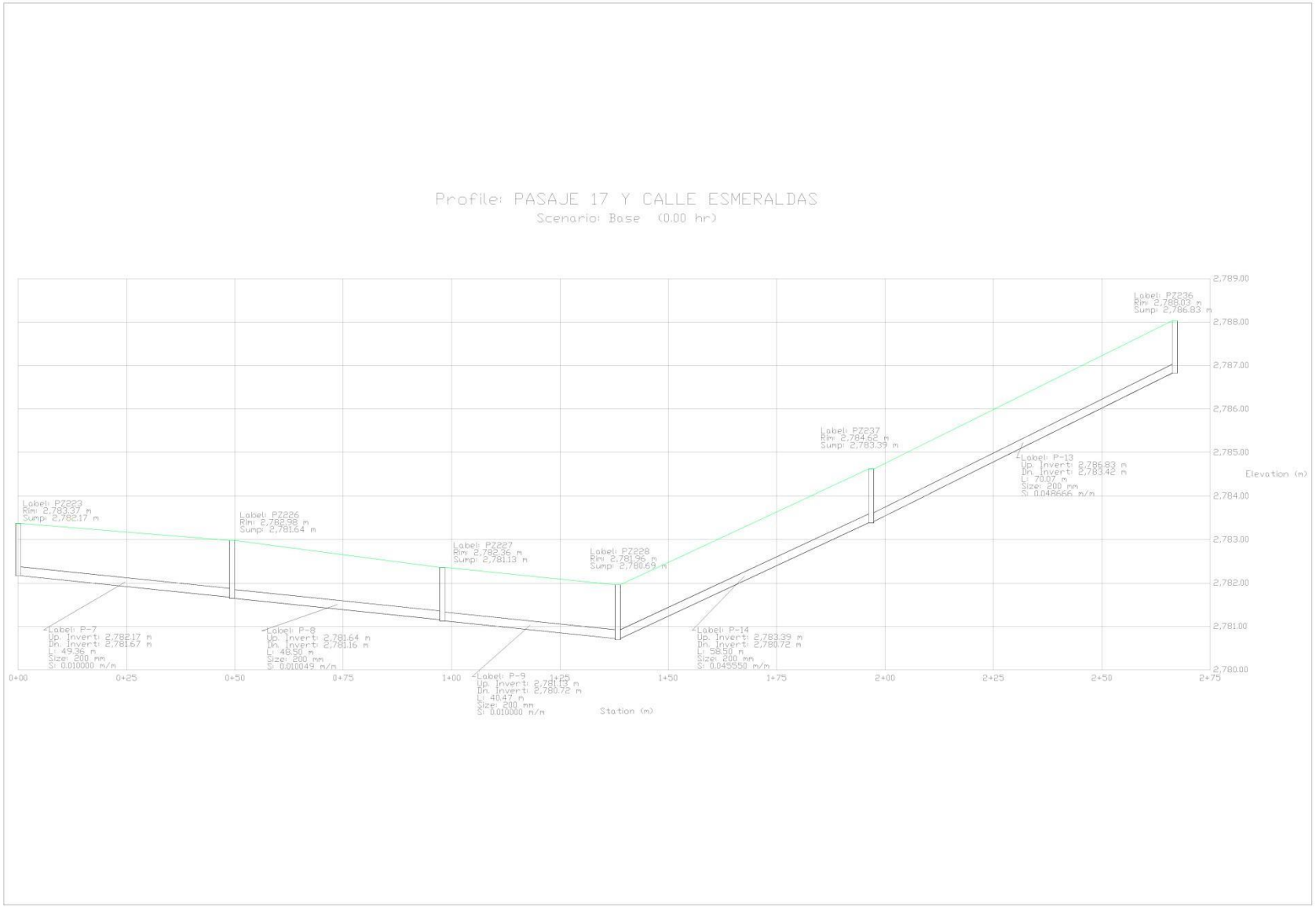
Scenario: Base (0.00 hr)



# Profile: PASAJE 16 Y CALLE AMATISTA

Scenario: Base (0.00 hr)




Profile: PASAJE 17 Y CALLE ESMERALDAS
Scenario: Base (0.00 hr)
Label: PZ223
Rim: 2,793.37 m
Sump: 2,782.17 m
Label: PZ226
Rim: 2,782.98 m
Sump: 2,781.64 m
Label: PZ227
Rim: 2,782.36 m
Sump: 2,781.13 m
Label: PZ228
Rim: 2,781.96 m
Sump: 2,780.69 m
Label: PZ237
Rim: 2,784.62 m
Sump: 2,783.39 m
Label: PZ236
Rim: 2,788.03 m
Sump: 2,786.83 m
Label: P-7
Up. Invert: 2,782.17 m
Dn. Invert: 2,781.67 m
L: 49.36 m
Size: 200 mm
S: 0.010000 m/m
Label: P-8
Up. Invert: 2,781.64 m
Dn. Invert: 2,781.16 m
L: 48.50 m
Size: 200 mm
S: 0.010049 m/m
Label: P-9
Up. Invert: 2,781.13 m
Dn. Invert: 2,780.72 m
L: 40.47 m
Size: 200 mm
S: 0.010000 m/m
Label: P-14
Up. Invert: 2,783.39 m
Dn. Invert: 2,780.72 m
L: 58.50 m
Size: 200 mm
S: 0.045550 m/m
Label: P-13
Up. Invert: 2,786.83 m
Dn. Invert: 2,783.42 m
L: 70.07 m
Size: 200 mm
S: 0.048666 m/m
2,789.00
2,788.00
2,787.00
2,786.00
2,785.00
2,784.00
2,783.00
2,782.00
2,781.00
2,780.00
Elevation (m)
0+00
0+25
0+50
0+75
1+00
1+25
1+50
1+75
2+00
2+25
2+50
2+75
Station (m)