



# **ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

## **Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra**

**“DISEÑO DE SISTEMA DE EVACUACIÓN DE AGUAS LLUVIAS PARA EL  
SECTOR DE URBANOR COMO ALTERNATIVA PARA MITIGAR LOS  
EFECTOS DEL INVIERNO”**

### **PROYECTO DE GRADO**

Previa a la obtención del Título de:

### **INGENIERO CIVIL**

Presentado por:

**RONALD DAVID MACAS CARDONA**

**JONATAN YERAJ VILLAVICENCIO MORENO**

**GUAYAQUIL-ECUADOR**

**2016**

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo va dedicado principalmente a Dios por guiarme y darme fuerzas durante mis estudios y en segundo lugar a mis padres por el inmenso apoyo en el término de mi carrera profesional

Ronald David Macas Cardona

## **DEDICATORIA**

Este trabajo está dedicado a Dios principalmente por ser torre fuerte en tiempos de necesidad y mi refugio de tiempos de angustia.

Jontan Yeraj Villavicencio Moreno

## **AGRADECIMIENTO**

Le agradecemos a nuestros padres por su ánimo y apoyo incondicional durante el desarrollo de este proyecto. A la Msc. Alby Del Pilar Aguilar Pesantes, a la Msc. María Isabel Montoya y al PhD. Miguel Ángel Chávez por la asesoría técnica brindada, y principalmente agradecemos a Dios por darnos los años de vida suficientes para alcanzar esta meta.

Ronald David Macas Cardona

Jonatan Yeraj Villavicencio Moreno

## **TRIBUNAL DEL PROYECTO**

---

**Miguel Ángel Chávez Moncayo, Ph. D.**  
**DIRECTOR DE MATERIA INTEGRADORA**

---

**Alby del Pilar Aguilar Pesantes, MSc.**  
**MIEMBRO EVALUADOR**

## **DECLARACIÓN EXPRESA**

“La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, nos corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma, a la Escuela Superior Politécnica del Litoral”

(Reglamento de Exámenes y Títulos Profesionales de la  
ESPOL)

---

**Ronald David Macas Cardona**

---

**Jonatan Yeraj Villavicencio Moreno**

## RESUMEN

El presente proyecto presenta el diseño del sistema de evacuación de aguas lluvias para el sector de Urbanor ubicado al Norte de Guayaquil, debido a que actualmente en este sitio no cuenta con este servicio.

Primero se inició un análisis de las afectaciones que sufren el sector de Urbanor y parte de Urdenor II durante el periodo invernal, con el fin de reconocer técnicamente las principales causas de acumulación de agua, los daños en la infraestructura de las calles y viviendas de las partes bajas de Urbanor, extendiéndose hasta Urdenor II.

Para la ejecución del proyecto se recopilaron datos topográficos, geológicos, climáticos y de la infraestructura superficial y subterránea de la zona, posteriormente se procesó la información topográfica del sector mediante el uso de herramientas informáticas en donde se analizó el relieve y el comportamiento hidrológico de la cuenca como base para realizar el planteamiento de soluciones.

Se presentan tres alternativas para mitigar los problemas existentes: como primera alternativa un trazado de la red que propone la utilización de un sistema de colectores de hormigón armado, como segunda alternativa un trazado que integra la adecuación de zanjas naturales para ser utilizadas como

canales, y como tercera alternativa un trazado alterno con colectores de hormigón armado que también incluye la adecuación de zanjas como canales de evacuación del sistema.

La red del sistema que se busca implementar está compuesta totalmente por tuberías de hormigón armado, complementando por la utilización de pozos de inspección especiales e imbornales ubicados en los puntos críticos de la urbanización.

Finalmente se presenta un presupuesto referencial de cada alternativa para la construcción y operación del proyecto con su respectivo cronograma valorado y se detalla los criterios de selección de la alternativa más adecuada y sus respectivas especificaciones técnicas.



## ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA .....	II
AGRADECIMIENTO .....	IV
TRIBUNAL DEL PROYECTO .....	V
DECLARACIÓN EXPRESA .....	VI
RESUMEN .....	VII
ÍNDICE GENERAL.....	IX
ABREVIATURAS .....	XIV
SIMBOLOGÍA .....	XVI
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XVIII
ÍNDICE DE TABLAS .....	XXII
ÍNDICE DE ECUACIONES .....	XXIV
CAPÍTULO 1 .....	26
INTRODUCCIÓN .....	26
1.1 Antecedentes.....	27
1.2 Objetivos.....	30
1.2.1 Objetivo General .....	30
1.2.2 Objetivos Específicos.....	30
1.3 Justificación .....	30
1.4 Descripción de la zona.....	31
1.5 Hidrología .....	33
1.6 Climatología.....	35
1.7 Geología .....	36
1.8 Relieve.....	39
CAPÍTULO 2.....	41

INFORMACIÓN TÉCNICA DISPONIBLE .....	41
2.1 Cartas topográficas del IGM .....	42
2.2 Planos urbanísticos del sector de Urbanor y Urdenor II .....	42
2.3 Geología del sector de estudio .....	42
2.4 Información hidrológica y climática del INAMHI 2012 .....	43
2.5 Distribución de las redes de alcantarillado de AALL, AASS y AAPP	43
CAPÍTULO 3.....	44
INVESTIGACIONES DE CAMPO.....	44
3.1 Infraestructura existente .....	45
3.2 Servicios Básicos.....	47
3.3 Escorrentía .....	47
3.3.1 Definición .....	47
3.3.2 Zona de estudio.....	49
3.3.3 Dirección de flujo de agua en Urbanor .....	50
3.3.4 Dirección de flujo de agua lluvia en Urdenor II.....	52
3.3.5 Zonas afectadas.....	52
3.3.6 Lavado de agregados.....	56
3.4 Alcantarillado ineficiente .....	58
3.5 Falta de mantenimiento en su sistema de drenaje .....	61
3.6 Levantamiento topográfico de los canales.....	64
CAPÍTULO 4.....	68
ANÁLISIS HIDRÁULICO DE LOS CAUDALES DE DESCARGA .....	68
4.1 Estudio hidrológico .....	69
4.1.1 Tratamiento de la topografía .....	69
4.1.2 Delimitación de subcuencas de drenaje.....	70
4.1.3 Determinación del tiempo de concentración .....	72
4.1.4 Periodo de retorno (Tr).....	73
4.1.5 Intensidad de lluvia.....	74
4.1.6 Cálculo del coeficiente ponderado de escorrentía .....	76
4.2 Cálculo de caudal en el canal del Colegio “Santa Catalina” .....	79
CAPÍTULO 5.....	81

PARÁMETROS FUNDAMENTALES DE DISEÑO.....	81
5.1 Consideraciones generales .....	82
5.2 Bases de diseño .....	82
5.2.1 Normativas .....	82
5.2.2 Periodo de diseño .....	83
5.2.3 Áreas de aportación .....	84
5.2.4 Caudal de diseño .....	85
5.3 Hidráulica del sistema de alcantarillado.....	86
5.3.1 Tipo de tuberías .....	86
5.3.2 Coeficiente de rugosidad.....	87
5.3.3 Dimensiones de tuberías.....	88
5.3.4 Capacidad en tuberías .....	88
5.3.5 Velocidades.....	91
5.3.6 Pendientes mínimas.....	92
5.4 Recomendaciones para la red .....	94
5.4.1 Profundidades .....	94
5.4.2 Pozos de revisión .....	95
5.4.3 Transiciones.....	95
5.4.4 Sumideros .....	98
5.5 Puntos críticos del sector.....	99
CAPÍTULO 6.....	105
CÁLCULOS Y DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE AALL.....	105
6.1 Consideraciones principales .....	106
6.2 Alternativa 1: Diseño de la red con tuberías de hormigón .....	106
6.2.1 Diseño de la Alternativa 1 .....	107
6.3 Alternativa 2: Diseño con tuberías de hormigón y canales existentes de la zona.....	109
6.3.1 Especificaciones de los canales.....	110
6.3.2 Verificación de la capacidad hidráulica de los canales.....	111
6.4 Alternativa 3: Diseño con tuberías de hormigón y canales de la zona	
113	

6.4.1	Descripción de la hoja de cálculo .....	114
CAPÍTULO 7.....		117
ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS PROPUESTAS.....		117
7.1	Criterios de selección.....	120
7.1	Ventajas y restricciones del proyecto integrador .....	121
CAPÍTULO 8.....		123
ESTUDIO Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL .....		123
8.1	Antecedentes.....	124
8.2	Objetivos.....	124
8.2.1	General .....	124
8.2.2	Específicos.....	125
8.3	Marco legal y estándares ambientales .....	125
8.4	Información general del área de estudio.....	135
8.5	Descripción de la línea base.....	136
8.6	Factores Ambientales afectados.....	137
8.7.1	Factores físicos o abióticos .....	138
8.7.2	Factores bióticos .....	139
8.7.3	Factores socioeconómicos.....	140
8.7	Actividades a considerar.....	141
8.7.1	Fase de construcción .....	141
8.7.2	Fase de operación.....	142
8.7.3	Fin de vida útil del proyecto.....	142
8.8	Descripción del proceso.....	143
8.9	Principales impactos ambientales.....	150
8.10	Plan de Manejo Ambiental .....	152
8.10.1	Plan de Prevención y Mitigación de Impactos.....	153
8.10.2	Plan de Manejo de Desechos .....	157
8.10.3	Plan de Comunicación, Capacitación y Educación Ambiental	160
8.10.4	Plan de Contingencias .....	162
8.10.5	Plan de Seguridad y Salud Ocupacional .....	164
8.11	Cronograma del proyecto .....	167

8.12 Presupuesto ambiental para la ejecución del proyecto.....	168
CAPÍTULO 9.....	171
PROCEDIMIENTOS Y ANÁLISIS ECONÓMICO .....	171
9.1 Especificaciones técnicas.....	172
9.1.1 Corte y remoción de losa de pavimento.....	172
9.1.2 Excavación de zanjas para colectores y pozos de inspección	173
9.1.3 Trazado y replanteo .....	174
9.1.4 Relleno con cama de piedra.....	175
9.1.5 Relleno con material de mejoramiento .....	176
9.1.6 Relleno compactado con material de sitio.....	177
9.1.7 Desalojo de materiales.....	178
9.1.8 Cámara de inspección de H.A. f'c 280 kg/cm2 tipo 1 y 2.....	179
9.1.9 Excavación manual para sumideros.....	180
9.1.10 Suministro de sumidero de reja tipo 1 y 2. ....	181
9.1.11 Relleno compactado con material de sitio para zanja de sumidero.....	181
9.1.12 Suministro e instalación de tuberías de hormigón armado.....	182
9.2 Presupuesto General.....	183
CAPÍTULO 10.....	184
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	184
10.1 Conclusiones .....	185
10.2 Recomendaciones .....	186

## ABREVIATURAS

ALL	Aguas Lluvias
IGM	Instituto Geográfico Militar
INAMHI	Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología
INEC	Instituto Nacional de Estadísticas y Censos
PVC	Policloruro de vinilo
H.A.	Hormigón Armado
Av.	Avenida
ArcGIS	Geographic Information System
INEN	Instituto Ecuatoriano de Normalización
EMAPAG	Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Guayaquil
m.s.n.m	metros sobre el nivel del mar

IEOS	Instituto Ecuatoriano de Obras y Saneamiento
IDF	Intensidad-Duración-Frecuencia
S.A.	Sociedad Anónima
C. LTDA.	Compañía Limitada
TULAS	Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria
Máx.	Máximo
Min.	Mínimo
CPE	Código Práctico Ecuatoriano
PMA	Plan de Manejo Ambiental

## **SIMBOLOGÍA**

Q	Caudal
Km	Kilómetro
L	Litros
m	Metro
hab	Habitantes
Ha	Hectárea
l	Longitud
H	Altura
l	Intensidad de lluvia
c	Coeficiente de escorrentía
°	Grados Centígrado
h	Hora



Tr	Periodo de retorno
Tc	Tiempo de concentración
m <sup>3</sup>	Metro cúbico
min	Minuto
mm	Milímetro
%	Porcentaje
s	Segundo
m <sup>2</sup>	Metro cuadrado
A	Área
V	Velocidad
S	Pendiente
Am	Área mojada
n	Coficiente de Manning
y	Tirante
hr	Transición vertical

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.1</b> Vista Satelital de los sectores Urbanor y Urdenor II, Noroeste de Guayaquil.....	33
<b>Figura 1.2</b> Limitación de la Cuenca del Río Guayas. ....	34
<b>Figura 1.3</b> Temperaturas promedio anual entre los años 2000 al 2012 en Guayaquil.....	36
<b>Figura 1.4</b> Macro dominios geomorfológicos de Guayaquil. ....	38
<b>Figura 1.5</b> Paquete de estratos originado por la formación Cayo en Urbanor. ....	38
<b>Figura 1.6</b> Relieve del sector de Urbanor y Urdenor II. ....	39
<b>Figura 1.7</b> Suelos transportados de material grueso removido en el sector de Mapasingue a la altura de la Av. Las Aguas.....	40
<b>Figura 3.1</b> Canales de tierra natural en Urbanor.....	46
<b>Figura 3.2</b> Ciclo del agua en un ecosistema .....	48
<b>Figura 3.3</b> Sectores de Urbanor y Urdenor II situados entre cerros como Mapasingue Este y el Portón De Las Lomas. ....	49
<b>Figura 3.4</b> Escasa cobertura vegetal debido a las urbanizaciones en Urbanor y Urdenor II. ....	50
<b>Figura 3.5</b> Dirección de flujo de agua lluvia en Urbanor.....	51

<b>Figura 3.6</b> Dirección de flujo de agua lluvia en el sector de Urdenor II. ....	52
<b>Figura 3.7</b> Zonas afectadas debido a la época invernal en Urbanor. ....	53
<b>Figura 3.8</b> Zona afectada (#6) a causa del invierno en Urbanor. ....	54
<b>Figura 3.9</b> Zonas afectadas debido a la época invernal en Urdenor II. ....	55
<b>Figura 3.10</b> Zona (#9) sector de Urdenor II. ....	55
<b>Figura 3.11</b> Erosión hídrica en estratos rocosos a causa del invierno. ....	57
<b>Figura 3.12</b> Erosión hídrica en calles a causa del invierno en el sector de Urbanor. ....	58
<b>Figura 3.13</b> Sistema de alcantarillado pluvial en Urdenor II. ....	59
<b>Figura 3.14</b> Ausencia de alcantarillado pluvial en Urbanor. ....	60
<b>Figura 3.15</b> Falta de mantenimiento en sumideros, Urbanor. ....	61
<b>Figura 3.16</b> Falta de mantenimiento en canales de drenaje en Urbanor. ....	62
<b>Figura 3.17</b> Formación de algas en canales de drenaje por falta de mantenimiento. ....	63
<b>Figura 3.18</b> Contaminación en calles a causa del agua empozada en Urbanor. ....	64
<b>Figura 3.19</b> Salida del canal del Colegio “Santa Catalina”. ....	65
<b>Figura 3.20</b> Localización de los perfiles topográficos en el canal del Colegio “Santa Catalina”. ....	66
<b>Figura 3.21</b> Dimensiones de los perfiles del canal del Colegio “Santa Catalina”. ....	66
<b>Figura 3.22</b> Perfiles topográficos de los canales “A” y “B” en Urbanor. ....	67

<b>Figura 4.1</b> Curvas de nivel cada 0.50 m (Urbanor), generadas en el programa Global Mapper. ....	70
<b>Figura 4.2</b> Formación de cauces por la acumulación de agua de las subcuencas.....	71
<b>Figura 4.3</b> Delimitación de las subcuencas en la zona de estudio. ....	71
<b>Figura 4.4</b> Curvas IDF para la ciudad de Guayaquil. ....	75
<b>Figura 4.5</b> Áreas de influencia consideradas en el cálculo del coeficiente de escorrentía.....	78
<b>Figura 5.1</b> Polígono irregular para el cálculo de áreas de aportación. ....	84
<b>Figura 5.2</b> Conductos parcialmente lleno.....	89
<b>Figura 5.3</b> Profundidad mínima en instalaciones de tuberías. ....	94
<b>Figura 5.4</b> Transición vertical en el interior de un pozo de revisión.....	96
<b>Figura 5.5</b> Puntos críticos debido a la acumulación de AALL en el sector de estudio. ....	100
<b>Figura 5.6</b> Punto crítico (A1), erosión y acumulación de AALL a la salida del canal “Santa Catalina”. ....	101
<b>Figura 5.7</b> Punto crítico (B2), erosión y acumulación de AALL en las calles de Urbanor.....	102
<b>Figura 5.8</b> Punto crítico (B2), dirección de flujo de AALL hacia el canal B.	102
<b>Figura 5.9</b> Punto crítico (C3), erosión y acumulación de AALL provenientes de las subcuencas A y C. ....	103

<b>Figura 5.10</b> Canal rectangular revestido de hormigón armado ubicado atrás del Colegio “Espíritu Santo”.....	104
<b>Figura 6.1</b> Alternativa 1: Diseño del sistema de evacuación de AALL con tuberías de hormigón.....	107
<b>Figura 6.2</b> Alternativa 3: Diseño del sistema de evacuación de AALL con tuberías de hormigón y canales de la zona. ....	114

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla I.</b> Servicios básicos en el sector de Urbanor.....	47
<b>Tabla II.</b> Parámetros físicos de las subcuencas hidrográficas .....	72
<b>Tabla III.</b> Tiempos de concentración en subcuencas.....	73
<b>Tabla IV.</b> Periodos de retorno para diferentes ocupaciones del área. ....	74
<b>Tabla V.</b> Curvas IDF para la ciudad de Guayaquil.....	76
<b>Tabla VI.</b> Intensidades de lluvia en cada subcuenca.....	76
<b>Tabla VII.</b> Coeficientes de escorrentía promedio de acuerdo al Tr y el área específica.....	77
<b>Tabla VIII.</b> Parámetros físicos para el canal del Colegio “Santa Catalina”. ..	80
<b>Tabla IX.</b> Coeficientes de rugosidad para diferente tipo de material. ....	87
<b>Tabla X.</b> Velocidades máximas en tuberías dependiendo del tipo de material. .....	92
<b>Tabla XI.</b> Parámetros fundamentales para el diseño de la red de AALL en Urbanor .....	106
<b>Tabla XII.</b> Alternativa 1: Hoja de cálculo del diseño de alcantarillado AALL en Urbanor.....	108
<b>Tabla XIII.</b> Datos principales de los canales A y B. ....	112
<b>Tabla XIV.</b> Cálculo del tirante normal en los canales A y B.....	112

<b>Tabla XV.</b> Cálculo del tirante crítico en los canales A y B. ....	112
<b>Tabla XVI.</b> Alternativa 3: Hoja de cálculo del diseño de alcantarillado AALL en Urbanor.....	116
<b>Tabla XVII.</b> Criterios de selección de las alternativas.....	120
<b>Tabla XVIII.</b> Etapa de construcción del proyecto. ....	143
<b>Tabla XIX.</b> Etapa de Operación del proyecto. ....	146
<b>Tabla XX.</b> Etapa de cierre o abandono.....	146
<b>Tabla XXI.</b> Impactos ambientales en las etapas del proyecto. ....	150
<b>Tabla XXII.</b> Plan de Prevención y mitigación de Impactos. ....	153
<b>Tabla XXIII.</b> Plan de Manejo de Desechos (no peligrosos). ....	157
<b>Tabla XXIV.</b> Plan de Manejo de Desechos (peligrosos).....	158
<b>Tabla XXV.</b> Plan de Comunicación, Capacitación y Educación Ambiental. ....	160
<b>Tabla XXVI.</b> Plan de Contingencias.....	162
<b>Tabla XXVII.</b> Plan de Seguridad y Salud Ocupacional ....	164
<b>Tabla XXVIII.</b> Cronograma del proyecto. (Fase de Construcción) .....	167
<b>Tabla XXIX.</b> Cronograma del proyecto. (Fase de operación) .....	167
<b>Tabla XXX.</b> Cronograma del proyecto (Fin de vida útil).....	168
<b>Tabla XXXI.</b> Presupuesto ambiental del proyecto .....	168

## ÍNDICE DE ECUACIONES

<b>Ecuación 1.</b> Tiempo de concentración.....	73
<b>Ecuación 2.</b> Coeficiente de escorrentía ponderado .....	729
<b>Ecuación 3.</b> Fórmula de Manning. ....	81
<b>Ecuación 4.</b> Caudal de diseño. ....	87
<b>Ecuación 5.</b> Método racional.....	89
<b>Ecuación 6.</b> Velocidad por fórmula de Manning.....	90
<b>Ecuación 7.</b> Fórmula de continuidad.....	90
<b>Ecuación 8.</b> Radio hidráulica en tuberías circulares llenas.....	90
<b>Ecuación 9.</b> Velocidad en en tuberías parcialmente llenas.....	91
<b>Ecuación 10.</b> Caudal en en tuberías parcialmente llenas. ....	91
<b>Ecuación 11.</b> Área hidráulica en tuberías parcialmente llenas .....	91
<b>Ecuación 12.</b> Radio hidraulico en tuberías parcialmente llenas.....	91
<b>Ecuación 13.</b> Perimetro mojado en tuberías parcialmente llenas. ....	91
<b>Ecuación 14.</b> Ángulo de espejo de agua en tuberías parcialmente llenas...	91
<b>Ecuación 15.</b> Esfuerzo cortante en tuberías. ....	92
<b>Ecuación 16.</b> Relación entre velocidades a tubo lleno y tubo parcialmente lleno. ....	92



<b>Ecuación 17.</b> Relación entre caudales tubo lleno y tubo parcialmente lleno. .....	92
<b>Ecuación 18.</b> Pendiente de tuberías. ....	94
<b>Ecuación 19.</b> Pendiente mediante la fórmula de Manning.....	94
<b>Ecuación 20.</b> Pérdida de carga.....	97
<b>Ecuación 21.</b> Pérdida de carga por cambios de dirección.....	98
<b>Ecuación 22.</b> Pérdida de carga neta.....	98

# **CAPÍTULO 1**

## **INTRODUCCIÓN**

## 1.1 Antecedentes

Durante la década de los cincuenta la constructora “Urbanizadora del Salado” S.A. adquirió alrededor de 300 ha de terreno a las riberas del tramo Norte del Estero Salado con el objetivo de urbanizar la zona y crear uno de los primeros planes habitacionales del norte de Guayaquil, lo que hoy en día se conoce como Urdesa. La urbanización fue dividida en dos sectores de acuerdo a la capacidad económica de los clientes en Urdesa Central y Norte, siendo esta última donde serían ubicadas viviendas más económicas respecto al otro sector. Con el tiempo al ser totalmente habitado y convertirse en un foco comercial de la ciudad, zonas aledañas a Urdesa como Mapasingue y Urbanor empezaron a poblarse, pasando a ser de cerros inhabitados a comunidades improvisadas, que se instalaron de manera irregular ampliando las zonas de invasión en el sector Norte de Guayaquil.

Los asentamientos irregulares son producto de la necesidad insatisfecha de vivienda, de familias de escasos recursos que suelen provenir de zonas rurales e irrumpen el espacio urbano provocando un desajuste en los planes municipales de urbanización en los que no se ha previsto eventos de invasión en laderas de los cerros, terrenos poco estables y en zonas inundables como márgenes de ríos y quebradas.

En el caso de Urbanor, con el objetivo de frenar las invasiones, a principios de la década pasada se lotizaron oficialmente los terrenos habitados y se empezó, por parte de la Municipalidad el proceso de urbanización que concluyó con la construcción de calles y la instalación de alcantarillado de aguas residuales; sin embargo, no se incluyó el sistema de alcantarillado pluvial.

La ausencia del sistema de evacuación de Aguas Lluvias (AALL) en el sector de estudio afecta fundamentalmente a las partes bajas durante el periodo invernal, debido a que el diseño del alcantarillado pluvial de Mapasingue Este atraviesa la vía de la Av. "Las Aguas" y desfoga en un canal de tierra natural ubicado en el Colegio "Santa Catalina" en Urbanor.

El diseño original del alcantarillado de Mapasingue Este no previó el asentamiento irregular en el sector de estudio, por lo que es necesario encontrar alternativas para el manejo adecuado de las AALL que desembocan en Urbanor y que deben encauzarse a través de un sistema de alcantarillado pluvial que recoja tanto las AALL provenientes de Mapasingue y El Portón de las Lomas como las de la parte baja de la urbanización objeto de estudio.

Los impactos que causa la abundancia de AALL son múltiples, en primer lugar la proliferación de plagas afectan a la salud de la comunidad; en segunda instancia, el agua erosiona el suelo, lo que genera el

levantamiento de la carpeta asfáltica y por último el arrastre de sedimentos que impide que el agua fluya originando empozamientos y el colapso del sistema de aguas residuales ya que en este sector no existe el sistema de evacuación de aguas lluvias.

Otro efecto colateral del desfogue descontrolado de las aguas lluvias provenientes de Mapasingue Este lo experimenta un sector de Urbanor II cuyo alcantarillado pluvial se satura por las aguas provenientes de la parte alta de Urbanor.

El exceso de fluido más el inadecuado diseño del sistema de alcantarillado, reduce la eficiencia hidráulica de las redes de evacuación existentes provocando que el agua fluya por las calles con los respectivos impactos mencionados.

El proyecto pretende analizar las condiciones naturales y sociales de Urbanor, con el objetivo de realizar el diseño del sistema de alcantarillado pluvial apropiado para el sector, de tal manera que se logre controlar las inundaciones producidas por el invierno, mitigar las consecuencias negativas sobre las calles, y mejorar la calidad de vida de los moradores de ambos sectores.

## **1.2 Objetivos**

### **1.2.1 Objetivo General**

- Presentar soluciones técnicas de ingeniería a través de la recopilación de información del lugar y los trabajos realizados en oficina que contrarresten los efectos perjudiciales del periodo invernal en el sector de Urbanor considerando el impacto ambiental, social y económico.

### **1.2.2 Objetivos Específicos**

- Diseñar un sistema de evacuación de aguas lluvias para el sector de Urbanor.
- Definir diferentes trazados como alternativas de solución para el proyecto, escogiendo la más factible, tomando en cuenta el factor técnico, económico y social.
- Conceptuar un plan de manejo ambiental y de mitigación para las soluciones planteadas.

## **1.3 Justificación**

Uno de los principales problemas que tiene la ciudad de Guayaquil en época invernal son las formaciones de charcos de agua en varios sectores de la urbe que son gravemente afectados por la ineficiencia en la evacuación de las aguas durante las precipitaciones.

Los sectores Urbanor y Urdenor II son zonas que presentan este tipo de problema a causa de su ubicación en la parte baja de una subcuenca formada entre los cerros de Mapasingue Este y de las Lomas de Urdesa. Se puede considerar una zona gravemente afectada por las lluvias que afectan sus vías con lodo y desechos sólidos, que estancan en zanjas y calles por la obstrucción de algunos sumideros, lo que pone en riesgo la salud de sus habitantes al facilitar la proliferación de enfermedades que pueden ser transmitidas por mosquitos, roedores u otros insectos.

Por otro lado, en base a encuestas realizadas en el sector se estima que alrededor de 700 m de carpeta asfáltica son regenerados anualmente en Urbanor a causa de los daños en la superficie que se generan como consecuencia de las intensas lluvias.

Por tal motivo, se pretende realizar un análisis profundo y detallado sobre el caudal de escorrentía superficial originado por las precipitaciones ocurridas en invierno, planteando alternativas técnicas que mitiguen los efectos de la problemática expuesta mejorando la salubridad, el bienestar social y la serviciabilidad de las vías, siendo Urbanor el principal beneficiario y como segundo beneficiario Urdenor II.

#### **1.4 Descripción de la zona**

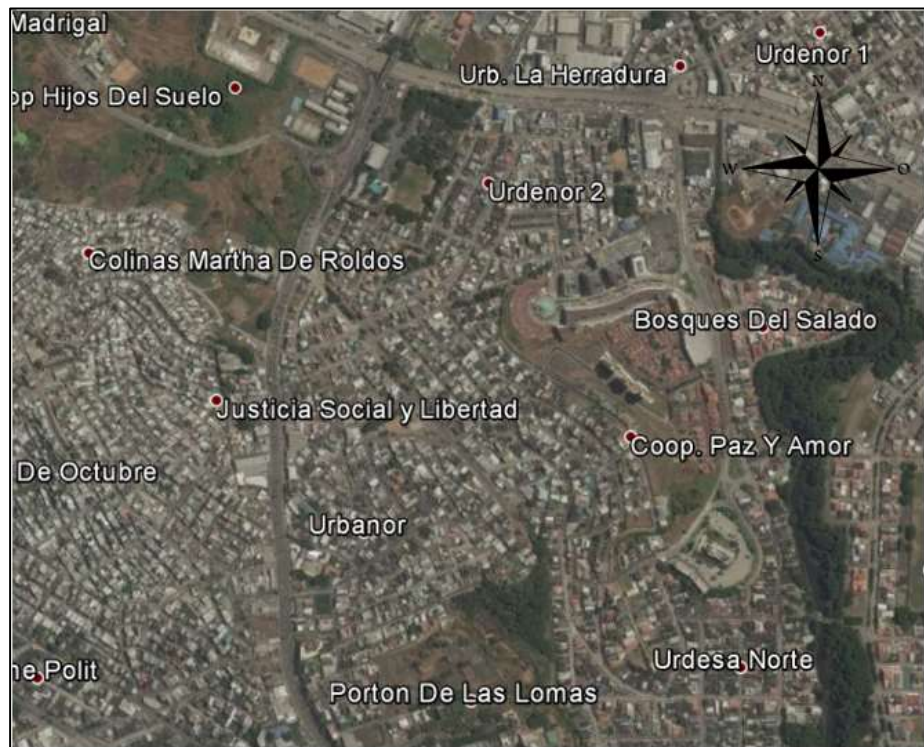
Los sectores de Urbanor y Urdenor II, cuyas coordenadas son Latitud: 2°09'21.72" Longitud: 79°54'41.67", Latitud: 2°08'57.71" Longitud:

79°54'34.11" (1), respectivamente, se encuentra ubicado al Noroeste de la ciudad de Guayaquil, perteneciente a la parroquia Tarqui; se puede tener acceso ya sea por la Av. Las Aguas o por la Av. Juan Tanca Marengo.

Su extensión es de 59 ha, aproximadamente, con una población de 25 mil habitantes, cuenta con servicios básicos como agua potable, luz eléctrica, telefonía convencional y móvil, alcantarillado sanitario, entre otros.

Como se puede observar en la Figura 1.1, la zona de estudio se encuentra localizado entre cerros como Mapasingue Este (izquierda) y el Portón De Las Lomas (abajo), cercano a Urdenor II está el Centro de Estudios Espíritu Santo y el Parque Empresarial Colón, siguiendo un poco más al este se puede apreciar un brazo del Estero Salado, donde la gran parte de los sectores de la parroquia Tarqui descargan sus aguas lluvias y residuales.





**Figura 1.1** Vista Satelital de los sectores Urbanor y Urdenor II, Noroeste de Guayaquil.

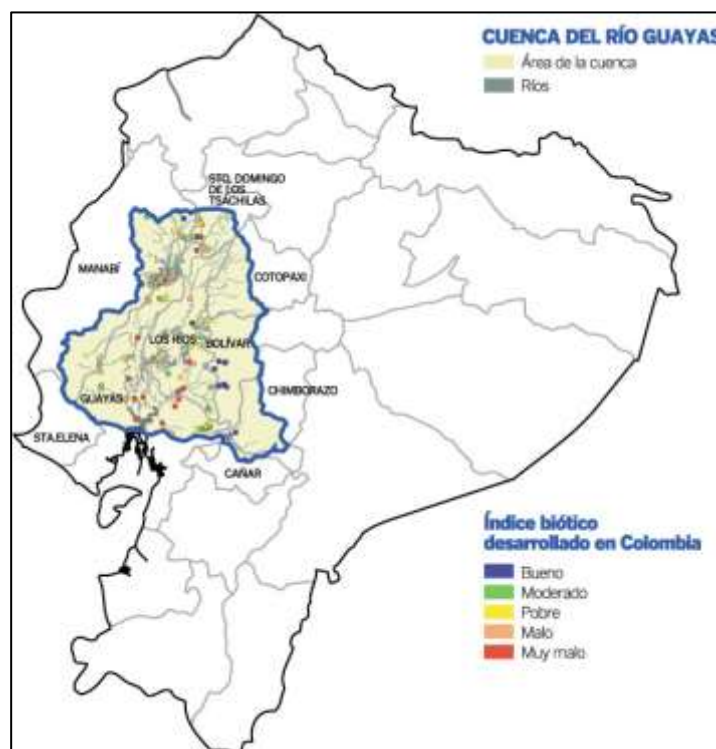
**Fuente:** Google Earth, 2016.

## 1.5 Hidrología

La ciudad de Guayaquil está situada en la parte baja de la cuenca del río Guayas, el cual tiene una extensión de 40 000 km<sup>2</sup> que nace en las provincias del Pichincha y Cotopaxi, recorriendo varias provincias del país como el Chimborazo, Los Ríos y Guayas, y desemboca en el Golfo de Guayaquil en el Océano Pacífico (Figura 1.2). El Guayas recibe las aguas de dos grandes afluentes, el Daule y el Babahoyo, estos se unen al norte de la ciudad formando un gran caudal que descarga un promedio anual de 30 000 millones de m<sup>3</sup> de agua en el golfo de Guayaquil.

Al otro lado del centro urbano del puerto principal encontramos uno de los varios ramales que conforman el Estero Salado, es considerado como un sistema estuarino, originado en el golfo de Guayaquil, dividiendo varios sectores tanto de la ciudad como del cantón. Está compuesto por una compleja red de drenajes, que, desde el punto de vista geomorfológico y oceanográfico, es un brazo de mar. (Ecuavisa, 2013)

Cerca de los sectores de Urbanor y Urdenor II, Noroeste de la urbe, está rodeado por brazos que conforma el Estero Salado, que es precisamente la fuente natural en donde se descarga caudales de aguas lluvias y servidas de la zona.

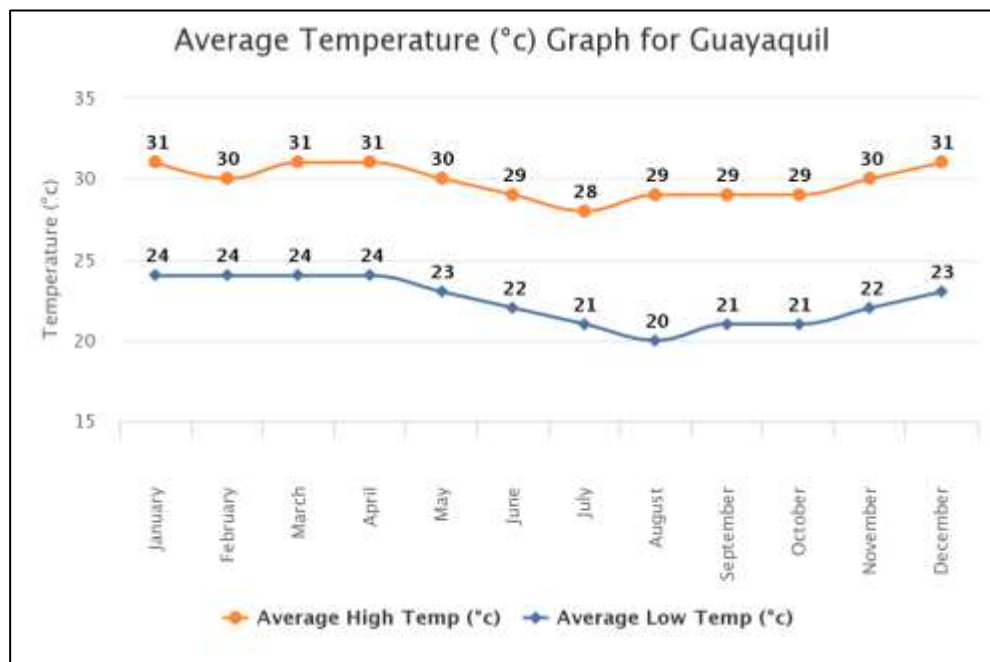


**Figura 1.2** Limitación de la Cuenca del Río Guayas.  
**Fuente:** (Diario El Universo, 2014)

## 1.6 Climatología

El clima del puerto principal resulta de la combinación de varios factores, está localizado en plena zona ecuatorial, cercana al Océano Pacífico que influye con las corrientes de Humboldt (fría) y del Niño (cálida) haciendo que el clima sea tipo tropical sabana y tropical monzón, por lo que se obtiene temperaturas elevadas en casi todo el año (Figura 1.3). La temperatura promedio anual varía entre los 20 y 27 °C, en el que se tiene un clima tropical benigno si se considera la latitud referenciada de la ciudad. (Correa Bustamante, 2002)

Se tiene dos estaciones bien marcadas, un periodo lluvioso y húmedo, conocido como invierno por el cual se hace presente el calor típico del trópico, durante los meses comprendido de enero a mayo en el que ocurre el 97% de la precipitación y corresponde al verano austral; y un periodo seco y fresco, conocido como verano que va desde los meses de junio a diciembre, en el que ocurre el 20% de precipitación anual y corresponde al invierno austral. (La Provincia del Guayas, s.f.)



**Figura 1.3** Temperaturas promedio anual entre los años 2000 al 2012 en Guayaquil.

**Fuente:** (WorldWeather, s.f.)

## 1.7 Geología

La geomorfología de Guayaquil se caracteriza por la presencia de tres macro-dominios geológicos (puntos 1,2 y 3 Figura 1.4), donde cada uno presenta características propias.

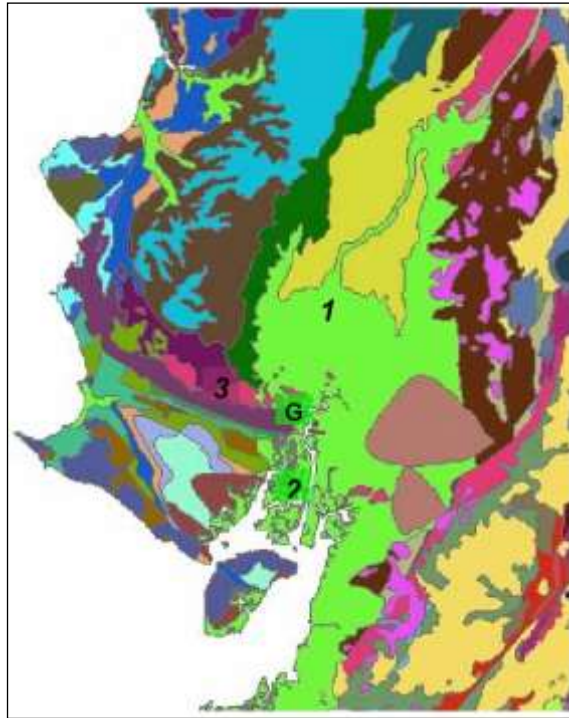
En el sector Noreste de la ciudad y cierta parte de Samborondón y Durán encontramos la llanura aluvial conformada por las cuencas hidrográficas de los ríos Daule y Babahoyo (1), dando origen al río Guayas, presentando características estuarinas como agua salobre e influencia de las mareas. A partir de los cerros del Carmen, Santa Ana y Durán hacia el Sur, se localiza el Complejo Deltaico-Estuarino de la Ría Guayas

(2), este se caracteriza por tener un área extensa de forma triangular conformada por islas con bosques de manglar y canales de agua salobre. Por otra parte, los cerros de la cordillera Chongón-Colonche ocupan el cuadrante Noroeste de la ciudad (3), que se desarrolla hacia el Oeste a partir de los cerros del Barrio San Pedro y ciudadela Bellavista. En esta cordillera existen rocas de las formaciones Ancón, Las Masas, San Eduardo, Guayaquil, Cayo y Piñón y su geoforma está formada por tres dominios bien definidos, estructurales, erosivos y acumulativos.

En el sector de Urbanor está localizada la formación Cayo (sensu strictu), que forma parte de la cordillera Chongón-Colonche con dominio erosivo, constituidas por brechas. Presenta colinas de baja altura de aproximadamente 20 a 50 m con vertientes cóncavo-convexas y de cimas redondeadas. Más hacia el Noroeste, en el mismo nivel estratigráfico, presentan colinas más altas de unos 100 a 200 m de altura, y en las partes media a superior de la formación Cayo se puede apreciar un mayor control de la estructura homoclinal, tal es el caso del cerro Mapasingue hacia el campus Espol de la prosperina.

En el sector, también se pueden observar tres paquetes de estratos bien marcados, donde en el primero se tiene material sedimentario volcánico con meteorización esferoidal con una ocurrencia de 4.50 m, el segundo paquete presenta estratos métricos de color verde con espesor de 6.20

m y finalmente una secuencia de lutitas grises de unos 6.40 m de espesor (Figura 1.5). (Reinoso, Michalón, & Avilés, 2005)



**Figura 1.4** Macro dominios geomorfológicos de Guayaquil.  
**Fuente:** (Reinoso, Michalón, & Avilés, 2005)



**Figura 1.5** Paquete de estratos originado por la formación Cayo en Urbanor.  
**Fuente:** (Reinoso, Michalón, & Avilés, 2005)

## 1.8 Relieve

El relieve general de la cuenca del Río Guayas es variado. En la zona norte, su relieve es ondulado con elevaciones de 54 a 650 m.s.n.m., de Sur a Norte, en cambio, de Oeste a Este, se tiene elevaciones entre 460 a 4200 m.s.n.m. En la planicie aluvial del Sur, el relieve va desde los 46 m en Balzar hasta 4 m en Guayaquil, en sentido Norte-Sur. (La Provincia del Guayas, s.f.)

En el área de estudio, en sentido Norte-Sur, se tienen cotas que van desde los 5 a 44 m.s.n.m., y en el sentido Oeste-Este se presentan elevaciones que van desde los 15 a 35 m.s.n.m. Al Oeste del sitio, es decir, en Mapasingue Este se tienen cotas hasta de 109 m.s.n.m.; hacia el Sur, en las Lomas de Urdesa las cotas llegan hasta los 55 m.s.n.m (Figura 1.6).



**Figura 1.6** Relieve del sector de Urbanor y Urdenor II.  
**Fuente:** Google Earth, 2016.



A la altura de la Av. Las Aguas se observan suelos transportados (Figura 1.7), formados por el proceso erosivo, originados por los detritos que se depositan al pie de las colinas o en cauces o valles incipientes, por lo general estos tipos de suelos son utilizados para el relleno y estabilización del suelo. (Reinoso, Michalón, & Avilés, 2005)



**Figura 1.7** Suelos transportados de material grueso removido en el sector de Mapasingue a la altura de la Av. Las Aguas.  
**Fuente:** (Reinoso, Michalón, & Avilés, 2005)



## **CAPÍTULO 2**

### **INFORMACIÓN TÉCNICA DISPONIBLE**

A continuación se detalla una serie de documentos, los cuales contribuyeron con información pertinente para el estudio realizado:

### **2.1 Cartas topográficas del IGM**

Para la realización de este proyecto se contó con cartas topográficas de Guayaquil a escala 1:50,000 proporcionados por el Instituto Geológico Militar del Ecuador que permiten observar la situación geográfica de la zona, identificar los desniveles en las curvas de nivel espaciados cada 20 m y analizar cómo estas depresiones pueden afectar el área de estudio.

### **2.2 Planos urbanísticos del sector de Urbanor y Urdenor II**

Información de la distribución urbana de los lotes, manzanas y calles que conforman la ciudad de Guayaquil, proveniente de la Municipalidad local, con lo cual ha sido posible identificar los caminos vecinales tanto afectados como no afectados.

### **2.3 Geología del sector de estudio**

La composición litológica del sitio y zonas aledañas, se encuentra contemplada en parte de la tesis del Ing. R. Michalon (2009), donde describe la formación rocosa del sector, así como también del detalle de los estratos del macizo rocoso.

## **2.4 Información hidrológica y climática del INAMHI 2012**

Obtenido del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), el cual presenta el anuario meteorológico e hidrológico del año en el que se ha presentado uno de los periodos lluviosos más representativos de la última década. La utilidad de estos datos radica en su consideración para el cálculo de caudales aportantes en las calles.

## **2.5 Distribución de las redes de alcantarillado de AALL, AASS y AAPP**

Información proporcionada por la empresa INTERAGUA a través de planos que contiene la distribución de las obras hidráulicas que conforman la red de alcantarillado de la parte baja de Mapasingue Este y Urdenor II. Estos documentos servirán como guía para el planteo de las alternativas que se adapten de forma óptima a la red existente disminuyendo al mínimo los daños en la infraestructura actual.

# **CAPÍTULO 3**

## **INVESTIGACIONES DE CAMPO**

### 3.1 Infraestructura existente

La urbanización "Urbanor" posee, en su mayoría, de una infraestructura vial de doble sentido, totalmente asfaltada, lo que permite a sus habitantes tener un fácil acceso hacia sus hogares, trabajos, unidades educativas, locales comerciales propios del sector como despensas, entre otros.

Cuenta con un pequeño parque el cual lleva su nombre, redes eléctricas, telefónicas, red de agua potable y aguas servidas, además disponen de canales de drenaje que conducen las aguas provenientes de escorrentía superficiales, que se conectan a la red de alcantarillado AALL en Urdenor II; sin embargo, como ya se comentó anteriormente, Urbanor no cuenta con un sistema de drenaje de AALL.

Dentro de su infraestructura se tiene lo siguiente:

Calles: en su mayoría de material asfáltico, de doble sentido, con pendiente transversal del 2% dirigida hacia las cunetas; longitudinalmente tiene una pendiente de aproximadamente de 3 a 5%.

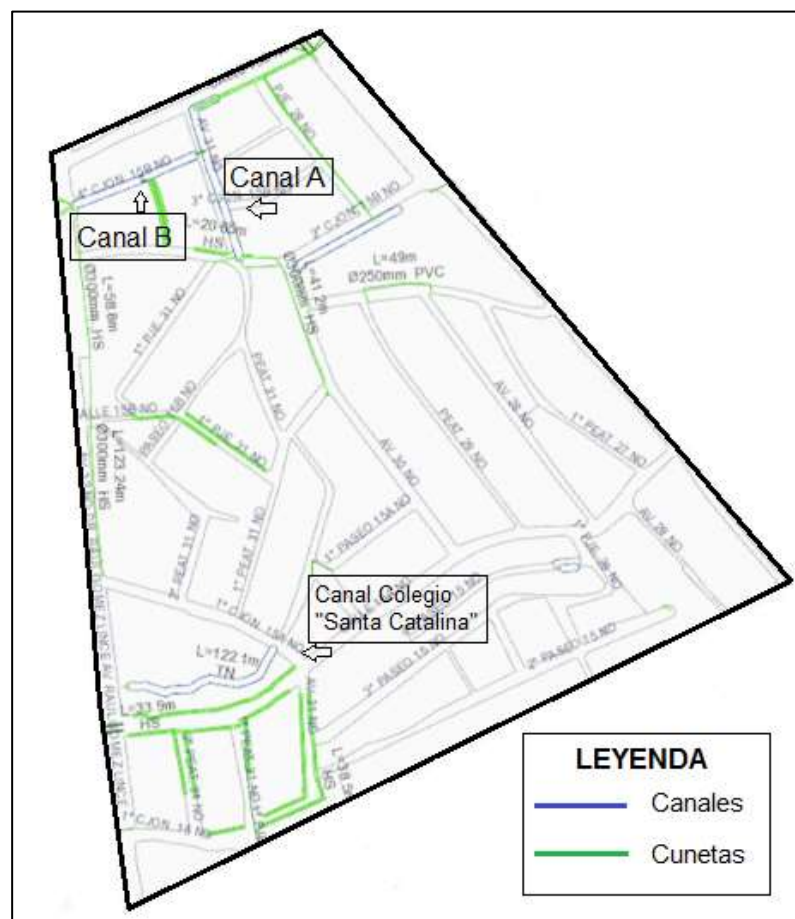
Aceras: las aceras son de hormigón con resistencia a la compresión de 210 kg/cm<sup>2</sup>, con juntas de dilatación de aproximadamente 2 m.

Bordillos: son de tipo bordillo cuneta, con dimensión transversal de 40 cm, fundidos con hormigón con una resistencia a la compresión de 210

kg/cm<sup>2</sup>. La dimensión longitudinal entre cada paño no excede de los 3 m.

Viviendas: la mayoría de las viviendas son de hormigón armado, de 1 a 2 pisos; algunos de ellos ofrecen servicio al público brindando comidas típicas y pequeñas despensas.

Canales: existen 3 canales de drenaje de AALL, de tierra natural, denotada de la siguiente manera:



**Figura 3.1** Canales de tierra natural en Urbanor.  
Fuente: INTERAGUA

## 3.2 Servicios Básicos

Los servicios básicos que gozan los habitantes del sector, se resumen en la siguiente tabla:

**Tabla I.** Servicios básicos en el sector de Urbanor.

<b>Servicios básicos</b>	<b>Sistema</b>
Agua Potable	Red de agua potable
Aguas Residuales	Alcantarillado Sanitario
Electricidad	Red eléctrica – CNEL
Telefonía convencional	CNT
Recolección de basura	Puerto Limpio
Transporte	Buses públicos (Av. Las Aguas)
Vías de acceso	Material asfáltico

**Fuente:** (Rodríguez Aroca & Sandoya Sánchez, 2008)

## 3.3 Escorrentía

### 3.3.1 Definición

Se denomina escorrentía a la corriente de agua que se vierte al rebosar su depósito o cauce ya sea de origen natural o artificial. Proviene de precipitaciones (agua o nieve) que alimenta a las corrientes superficiales, continuas o intermitentes de una cuenca (Figura 3.2). Existen varios tipos de escorrentía según su procedencia. (Juncosa Rivera)

**Superficial o Directa.-** Ocurre cuando la capacidad de infiltración es menor a la intensidad de lluvia, por lo que el agua comienza a escurrir por la superficie del terreno, formando una capa delgada de agua que se mueve gracias a la acción de la gravedad

producida por la pendiente del terreno y es frenada por las irregularidades de la misma, por la presencia de vegetación hasta dirigirse a una red de drenaje.

**Subsuperficial o Hipodérmica.-** A diferencia de lo anterior, el agua precipitada se infiltra en el suelo, moviéndose sub horizontalmente por los horizontes superiores reapareciéndose súbitamente al aire libre como manantial e incorporándose hacia los microsurcos superficiales para conducirlos hacia una red de drenaje.

**Subterránea.-** Es la precipitación que se infiltra hasta el nivel freático, a partir del cual, circula hasta alcanzar la red de drenaje.



**Figura 3.2** Ciclo del agua en un ecosistema  
Fuente: (Ciclo del Agua, 2014)



### 3.3.2 Zona de estudio

Con la finalidad de determinar las principales zonas que más daños sufren debido a las fuertes precipitaciones que se dan en época invernal, se ha hecho uso de la herramienta de Google Earth Pro, mediante esta tecnología que opera a través del internet, se puede observar el relieve de la zona de estudio, así como también sus cotas y coordenadas del lugar.

Como se puede observar en la Figura 3.3, los sectores de Urbanor y Urdenor II, poseen un terreno rodeado de elevaciones, como es el caso de los cerros de El Portón de las Lomas y Mapasingue Este.



**Figura 3.3** Sectores de Urbanor y Urdenor II situados entre cerros como Mapasingue Este y el Portón De Las Lomas.  
**Fuente:** Google Earth Pro, 2016.

La escasa cobertura vegetal que existe en la zona de estudio (Figura 3.4) provoca problemas en la evacuación de AALL debido a ello, el agua fluye superficialmente y no se infiltra en el suelo, lo que causa un colapso en el sistema de drenaje por la acumulación de sedimentos y desechos.



**Figura 3.4** Escasa cobertura vegetal debido a las urbanizaciones en Urbanor y Urdenor II.

**Fuente:** Google Earth Pro, 2016.

### **3.3.3 Dirección de flujo de agua en Urbanor**

A partir de lo antes mencionado, se analizó la dirección con la que fluye el agua lluvia (escorrentía) de los sectores de Urbanor y Urdenor 2.

Con la ayuda del programa de Google Earth Pro y las visitas de campo realizadas, se determinó la dirección de flujo de agua lluvia en el sector de Urbanor.

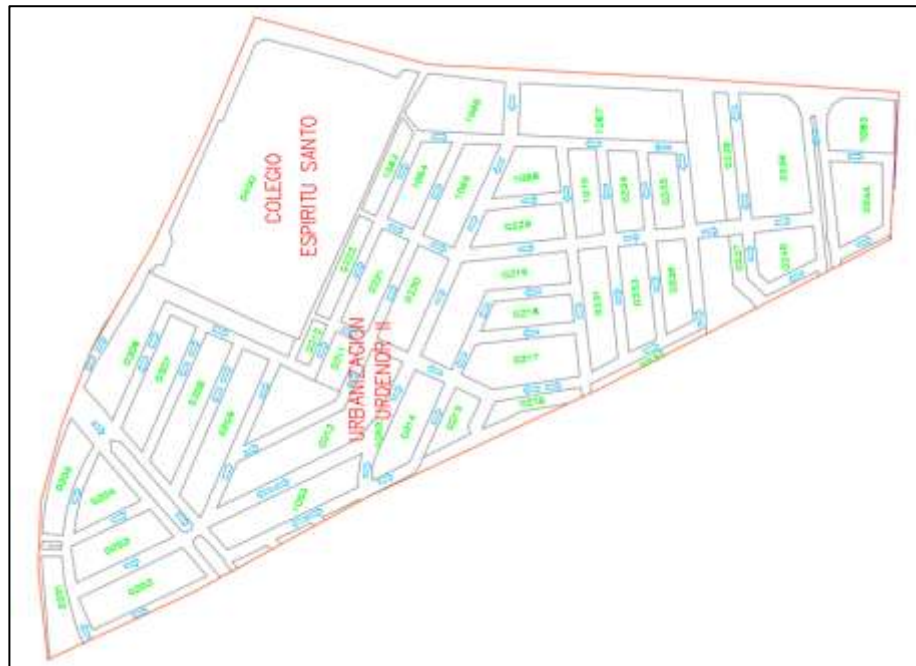


**Figura 3.5** Dirección de flujo de agua lluvia en Urbanor.  
**Fuente:** Autores, 2016.

Como se observa en la Figura 3.5, el agua lluvia que cae en el sector de Urbanor fluye por gravedad a causa de la topografía irregular, dirigiéndose hacia el Noreste que es la parte más baja, que descarga su caudal hacia el sector de Urdenor 2.

### 3.3.4 Dirección de flujo de agua lluvia en Urdenor II

Con la misma metodología con la que se determinó la dirección del flujo de agua lluvia en Urbanor, se procedió a analizar cómo fluye el agua lluvia en Urdenor 2.



**Figura 3.6** Dirección de flujo de agua lluvia en el sector de Urdenor II.

A causa de la topografía irregular del sector de Urdenor 2, el agua lluvia fluye y se dirige hacia el Este, descargando en uno de los brazos del Estero Salado (Figura 3.6).

### 3.3.5 Zonas afectadas

Con el análisis realizado en el apartado anterior y las constantes visitas de campo, se pudo observar que existen varias zonas

afectadas debido a las fuertes precipitaciones que se dan en época invernal.



**Figura 3.7** Zonas afectadas debido a la época invernal en Urbanor.

En el sector de Urbanor se encontró que hay 21 zonas afectadas a causa de la lluvia invernal (Figura 3.7), que provoca la acumulación de un gran volumen de agua en la superficie que deteriora la capa de rodadura asfáltica, poco resistente y de rápida erosión ante el exceso de fluido.



**Figura 3.8** Zona afectada (#6) a causa del invierno en Urbanor.

Como se puede observar en la Figura 3.8, específicamente la zona 6, es una de las zonas que son afectadas por problemas de inundación a causa de la erosión hídrica en la calzada por el paso de los vehículos.

Por otro lado, en el sector de Urdenor II, existen 11 zonas afectadas por las lluvias que provocan pequeños charcos sin impacto sobre la capa de rodadura (Figura 3.9), que al ser de hormigón no presentan problemas de erosión.





**Figura 3.9** Zonas afectadas debido a la época invernal en Urdenor II.



**Figura 3.10** Zona (#9) sector de Urdenor II.

En el sector de Urdenor II, al existir el sistema de alcantarillado y vías de hormigón no se forman charcos de agua ni deterioro de las calles, tal como se puede observar en la Figura 3.10.

### **3.3.6 Lavado de agregados**

Uno de los principales problemas que ocurre ante la presencia de escorrentía superficial en temporada invernal, es la erosión hídrica, causada por dos factores, el primero es el desgaste de la capa de rodadura de las calles, y en segundo lugar el desprendimiento parcial de una superficie rocosa aledaña, estos materiales sólidos impiden que el agua lluvia no fluya con normalidad hacia los diferentes puntos de evacuación de los sistemas de drenaje, que en ciertas ocasiones taponan los sumideros, provocando la acumulación de agua en las vías como se ilustró en el apartado anterior.





**Figura 3.11** Erosión hídrica en estratos rocosos a causa del invierno.

Esta problemática mencionada anteriormente, se puede evidenciar con mayor claridad en el sector de Urbanor (Figura 3.11), que forma parte de la cordillera Chongón-Colonche (formación Cayo), con alto dominio erosivo y con topografía irregular que hace que algunas partículas de los estratos rocosos se segreguen, transporten y sedimenten hacia la parte más baja en presencia de escorrentía superficial.

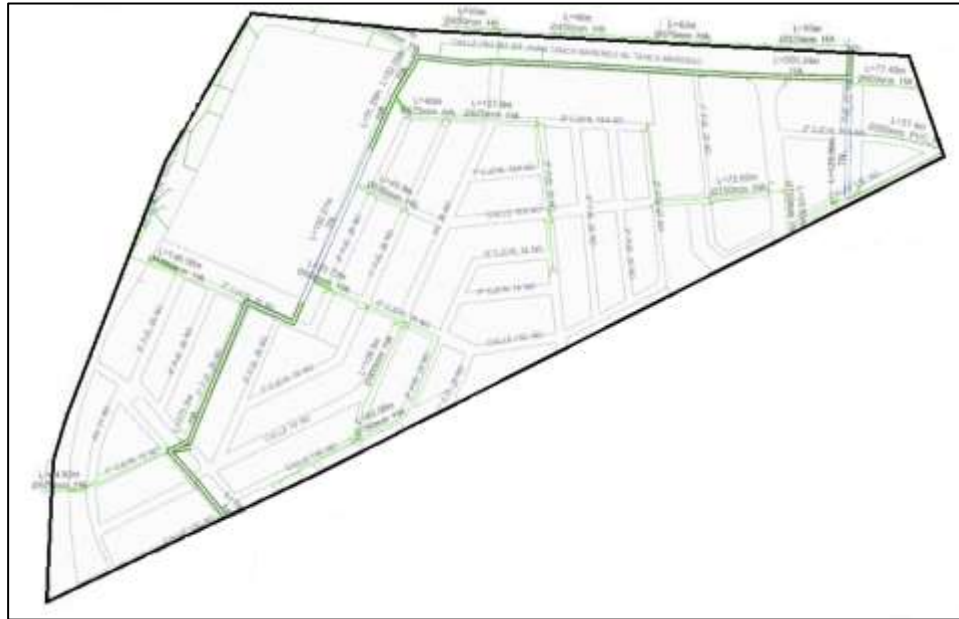


**Figura 3.12** Erosión hídrica en calles a causa del invierno en el sector de Urbanor.

La mayoría de las calles del sector de Urbanor al ser de material asfáltico, presentan poca resistencia a la erosión hídrica a causa de las precipitaciones y con el paso de los vehículos se producen baches en su carpeta que a la vez el agua lluvia queda estancada acumulándose en gran volumen (Figura 3.12), causando molestias a la comunidad.

#### **3.4 Alcantarillado ineficiente**

Como ya se mencionó anteriormente, tanto los sectores de Urbanor como Urdenor II poseen de un sistema de alcantarillado sanitario y red de agua potable.



**Figura 3.13** Sistema de alcantarillado pluvial en Urdenor II.  
**Fuente:** INTERAGUA.

Como se puede observar en la Figura 3.13, el sector de Urdenor II dispone de un sistema de alcantarillado pluvial (color verde), el cual descarga su caudal en dos sitios del sector, una parte es dirigida hacia el canal ubicado detrás del Colegio Espíritu Santo (color azul), mientras que la otra parte es descargada hacia uno de los brazos del Estero Salado (Este).



**Figura 3.14** Ausencia de alcantarillado pluvial en Urbanor.  
**Fuente:** INTERAGUA.

En cambio, en el sector de Urbanor al no disponer de un sistema de alcantarillado AALL, el agua precipitada fluye por gravedad a través de sus vías y cunetas (color verde), dirigiéndose hacia los canales de tierra natural a cielo abierto (color azul), que en ocasiones su caudal es rebosada debido a las fuertes precipitaciones que se dan en invierno (Figura 3.14), ocasionando molestias en las viviendas aledañas por el ingreso de este fluido.

### 3.5 Falta de mantenimiento en su sistema de drenaje

Otro problema clave que se observó durante el trabajo de campo es la falta de mantenimiento de los sistemas de alcantarillado pluvial, en los que se acumula desechos sólidos que impiden el drenaje adecuado de las lluvias con el consecuente impacto en el bienestar de la comunidad.



**Figura 3.15** Falta de mantenimiento en sumideros, Urbanor.

Como se observa en la Figura 3.15, algunos de los sumideros se encuentran sin su rejilla respectiva y esto ocasiona que restos de desecho sólidos se depositen dentro de la poceta de clapeta, obstaculizando el ingreso de agua lluvia al sistema de alcantarillado.



**Figura 3.16** Falta de mantenimiento en canales de drenaje en Urbanor.

También se observó que existe contaminación por desechos sólidos en los canales de drenaje que recogen tanto las aguas lluvias como los residuos sólidos (Figura 3.16), que causan molestias y posibles enfermedades a los ciudadanos del sector.

La presencia de algas en un cuerpo de agua constituye un foco de enfermedades para quien entre en contacto con ella; este fenómeno se pudo observar en uno de los canales del sector de Urbanor (Figura 3.17), las principales causas son la existencia de los residuos sólidos y la poca pendiente prevista en el diseño del canal haciendo que su caudal quede estancada, el cual favorece el crecimiento de estas algas que son perjudiciales para la vida humana.





**Figura 3.17** Formación de algas en canales de drenaje por falta de mantenimiento.

Por otra parte, la presencia de baches o huecos en la calzada hace que el agua lluvia quede empozada durante varios días (Figura 3.18), causando el crecimiento de algas y la proliferación de plagas como los mosquitos transmisores de enfermedades que son perjudiciales para las personas.

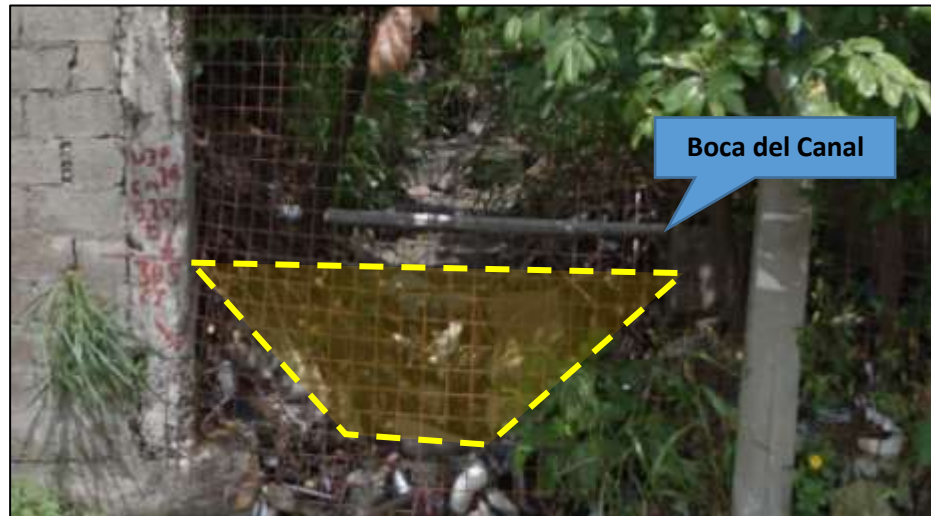


**Figura 3.18** Contaminación en calles a causa del agua empozada en Urbanor.

### **3.6 Levantamiento topográfico de los canales**

Como ya se mencionó en la problemática de este proyecto, existe una descarga de un caudal considerable de aguas lluvias hacia el sector de Urbanor proveniente del cerro Mapasingue Este por medio de una tubería que atraviesa la Av. Las Aguas durante el periodo invernal. Este afluente viaja a través del canal de terreno natural ubicado dentro del Colegio “Santa Catalina”, el cual desfoga hacia la calle 15<sup>a</sup> NO agravando la problemática del sector (Figura 3.19).





**Figura 3.19** Salida del canal del Colegio “Santa Catalina”.

Previo al planteamiento de las soluciones, se realizó el levantamiento de las secciones que conforma el canal que atraviesa dentro del Colegio y de esta manera, mediante la ecuación de Manning, estimar el caudal que aporta dicho canal.

De acuerdo a los resultados, se obtuvo una longitud de aproximadamente 135 m, con sección trapezoidal y superficie conformada por piedras y maleza. Su levantamiento se realizó por medio de cinta métrica debido a las restricciones impuestas por las autoridades del plantel educativo. Se midieron 5 perfiles a lo largo del canal con una separación cada 20 m (Figura 3.20), en el que sus dimensiones se especifican en la Figura 3.21.



Figura 3.20 Localización de los perfiles topográficos en el canal del Colegio "Santa Catalina".

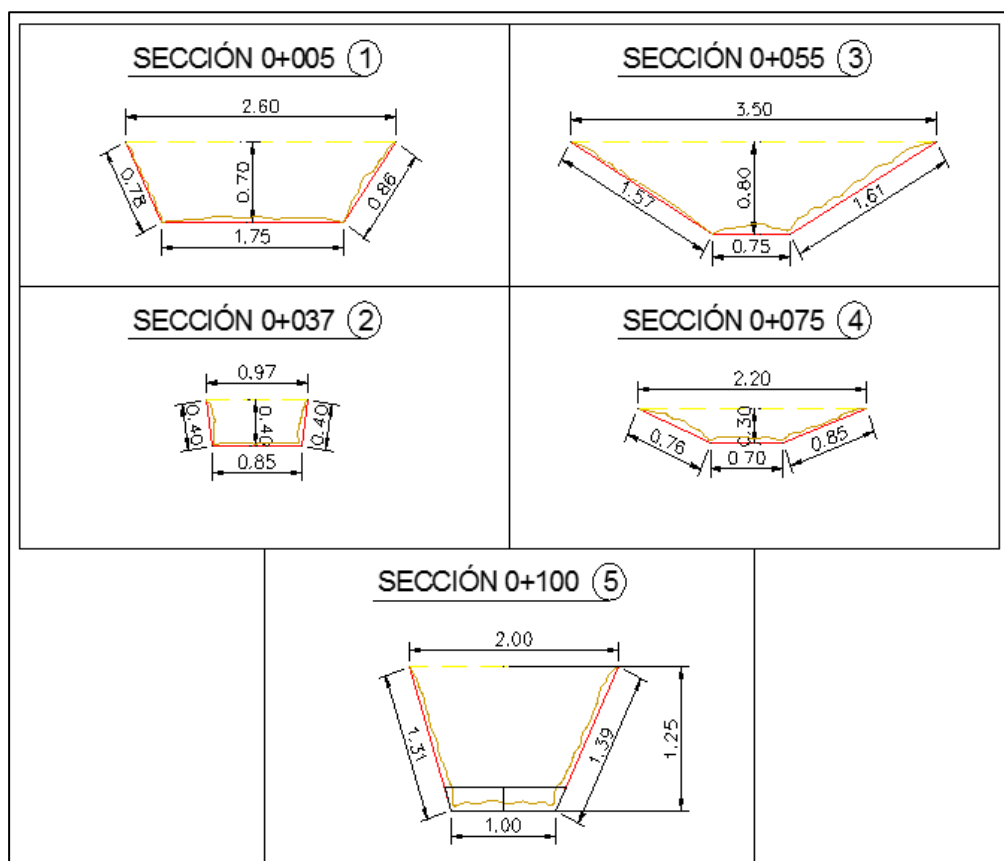
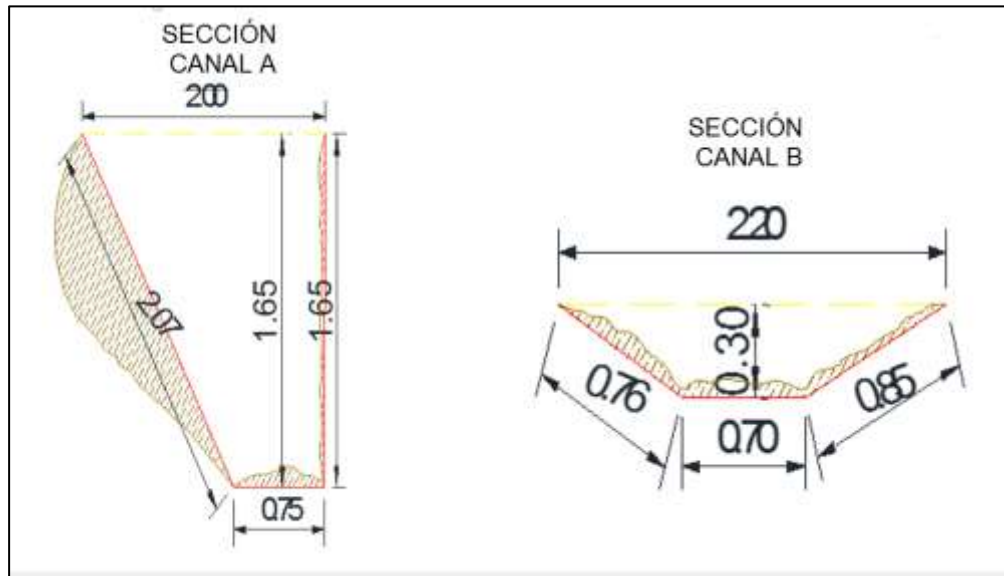


Figura 3.21 Dimensiones de los perfiles del canal del Colegio "Santa Catalina".

El mismo procedimiento se realizó con los canales "A" y "B" (Figura 3.22), por lo que sus secciones ayudan a determinar el caudal que estos aportan al sistema de drenaje del sector.



**Figura 3.22** Perfiles topográficos de los canales "A" y "B" en Urbanor.

**CAPÍTULO 4**  
**ANÁLISIS HIDRÁULICO DE LOS CAUDALES DE**  
**DESCARGA**

## **4.1 Estudio hidrológico**

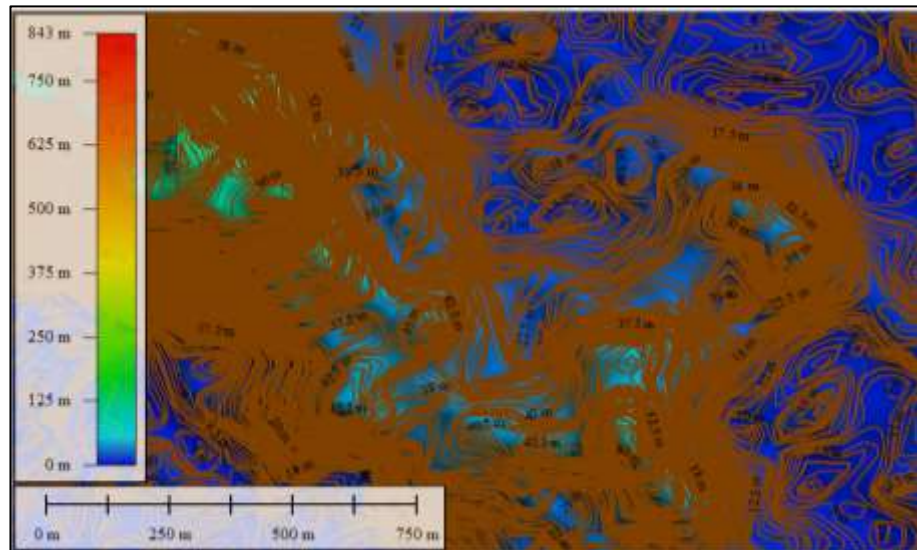
El terreno de Urbanor es considerado montañoso dado a que cuenta con depresiones de hasta 5 metros, su situación geográfica hace que esta zona sea vulnerable a las precipitaciones, por lo que la identificación de las líneas de los cauces permiten a delimitar las subcuencas hidrográficas que encierran el sitio de estudio, indispensables para plantear los trazados del sistema de alcantarillado AALL.

### **4.1.1 Tratamiento de la topografía**

La topografía de la zona de estudio, se obtuvo a partir de los planos proporcionados por la Municipalidad de Guayaquil, donde se detalla la distribución urbana (planimetría) de las calles, manzanas y lotes. En cuanto a su altimetría, se adquirió la carta topográfica proporcionada por el IGM (serie J721 Hoja MV-D2 3586I) con escala 1:50000, en el que contiene curvas de nivel cada 20 metros de espaciamiento (ver Anexo A).

Complementando con esta información, se utilizó la fotogrametría que brinda Google Earth y mediante el programa de Global Mapper se generaron curvas de nivel cada 0.5 m de espaciamiento entre ellas (Figura 4.1).

A pesar de contar con la carta topográfica del IGM, se prefirió trabajar con las curvas obtenidas mediante Global Mapper ya que se busca establecer con mayor exactitud el relieve del suelo.



**Figura 4.1** Curvas de nivel cada 0.50 m (Urbanor), generadas en el programa Global Mapper.

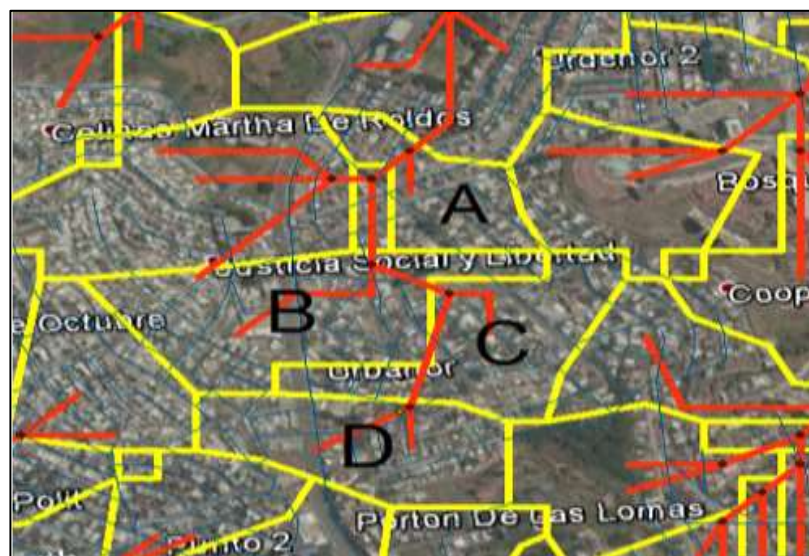
#### **4.1.2 Delimitación de subcuencas de drenaje**

Mediante la información proporcionada por estos documentos se determinó las direcciones de flujo (tanto cauces principales como secundarias; Figura 4.2), para luego delimitar las subcuencas hidrográficas que existen en la zona de estudio a través del programa ARCGIS, una herramienta en el que procesa datos georeferenciados.



**Figura 4.2** Formación de cauces por la acumulación de agua de las subcuencas.

Como resultado de este trabajo se obtuvo cuatro subcuencas que interactúan con el sector (Figura 4.3), cuyo cauce principal parte de la salida del canal del Colegio “Santa Catalina” y converge junto a cauces secundarios en Urdenor II.



**Figura 4.3** Delimitación de las subcuencas en la zona de estudio.



En la Tabla II, se presentan todos los datos del análisis hidrológico de las sub-cuencas.

**Tabla II.** Parámetros físicos de las subcuencas hidrográficas

Sub cuenca	Área (m <sup>2</sup> )	Área (Ha)	L (km)	Hmax (m)	Hmin (m)	H (m)
A	72437.06	0.72	0.276	15	12	3
B	105004.54	1.05	0.367	33	15	18
C	145695.55	1.46	0.288	23	13	10
D	103572.24	1.04	0.207	35	23	12

#### 4.1.3 Determinación del tiempo de concentración

Es el tiempo necesario para que el caudal saliente de una cuenca hidrográfica determinada alcance el estado estacionario durante una precipitación con intensidad constante. Una vez transcurrido el tiempo de concentración se considera que toda la cuenca contribuye a su salida.

Existe una relación inversa entre la duración de una tormenta y su intensidad, es decir, a mayor duración decrece la intensidad, por lo que se asumirá que la duración crítica es igual al tiempo de concentración  $t_c$  (Ven Te Chow, 1994).

Se calcula el tiempo de concentración mediante la siguiente fórmula:

$$T_c = \left(0,87 \frac{L^3}{H}\right)^{0,385} \quad \text{[Ecuación 1]}$$

Donde:



L: Longitud del cauce (Km).

H: Desnivel de cada cuenca (m).

Se presentan los siguientes tiempos de concentración para cada subcuenca:

**Tabla III.** Tiempos de concentración en subcuencas.

<b>Sub cuenca</b>	<b>Tc (h)</b>	<b>Tc (min)</b>
A	0.1404	8.424
B	0.0979	5.874
C	0.0927	5.562
D	0.0590	3.540

#### 4.1.4 Periodo de retorno (Tr)

Es el tiempo promedio en años en que un cierto caudal producido por precipitaciones se repita o se supere, variando de acuerdo a los intereses económicos, sociales o turísticos y los posibles daños que puedan ocasionar a los habitantes en el colapso de la estructura de drenaje. Para el diseño de un sistema de drenaje de AALL se recomienda utilizar periodos de retorno menores a 10 años, teniendo como resultado un diseño económico, evitando que el sistema trabaje muy por debajo de su capacidad cuando se utiliza periodos mayores a 10 años. (Celi Suárez & Pesantez Izquierdo, 2012)

Para el presente proyecto, se seleccionó tomando en cuenta los valores para las diferentes ocupaciones de área propuestos por el Plan Maestro de Interagua mostrados en la Tabla IV.

**Tabla IV.** Periodos de retorno para diferentes ocupaciones del área.

<b>Tipo de obra</b>	<b>Tipo de ocupación del área de influencia de la obra</b>	<b>Tr (años)</b>
Microdrenaje	Residencial	2
Microdrenaje	Comercial	5
Microdrenaje	Área con edificios de servicios públicos	5
Microdrenaje	Aeropuertos	5-10
Microdrenaje	Áreas comerciales y vías de tráfico intenso	5-10
Macro drenaje	Áreas comerciales y residenciales	10-50

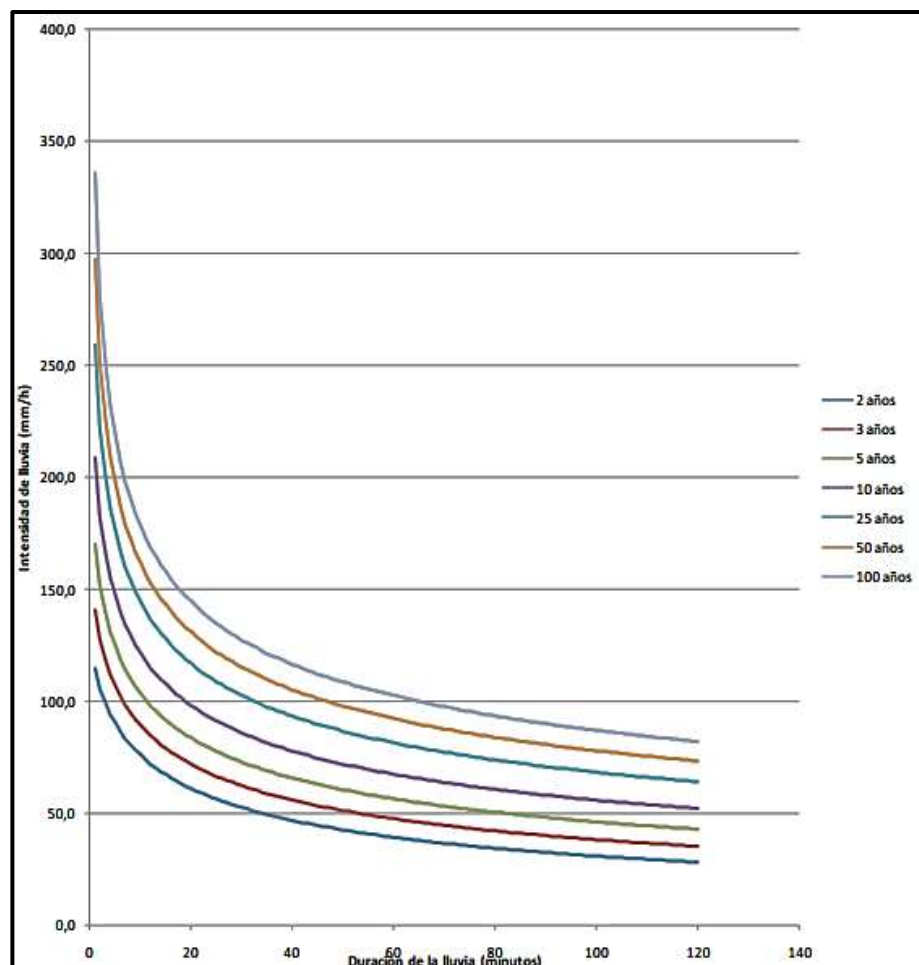
**Fuente:** (INTERAGUA C. LTDA., 2006).

Debido a que se tiene una zona residencial se recomienda utilizar un periodo de diseño de 2 años sin embargo, dado a la magnitud de los caudales que se pretende transportar se consideró un periodo de retorno de 5 años con el fin de obtener un diseño más conservador.

#### **4.1.5 Intensidad de lluvia**

Es la cantidad de agua precipitada por unidad de tiempo (mm/H), en donde la duración de la tormenta es igual al tiempo de concentración ( $T_c$ ). Se determinó por medio de las curvas IDF (Intensidad–Duración–Frecuencia) actualizadas para la ciudad de

Guayaquil (Figura 4.4), que constan en el Plan Maestro de Agua Potable, Alcantarillado Sanitario y Pluvial de Interagua, por el cual varían dependiendo de la duración y periodo de retorno del evento invernal crítico.



**Figura 4.4** Curvas IDF para la ciudad de Guayaquil.

**Fuente:** (INTERAGUA C. LTDA., 2006)

En la siguiente Tabla se presentan los valores de intensidad de precipitación mostrados en la Figura 4.4, expresados en mm/h para las diferentes recurrencias y duraciones.

**Tabla V.** Curvas IDF para la ciudad de Guayaquil.

Intensidad (mm/h)	Duración (min)						
	5	10	15	20	30	60	120
Periodo de retorno							
2 años	90.5	75.2	66.7	61.0	53.3	39.3	28.2
5 años	124.2	103.2	91.3	83.3	72.5	56.1	42.5
10 años	146.8	121.3	107.3	98.0	85.7	67.3	52.0
25 años	175.3	144.1	127.5	116.6	102.5	81.4	64.0
50 años	196.5	161.0	142.5	130.4	114.9	91.8	72.9
100 años	217.6	177.7	157.4	144.2	127.2	102.2	81.8

**Fuente:** (INTERAGUA C. LTDA., 2006).

Mediante el empleo de las curvas IDF, con una duración  $T_c$  y periodo de retorno de 5 años, se obtienen los siguientes valores de intensidades para cada subcuenca:

**Tabla VI.** Intensidades de lluvia en cada subcuenca.

Subcuenca	$T_c$ (min)	I (mm/h)
A	8.424	110
B	5.874	121
C	5.562	122
D	3.540	130

#### 4.1.6 Cálculo del coeficiente ponderado de escorrentía

Es un valor adimensional comprendido entre cero y uno, en el que depende de las características físicas de una cuenca como el tipo de precipitación, su cantidad, su intensidad, del tipo de terreno, su cobertura vegetal, las características físicas del suelo, entre otros. (Chow , Maidment, & Mays, 1987)

El coeficiente de escurrimiento C se lo obtiene por medio de ábacos tabulados con valores promedio para cada tipo de suelo.

**Tabla VII.** Coeficientes de escorrentía promedio de acuerdo al Tr y el área específica.

Características de la superficie	Periodo de retorno (años)						
	2	5	10	25	50	100	500
<b>Áreas desarrolladas</b>							
Asfáltico	0.73	0.77	0.81	0.86	0.90	0.95	1.00
Concreto/techo	0.75	0.80	0.83	0.88	0.92	0.97	1.00
Zonas verdes (jardines, parques, etc)							
Condición pobre (cubierta de pasto del 50% del área)							
Plano, 0-2%	0.32	0.34	0.37	0.40	0.44	0.47	0.58
Promedio, 2-7%	0.37	0.40	0.43	0.46	0.49	0.53	0.61
Pendiente,	0.40	0.43	0.45	0.49	0.52	0.55	0.62
superior a 7%							
Condición promedio (cubierta de pasto del 50 al 75% del área)							
Plano, 0-2%	0.25	0.28	0.30	0.34	0.37	0.41	0.53
Promedio, 2-7%	0.33	0.36	0.38	0.42	0.45	0.49	0.58
Pendiente,	0.37	0.40	0.42	0.46	0.49	0.53	0.60
superior a 7%							
Condición buena (cubierta de pasto mayor del 75% del área)							
Plano, 0-2%	0.21	0.23	0.25	0.29	0.32	0.36	0.49
Promedio, 2-7%	0.29	0.32	0.35	0.39	0.42	0.46	0.56
Pendiente,	0.34	0.37	0.40	0.44	0.47	0.51	0.58
superior a 7%							
<b>Áreas no desarrolladas</b>							
Áreas de cultivos							
Plano, 0-2%	0.31	0.34	0.36	0.40	0.43	0.47	0.50
Promedio, 2-7%	0.35	0.38	0.31	0.44	0.48	0.51	0.60
Pendiente,	0.39	0.42	0.44	0.48	0.51	0.54	0.61
superior a 7%							
Pastizales							
Plano, 0-2%	0.25	0.28	0.30	0.34	0.37	0.41	0.53
Promedio, 2-7%	0.33	0.36	0.38	0.42	0.45	0.49	0.58
Pendiente,	0.37	0.40	0.42	0.46	0.49	0.53	0.60
superior a 7%							
Bosques							
Plano, 0-2%	0.22	0.25	0.28	0.31	0.35	0.39	0.48
Promedio, 2-7%	0.31	0.34	0.36	0.40	0.43	0.47	0.56
Pendiente,	0.35	0.39	0.41	0.45	0.48	0.52	0.58
superior a 7%							

**Fuente:** Hidrología aplicada Ven Te Chow, pág. 511 (1994)

Debido a que se tiene una zona urbanizada, el coeficiente C varía respecto a los diversos usos de suelo (residencial, recreacional y vías). Por tal motivo, en cada subcuenca, se delimitará los perímetros de terreno de acuerdo a su uso (Figura 4.5), como por ejemplo: techo (zinc o teja) para zonas residenciales, áreas verdes (jardines, parques) para áreas recreacionales y vías (asfalto o concreto).



**Figura 4.5** Áreas de influencia consideradas en el cálculo del coeficiente de escorrentía.

Se obtendrá un coeficiente C ponderado en el que toma en cuenta los coeficientes mostrados en la Tabla VII junto con su respectiva área tributaria, como se muestra en la siguiente formula:

$$C_{ponderado} = \frac{\sum(C_i * A_i)}{\sum A_i} \quad \text{[Ecuación 2]}$$

Donde:

Ci: Coeficiente de escorrentía correspondiente a cada área parcial de la cuenca.

Ai: Área parcial de la cuenca.

Producto del análisis antes mencionado, se obtuvo como resultado un coeficiente ponderado igual a **0.849**.

#### **4.2 Cálculo de caudal en el canal del Colegio “Santa Catalina”**

Uno de los parámetros fundamentales para el desarrollo del proceso de diseño de las soluciones técnicas es el caudal de aportación que atraviesa el canal del Colegio “Santa Catalina” durante la temporada invernal. Es importante determinar la cantidad de agua que desfoga hacia las calles y, por medio de esta información, plantear las soluciones para el cálculo del diseño del sistema de AALL de Urbanor

Después de realizar el levantamiento topográfico de los perfiles que conforma el canal, se entrevistó a los moradores del sector, en particular a las familias asentadas en los alrededores del colegio, así con base a sus experiencias, determinar el tirante máximo que se alcanza dentro de la sección promedio del canal.

Finalmente con todos estos datos y el empleo de la ecuación de Manning, se calculará el caudal máximo proveniente de las AALL de Mapasingue Este:

$$Q = \frac{1}{n} * Rh^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}} * A$$

[Ecuación 3]

Donde:

n: Número de Manning (adimensional).

Rh: Radio hidráulico (m).

S: Pendiente del canal (m/m).

A: Área mojada del canal (m<sup>2</sup>).

Utilizando los parámetros correspondientes al canal, se obtuvo como resultado:

**Tabla VIII.** Parámetros físicos para el canal del Colegio “Santa Catalina”.

Parámetro	Rh (m)	A (m <sup>2</sup> )	S (m/m)	n	Q (m <sup>3</sup> )
<b>Valor</b>	0.1862	0.216	0.029	0.030	0.399



# **CAPÍTULO 5**

## **PARÁMETROS FUNDAMENTALES DE DISEÑO**

## **5.1 Consideraciones generales**

Dado a la problemática que presenta el sector de Urbanor, se planteó con el desarrollo de las alternativas del diseño del sistema de alcantarillado pluvial, considerando algunos parámetros fundamentales establecidos en las normas y de este modo elegir el diseño más factible para disminuir los daños que ocurren en invierno, garantizando una mejor vida a sus habitantes.

## **5.2 Bases de diseño**

### **5.2.1 Normativas**

Para el diseño del sistema de alcantarillado pluvial se tomarán en cuenta las normas establecidas por el Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN), el Instituto Ecuatoriano de Obras y Saneamiento (IEOS), que actualmente pertenece al Ministerio del Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, y el Plan Maestro propuesto por Interagua.

Las normas INEN respaldan en lo que tiene que ver con las especificaciones de las tuberías que se van a utilizar, así como también sus accesorios e instalaciones. En cuanto a las normas del ex IEOS, nos indican las consideraciones que se deben tomar para el cálculo y diseño del sistema de alcantarillado, el cual hace

referencia a tres tipos de niveles, desde el más simple (nivel 1) al sistema de red convencional (nivel 3).

Para la selección del tipo de nivel de alcantarillado se basará en la situación económica de la comunidad, su topografía, su densidad poblacional y el tipo de red de agua potable existente.

De acuerdo a lo que establece la norma del ex IEOS, para el presente proyecto se seleccionó el nivel 3, el cual, se utilizará una red de tuberías y colectores como lo describe la norma en la octava parte en la sección 5.1.6. (IEOS, 1992)

### **5.2.2 Periodo de diseño**

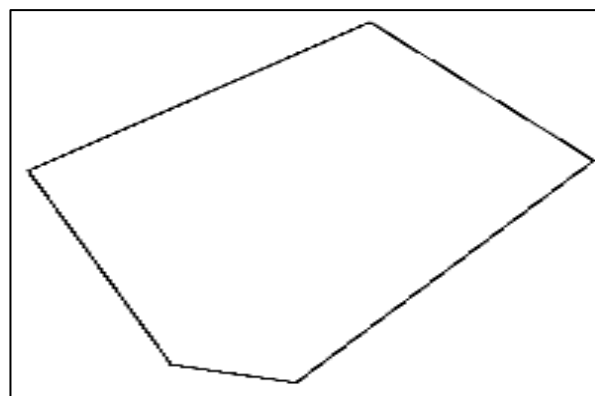
Es el tiempo en el que una estructura trabaja de manera eficiente, satisfaciendo con las necesidades de una población en crecimiento, considerando la resistencia física de las instalaciones y la calidad del servicio. En su selección intervienen varios factores como: la vida útil de sus elementos, obras civiles, equipos, facilidades de construcción, así como la capacidad económica de las entidades financieras para su construcción. (Ruíz Larrea, 2011)

De acuerdo a las recomendaciones dadas por la Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Guayaquil (EMAPAG), el periodo de diseño para sistemas de alcantarillado

es de 25 años proyectándose hasta el año 2040. (Alcadía de Guayaquil, 2016)

### 5.2.3 Áreas de aportación

Las áreas tributarias o de aportación se las determina en base a los datos topográficos y a la ubicación de las viviendas, es decir, se considera los diferentes tipos de superficies donde el agua lluvia pueda escurrir y los sitios donde mayor vulnerabilidad sufren por acumulación de agua. De esta forma se establece el verdadero drenaje hacia el sistema de alcantarillado, evitando tanto el ingreso de agua a las viviendas por la acumulación que se da en las calles, así como posibles infiltraciones a la red de alcantarillado sanitario existente. En el análisis del diseño del sistema de AALL se trazarán varios polígonos irregulares (Figura 5.1), tomando en cuenta lo antes mencionado. (Aldás Castro, 2011)



**Figura 5.1** Polígono irregular Para el cálculo de áreas de aportación.

#### 5.2.4 Caudal de diseño

El caudal de diseño en un sistema de alcantarillado pluvial hace referencia al escurrimiento superficial que se produce en una cuenca de drenaje, donde su magnitud está íntimamente relacionada a la magnitud de la precipitación de agua lluvias. Por tal motivo, se estiman los gastos de diseño partiendo del estudio de las precipitaciones y de esta manera dimensionar las obras de drenaje.

Están constituidos por el caudal de esorrentía pluvial y de las posibles fugas que se puedan presentar en una red de alcantarillado existente. Según la norma del ex (IEOS), existen tres métodos para calcular el gasto de esorrentía superficial directo: el método racional, método del hidrograma unitario sintético y el análisis basado en estadística de observaciones de esorrentía superficial.

Para el cálculo del caudal de diseño de aguas lluvias se utilizará el método racional americano, válido para cuencas de drenaje con superficies inferiores a 100 ha, donde la superficie de Urbanor ocupa aproximadamente 25 ha., permitiendo su análisis mediante este método con intensidad constante y duración igual al tiempo de concentración. Su expresión está dada por:

$$Q_{\text{diseño pluvial}} = Q_{\text{escorrpluvial}} + Q_{\text{fugas}} \quad \text{[Ecuación 4]}$$

El caudal de esorrentía pluvial se determina utilizando el método racional por medio de la siguiente expresión:

$$Q_{\text{pluvial}} = \frac{C * I * A}{0.36} \quad \text{[Ecuación 5]}$$

Donde:

Q = Caudal [m<sup>3</sup>/s]

C = Coeficiente de esorrentía (adimensional), determinado en función del tipo de utilización futura del suelo.

I = Intensidad de lluvia en mm/h

A = Área de drenaje en hectáreas (Ha)

### 5.3 Hidráulica del sistema de alcantarillado

#### 5.3.1 Tipo de tuberías

Para un sistema de alcantarillado convencional, existen diferentes tipos de materiales a utilizar, varían según las propiedades con las que se fabrican, por el cual influye en los cálculos para su diseño respectivo.

En un sistema de alcantarillado pluvial, donde los conductos de la red trabajan sin presión, lo recomendable es utilizar tuberías de PVC, ya que es un material muy resistente que va a transportar aguas lluvias consideradas como “aguas limpias”, es de fácil colocación, económico, ahorrando costos en tiempo y mano de obra en comparación con materiales de hormigón y acero.

### 5.3.2 Coeficiente de rugosidad

Es un factor muy importante que se debe tomar en cuenta en el diseño de una red de alcantarillado para el cálculo de las velocidades como sus respectivos caudales que van a transportar la red, los valores de coeficientes de rugosidad varían dependiendo del tipo de material con que se fabrican (ver tabla):

**Tabla IX.** Coeficientes de rugosidad para diferente tipo de material.

<b>Tipo de material</b>	<b>Coeficiente de rugosidad</b>
Asbesto cemento	0.011
Concreto simple	0.013
Cobre	0.011
Acero corrugado	0.022
Acero galvanizado	0.016
Plomo	0.011
Plástico (PVC)	0.009

**Fuente:** (Meadows & Walski).

### 5.3.3 Dimensiones de tuberías

El diámetro mínimo a utilizarse en un sistema de red de aguas lluvias es de 300 mm, de esta forma se atienden los requerimientos del flujo y posibilidades de auto limpieza.

### 5.3.4 Capacidad en tuberías

La fórmula que se emplea normalmente para cualquier proyecto de sistema de alcantarillado es la expresión de Manning. Se deben considerar ciertos parámetros para el cálculo del diseño del sistema de alcantarillado pluvial, para así evitar un colapso dentro de la vida útil de cualquier proyecto.

- Flujo a tubo lleno
- Velocidad

Expresión de Manning:

$$V = \frac{1}{n} * R_h^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}}$$

[Ecuación 6]

Donde:

V = Velocidad (m/s)

n = Coeficiente de rugosidad (adimensional)

Rh = Radio hidráulico

S = Pendiente (m/m)



- Ecuación de la continuidad

$$Q = A * V \quad \text{[Ecuación 7]}$$

Donde:

A = Área de la sección transversal (m<sup>2</sup>)

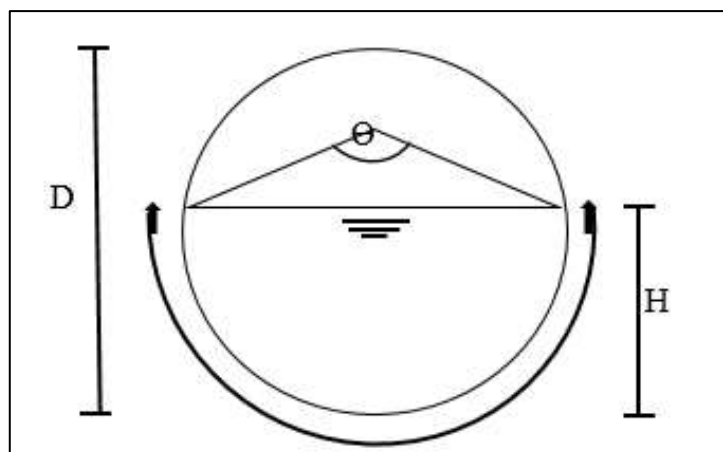
Q = Caudal (m<sup>3</sup>/s)

Despejando la velocidad y reemplazando en la ecuación, se obtiene la [Ecuación 3].

- Radio hidráulico

$$R_h = \frac{D}{4} \quad \text{[Ecuación 8]}$$

- Flujo en tuberías parcialmente llenas



**Figura 5.2** Conductos parcialmente llenos.  
Fuente: Autores, 2016.

➤ Velocidad

$$V = \frac{0.397 * D^{\frac{2}{3}}}{n} \left(1 - \frac{\sin \theta}{2\pi\theta}\right)^{\frac{2}{3}} (J)^{\frac{1}{2}} \quad \text{[Ecuación 9]}$$

➤ Caudal

$$Q = \frac{D^{\frac{8}{3}}}{7257,15n(2\pi\theta)^{\frac{2}{3}}} (2\pi\theta - 360 \sin \theta)^{\frac{5}{3}} (J)^{\frac{1}{2}} \quad \text{[Ecuación 10]}$$

➤ Área

$$A = \frac{D^2}{8} (\theta - \sin \theta) \quad \text{[Ecuación 11]}$$

➤ Radio hidráulico

$$R_h = \frac{D}{4} \left(1 - \frac{360 * \sin \theta}{2\pi\theta}\right) \quad \text{[Ecuación 12]}$$

➤ Perímetro mojado

$$P = \frac{D}{2} \theta \quad \text{[Ecuación 13]}$$

➤ Grado sexagesimal en tubería

$$\theta = 2 * \cos^{-1} \left(1 - \frac{2h}{D}\right) \quad \text{[Ecuación 14]}$$

Donde:

$h$  = calado (m)

- Esfuerzo cortante

$$\tau = g * \rho * R_h * S \quad \text{[Ecuación 15]}$$

- Relación  $v/V$

$$\frac{v}{V} = \left(1 - \frac{\sin \theta}{\theta}\right)^{\frac{2}{3}} \quad \text{[Ecuación 16]}$$

Donde:

$V$  = velocidad flujo totalmente lleno. (m/s)

$v$  = velocidad flujo parcialmente lleno (m/s)

- Relación  $q/Q$

$$\frac{q}{Q} = \frac{\theta}{(2 * \pi) * \left(1 - \frac{\sin \theta}{\theta}\right)^{\frac{5}{3}}} \quad \text{[Ecuación 17]}$$

### 5.3.5 Velocidades

Se consideraran tanto velocidades mínimas como máximas con el fin de garantizar al sistema de alcantarillado un auto limpieza dentro de las tuberías, precautelando su vida útil ante la erosión.

Se asumirán que todo el sistema trabajara a flujo lleno por lo que las precipitaciones máximas duran tan solo pocos minutos

Las velocidades mínimas se las toman en cuenta para evitar la sedimentación de sólidos en el fondo de las tuberías, y a su vez afecta por lo que existe una disminución en el área establecida del conducto y su vida útil. Por tanto su velocidad mínima de diseño será de 0.75 m/s, evitando sedimentación de gravas o arenas dentro de la tubería.

En cambio, las velocidades máximas evitan que existan daños en el interior de los conductos, puesto que, un exceso de velocidad podría dañar las paredes de los conductos o de los pozos de revisión. Para cualquier tipo de sistema de alcantarillado dependen del tipo de material con el cual se hayan fabricado las tuberías, como se observa en la tabla adjunta.

**Tabla X.** Velocidades máximas en tuberías dependiendo del tipo de material.

<b>Material</b>	<b>Velocidad Máxima (m/s)</b>	<b>Coefficiente de rugosidad</b>
Hormigón simple:		
Con uniones de mortero	4	0.013
Con uniones de mortero para nivel freático alto	3.5-4	0.013
Asbesto cemento	4.5-5	0.011
Plástico	4.5	0.011

**Fuente:** CPE INEN 5 Parte 9-1, 1992.

### 5.3.6 Pendientes mínimas

La pendiente en tuberías debe ser similar a las pendientes del terreno natural con el objetivo de que se obtengan excavaciones

mínimas y puedan trabajar sin presión. Estos tienen relación directa con las velocidades mínimas, por tanto una pendiente mínima será satisfactoria cuando las velocidades cumplan con los estados límites. Además a mayor pendiente se obtendrán diámetros menores y viceversa.

$$I = \left( \frac{\text{cota arriba} - \text{cota abajo}}{\text{longitud del tramo}} \right) * 1000 \quad \text{[Ecuación 18]}$$

De acuerdo a lo descrito anteriormente, se recomienda que las pendientes en tuberías de alcantarillado cumplan con una velocidad mínima de 0.9 m/s, garantizando su auto limpieza, aunque en los cálculos finales se optara por una pendiente en función de un estudio económico.

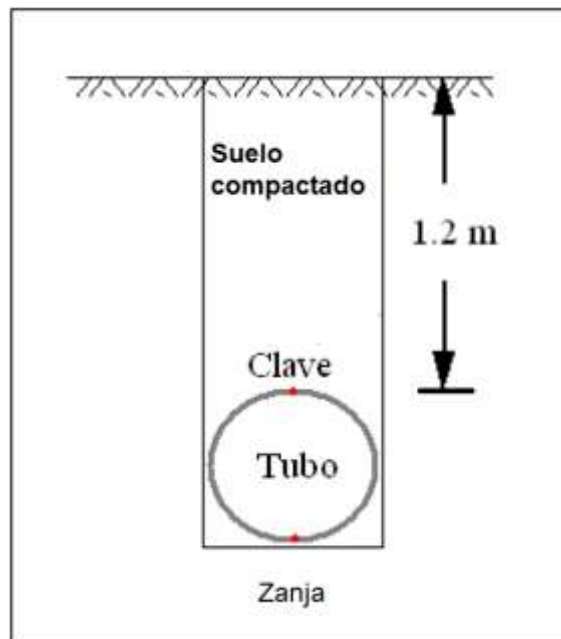
Gracias a la ecuación de Manning, para el cálculo de la pendiente, se puede relacionar la velocidad con la que fluye el agua lluvia, así como las propiedades de los materiales, coeficiente de rugosidad y diámetros respectivos (Ecuación 19).

$$I = \left( \frac{V * n}{0.397 * D^{\frac{2}{3}}} \right)^2 \quad \text{[Ecuación 19]}$$

## 5.4 Recomendaciones para la red

### 5.4.1 Profundidades

Para un mejor desempeño en la red de alcantarillado, las tuberías se colocaran a ciertas profundidades que permitan la evacuación de las aguas lluvias, y a su vez, garanticen la protección de los conductos. Por esta razón, la profundidad mínima que se debe dejar entre la clave del conducto y el pavimento es de 1.20 m (Figura 5.3). Con estas alturas se logra la evacuación del flujo de agua lluvia y la protección de las tuberías por posibles daños que podrían sufrir por efectos de tráfico.



**Figura 5.3** Profundidad mínima en instalaciones de tuberías.

#### **5.4.2 Pozos de revisión**

Los pozos de revisión son estructuras diseñadas y destinadas para permitir el fácil acceso al interior de los conductos de la red de alcantarillado, especialmente para su inspección y limpieza de las mismas. Se colocarán ya sea al inicio de tramos de cabeceras, cambios de pendiente, cambios de dirección y sección de tuberías. La distancia máxima entre cada pozo será entre 90-100 m.

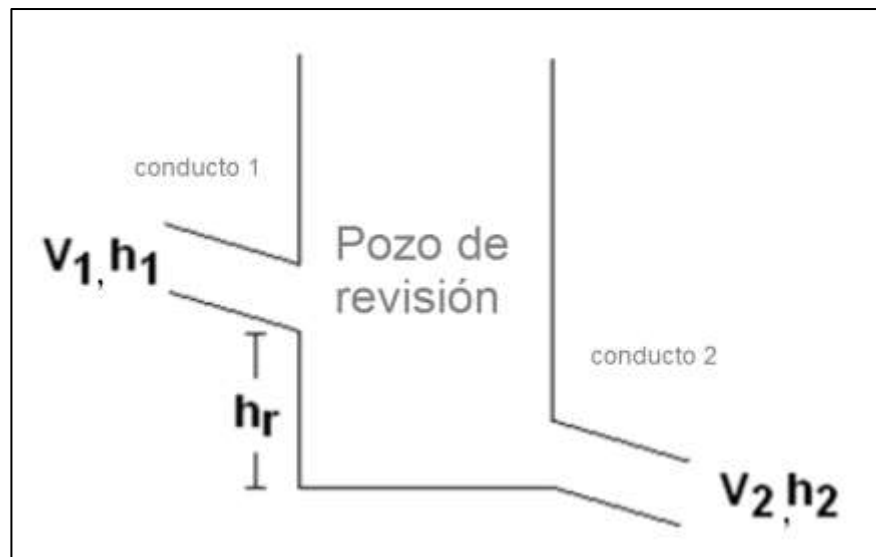
El diámetro de los pozos de revisión está en función del diámetro de la máxima tubería conectada al mismo. Para conductos menores o iguales a 550 mm, su diámetro de pozo será de 0.9 m, para diámetros mayores a 550 mm se requiere de un diseño especial.

#### **5.4.3 Transiciones**

En un sistema de alcantarillado, se denomina zona de transición a todo proceso por el cual se produce una pérdida de energía por efecto a un cambio brusco de pendiente, variación de dimensión en tuberías, cambio de velocidad o caudal, por lo que no satisfacen la condición de régimen hidráulico uniforme y permanente (Figura 5.4).

Para evitar este tipo de problemas en un sistema de alcantarillado, se deben calcular las transiciones verticales entre dos colectores

contiguos, considerando, en lo posible, que coincidan en el centro de la boca de los conductos, permitiendo que el flujo de agua permanezca en un régimen constante y así evitar la formación de remansos o turbulencias.



**Figura 5.4** Transición vertical en el interior de un pozo de revisión.

Para el cálculo de la transición vertical entre dos colectores, se aplica la siguiente fórmula:

$$h_r = (h_2 - h_1) + \left( \frac{V_2^2}{2g} - \frac{V_1^2}{2g} \right) + K \left( \frac{V_2^2}{2g} - \frac{V_1^2}{2g} \right) \quad \text{[Ecuación 20]}$$

Donde:

$K = 0.1$  cuando  $V_2 > V_1$  (régimen acelerado)

$K = 0.2$  cuando  $V_2 < V_1$  (régimen retardado)



$h_r$  = diferencia de nivel entre los colectores

Si en el sistema de alcantarillado existe cambio de dirección, es necesario agregar la pérdida provocada por el cambio de la dirección, de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$h_c = K_c \frac{V_m^2}{2g} \quad \text{[Ecuación 21]}$$

Donde:

$h_r$  = Pérdida por curvatura

$K_c$  = Coeficiente del ángulo de curvatura

$V$  = Velocidad mayor entre los colectores

Por tanto la nueva ecuación estaría dada por:

$$h_r = (h_2 - h_1) + \left( \frac{V_2^2}{2g} - \frac{V_1^2}{2g} \right) + K \left( \frac{V_2^2}{2g} - \frac{V_1^2}{2g} \right) + K_c \frac{V_m^2}{2g} \quad \text{[Ecuación 22]}$$

El valor de  $h_r$  siempre nos debe de dar valores positivos, nunca valores negativos, porque esto tendría problemas de sedimentación.

#### 5.4.4 Sumideros

La función principal de los sumideros en una red de alcantarillado pluvial es la de recolectar el agua lluvia que escurren en la calzada, vereda y techos de vivienda. Sus dimensiones dependen de varios factores como su distancia, ancho de fajas y pendiente longitudinal, por lo general están conectados a una red principal con una tubería mayor a 200 mm que descargan a los pozos de revisión.

La cantidad y separación de los mismos dependen del caudal de descarga que escurre y la importancia de la zona, cuando se tienen longitudes mayores a las indicadas o pendientes bien pronunciadas se deben incrementar la cantidad o a su vez cambiar sus dimensiones. Se clasifican en:

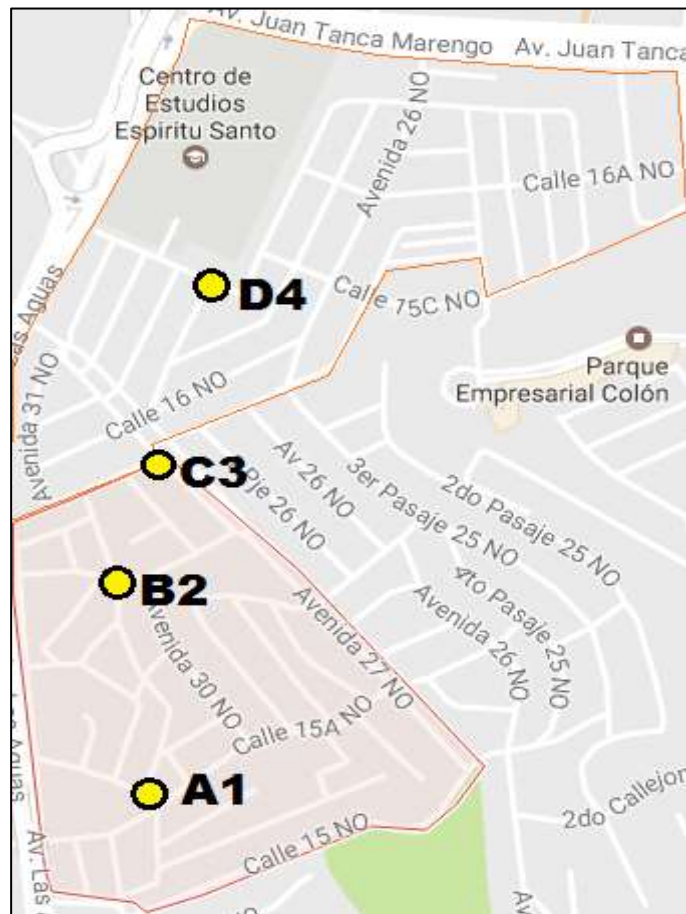
- Sumidero de rejilla: por lo general son rectangulares y posee rejillas paralelas o diagonales al sentido del flujo con el objetivo de retener los desechos sólidos que podrían entrar y así optimizar el área de captación de aguas lluvias.
- Sumideros de ventana: son diferentes a los de rejilla, están ubicados en el borde de las veredas con una abertura lo suficientemente grande a manera de ventana para captar las

aguas que provienen de las cunetas. Su principal problema es el ingreso de escombros a la red por su abertura que posee.

- Sumideros mixtos: estos tipos de sumideros combinan los dos anteriores ya antes mencionados.

## **5.5 Puntos críticos del sector**

Una vez definido las direcciones de flujo de AALL en las vías del sector de Urbanor y Urdenor II, se pudo observar varias zonas en donde existe acumulación de agua, por lo que será necesario su consideración para el diseño del alcantarillado pluvial y de esta manera evitar la socavación en sus calzadas así como también la saturación de la red en estas zonas (Figura 5.5).



**Figura 5.5** Puntos críticos debido a la acumulación de AALL en el sector de estudio.

#### **Punto A1:** Salida del canal del Colegio “Santa Catalina”

Como se observa en la Figura 5.6, el caudal que proviene del cerro Mapasingue Este es descargada hacia una de las calles de Urbanor a través del canal ubicado dentro del Colegio “Santa Catalina”, causando el desgaste en su capa de rodadura y la acumulación de agua debido a la erosión.



**Figura 5.6** Punto crítico (A1), erosión y acumulación de AALL a la salida del canal “Santa Catalina”.

**Fuente:** Google Earth Pro, 2016.

**Punto B2:** Punto de convergencia de la subcuenca B

Como se mostró en el capítulo 4, la subcuenca B se encuentra al oeste de Urbanor, en donde todo su cauce fluye a través de este punto dirigiéndose hacia el canal B (Figuras 5.7 y 5.8), el cual continuará su recorrido hacia el sistema de alcantarillado pluvial de Urdenor II.



**Figura 5.7** Punto crítico (B2), erosión y acumulación de AALL en las calles de Urbanor.

**Fuente:** Google Earth Pro, 2016.



**Figura 5.8** Punto crítico (B2), dirección de flujo de AALL hacia el canal B.

**Fuente:** Google Earth Pro, 2016.

**Punto C3:** Punto de convergencia de las subcuencas A y C

Al igual que en el punto B2, en C3 existe problemas de erosión hídrica debido a la acumulación de AALL provenientes de las subcuencas A y C (Figura , provocando la saturación del sistema de alcantarillado pluvial de Urdenor II y el paso del tráfico vehicular en la zona.



**Figura 5.9** Punto crítico (C3), erosión y acumulación de AALL provenientes de las subcuencas A y C.

**Fuente:** Google Earth Pro, 20016.

**Punto D4:** Punto de descarga de la red de AALL del sector de Urdenor II

En este punto, ubicado atrás del Colegio Espíritu Santo, existe un canal rectangular revestido de hormigón armado con una sección hidráulica lo suficientemente grande en el que recibe toda el agua de la red de drenaje de Urdenor II el cual, este canal será considerado para evacuar las AALL



provenientes del sistema de alcantarillado de Urbanor e integrarla al macro drenaje de la ciudad.



**Figura 5.10** Canal rectangular revestido de hormigón armado ubicado atrás del Colegio “Espíritu Santo”.



**CAPÍTULO 6**  
**CÁLCULOS Y DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE**  
**AALL**

## 6.1 Consideraciones principales

Para el diseño de las 3 alternativas del sistema de evacuación de AALL, se tendrá en cuenta los siguientes parámetros:

**Tabla XI.** Parámetros fundamentales para el diseño de la red de AALL en Urbanor

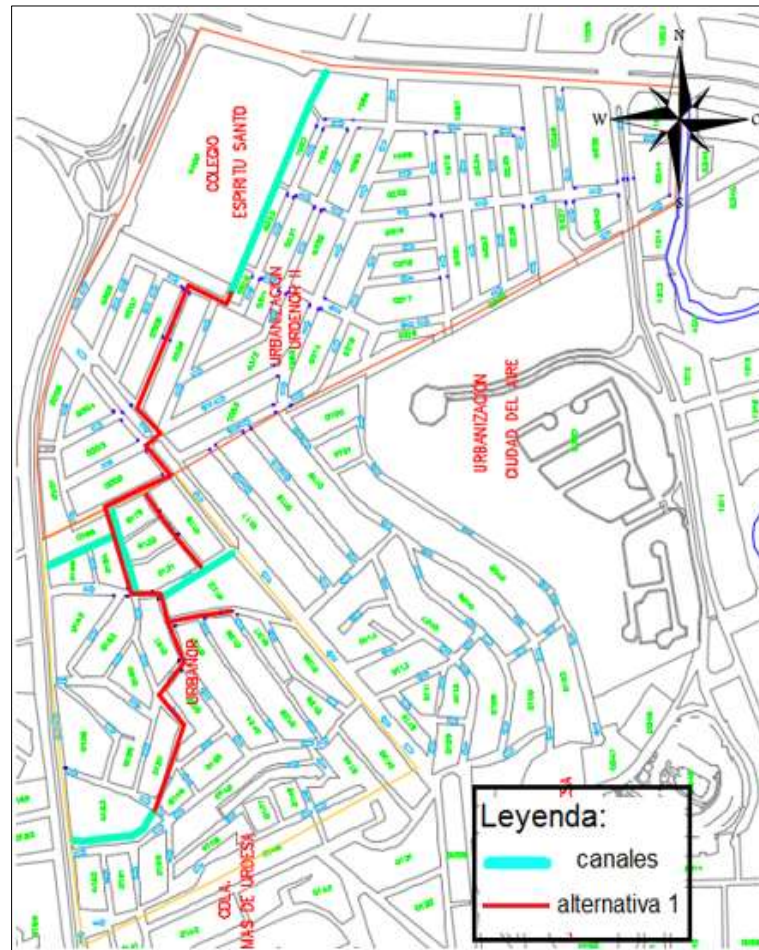
<b>DATOS DEL PROYECTO</b>	
MATERIAL	Hormigón
N DE MANNING	0.012
CAPACIDAD HIDRAULICA UTILIZADA	80%
AREA DE INFLUENCIA	26 Ha
COEFICIENTE DE INFILTRACIÓN	0.849
PERIODO DE RETORNO	10 años

## 6.2 Alternativa 1: Diseño de la red con tuberías de hormigón

Se plantea realizar el diseño de la red de alcantarillado pluvial para el sector de Urbanor utilizando tuberías de hormigón como colectores principales del proyecto.

Esta alternativa contempla un trazado preliminar siguiendo las pendientes naturales del terreno por lo que su gradiente no varía, disminuyendo los volúmenes de corte y relleno necesarios para el proyecto. En la siguiente figura (6.1) se presenta el trazado sugerido para

la alternativa 1, en donde se consideraron los puntos críticos de acumulación de AALL mencionados en el capítulo anterior.



**Figura 6.1** Alternativa 1: Diseño del sistema de evacuación de AALL con tuberías de hormigón.

### 6.2.1 Diseño de la Alternativa 1

Tabla XII. Alternativa 1: Hoja de cálculo del diseño de alcantarillado AALL en Urbanor.

DATOS GENERALES					DISEÑO DE SISTEMA DE EVACUACIÓN AALL															Cota Terreno		Paso		Cota Proyecto		Corte		Profundidad Pozo		
					PRE-DISEÑO					DISEÑO					VERIFICACIÓN															
					Método Racional		Caudal de Diseño	Pendiente Terreno	Pendiente Colectores	Tubería de hormigón	Díametro de diseño	Díametro escogido	Díametro escogido	Velocidad de diseño	Perdida de carga	% Capacidad utilizada	Velocidad Real	Tirante Real	Radio hidráulico										Tensión Tractiva	
Pozo	Colector	De	A	Longitud (m)	Area de influencia (Ha)	C ponderado	Intensidad (mm/h)	q (m <sup>3</sup> /s)	S (m/m)	S (m/m)	n manning	Ø (mm)	Ø (mm)	Ø (in)	V (m/s)	hr (m)	Q/q	v (m/s)	d (mm)	Rh (mm)	T (Pa)	Aguas Arriba	Aguas Abajo	Aguas Arriba	Aguas Abajo	Aguas Arriba	Aguas Abajo	Aguas Arriba	Aguas Abajo	h (m)
P1	1	P0	P1	63,00	4,9792	0,849	154	2,208	0,015	0,015	0,012	872,22	900	36	3,78	0,000	0,80	4,27	612	264	38,84	26,00	25,06	26,00	25,06	23,10	22,16	2,90	2,90	4,00
P2	2	P1	P2	62,80	0,4936	0,849	154	2,387	0,018	0,015	0,012	898,13	900	36	3,78	0,154	0,80	4,27	612	264	38,84	25,06	23,92	24,90	23,96	21,93	20,99	3,12	2,93	4,00
P3	3	P2	P3	50,60	0,2297	0,849	154	2,471	0,017	0,015	0,012	909,77	1000	40	4,05	0,000	0,80	4,58	680	293	43,16	23,92	23,06	23,96	23,20	20,69	19,93	3,24	3,14	4,00
P4	4	P3	P4	50,07	0,9120	0,849	154	2,802	0,017	0,015	0,012	953,72	1000	40	4,05	0,391	0,80	4,58	680	293	43,16	23,06	22,21	23,20	22,45	19,73	18,98	3,34	3,24	4,00
P5	5	P4	P5	63,83	0,2910	0,849	142	2,900	0,03	0,020	0,012	915,30	1000	40	4,68	1,123	0,80	5,28	680	293	57,55	22,21	20,30	22,45	21,17	17,70	16,42	4,51	3,87	5,00
P6	7	P6	P5	83,65	0,0000	0,849	144	0,598	0,02	0,020	0,012	506,47	780	30	3,96	1,564	0,80	4,48	530	229	44,89	21,03	19,36	21,03	19,36	18,25	16,58	2,78	2,78	4,00
P6	6	-	P6	48,51	1,7620	0,849	144	0,598	0,02	0,020	0,012	506,47	780	30	3,96	0,00	0,80	4,48	530	229	44,89	22,00	21,03	22,00	21,03	19,22	18,25	2,78	2,78	3,00
P7	8	P5	P7	39,10	3,0000	0,849	142	4,503	0,03	0,020	0,012	1079,54	1500	60	6,13	0,000	0,80	6,93	1020	440	86,32	20,30	19,13	21,17	20,39	15,14	14,36	5,16	4,77	5,20
P8	9	P7	P8	42,00	0,1966	0,849	142	4,568	0,017	0,020	0,012	1085,43	1500	60	6,13	0,672	0,80	6,93	1020	440	86,32	19,13	18,41	20,39	19,55	14,61	13,77	4,51	4,64	4,80
P9	A1	-	P9	102,00	0,4818	0,849	142	0,561	0,010	0,010	0,012	563,04	780	30	2,80	1,454	0,80	3,17	530	229	22,44	19,00	17,98	19,00	17,98	16,22	15,20	2,78	2,78	5,00
P10	10	P8	P9	85,75	1,3203	0,849	142	5,011	0,017	0,015	0,012	1185,97	1500	60	5,31	0,000	0,80	6,00	1020	440	64,74	18,41	16,95	19,55	18,26	13,43	12,14	4,98	4,81	4,85
P10	11	P9	P10	35,30	1,0287	0,849	129	5,885	0,015	0,015	0,012	1259,68	1500	60	5,31	0,000	0,80	6,00	1020	440	64,74	16,95	16,42	18,26	17,73	12,14	11,61	4,81	4,81	4,85
P11	12	P10	P11	60,10	0,3059	0,849	129	5,978	0,012	0,015	0,012	1267,12	1500	60	5,31	0,672	0,80	6,00	1020	440	64,74	16,42	15,70	17,73	16,83	11,97	11,07	4,45	4,63	4,70
P12	14	P12	P11	73,05	0,2271	0,849	144	1,278	0,025	0,025	0,012	645,52	780	30	4,43	0,061	0,80	5,01	530	229	56,11	16,45	14,62	16,45	14,62	13,67	11,84	2,78	2,78	3,00
P12	13	-	P12	62,20	3,5348	0,849	144	1,200	0,025	0,025	0,012	630,62	780	30	4,43	0,000	0,80	5,01	530	229	56,11	18,00	16,45	18,00	16,45	15,22	13,67	2,78	2,78	3,00
P13	15	P12	P13	44,40	0,4194	0,849	129	7,383	0,012	0,010	0,012	1479,85	1500	60	4,33	0,061	0,80	4,90	1020	440	43,16	14,62	14,09	14,62	14,17	10,94	10,50	3,68	3,59	4,00
P14	16	P13	P14	102,00	0,5523	2,547	129	7,887	0,013	0,015	0,012	1405,91	2000	80	6,43	-0,986	0,80	7,27	1360	587	86,32	14,09	12,76	14,17	12,64	10,41	8,88	3,68	3,88	4,30
P15	17	P14	P15	86,30	0,0000	0,849	129	7,887	0,012	0,010	0,012	1516,96	2000	80	5,25	0,000	0,80	5,93	1360	587	57,55	12,76	11,72	12,64	11,78	8,53	7,67	4,23	4,06	4,50
P16	18	P15	P16	89,00	0,4469	0,849	129	8,023	0,012	0,010	0,012	1526,71	2000	80	5,25	0,986	0,80	5,93	720	396	38,81	11,72	10,66	11,78	10,89	7,31	6,42	4,41	4,24	4,30
P17	19	P16	P17	60,00	2,1862	0,849	129	8,688	0,013	0,015	0,012	1457,84	2000	80	6,43	0,00	0,80	7,27	720	396	58,21	10,66	9,88	10,89	9,99	6,66	5,76	4,00	4,12	4,20

Los resultados obtenidos nos indican que las velocidades son mayores a 0.45 m/s en todos los colectores de la red.

En los colectores C7, C8, C9, C10, C11, C14, C16 Y C19 las velocidades determinadas en las secciones parcialmente llenas superan el máximo permitido para obras de alcantarillado, sin embargo en el apartado 5.2.1.14 de la norma urbana para estudios y diseños permite exceder conservadoramente el límite permitido, dado que los eventos invernales se producen con poca frecuencia en el año para la ciudad de Guayaquil.

Se presentan cortes de excavación que varían desde 4 a 6 metros incluyendo los 2 metros necesarios para evitar interferir con las redes de alcantarillado sanitario existentes, esto representa valores altos de excavación para un micro drenaje pero a su vez cumple con los parámetros de pendiente, velocidad y tensión tractiva en cada tobera.

### **6.3 Alternativa 2: Diseño con tuberías de hormigón y canales existentes de la zona.**

Esta opción busca aprovechar las zanjas de evacuación con las que cuenta el sector, verificando su capacidad hidráulica e incluyéndolos como parte del trazado propuesto en la alternativa anterior.

### 6.3.1 Especificaciones de los canales

Como mínimo el canal debe estar diseñado para evacuar el igual 75% del caudal calculado, en función de los costos de mantenimiento y los costos.

En función de la topografía se utilizará pendientes de orden del 0,1% o mayores.

Se optará por un canal revestido de hormigón con una resistencia de  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con malla de acero a retracción electrosoldada de 5,5 mm. Para prevenir la erosión por los grandes caudales que conducirán.

*Diseño de secciones hidráulicas.*- Se puede utilizar la ecuación de Manning para el diseño de los canales y se debe considerar el tipo de material del cuerpo del canal, rugosidad, velocidad máxima y mínima permitida, pendiente, taludes, etc. (Ven Te Chow)

*Talud apropiado según el tipo de material.*-: La inclinación de las paredes laterales de un canal, depende de la clase de terreno (Autoridad Nacional del Agua, 2010).

e) *Velocidades máximas y mínimas permisibles.*- Se considera apropiada una velocidad de 0,8 m/s evitando el crecimiento de vegetación y asegurando la autolimpieza. La U.S. BUREAU OF

RECLAMATION, recomienda para canales revestidos de hormigón, las velocidades máximas entre de 2,5 – 3,0 m/s, para evitar que el revestimiento se levante (Autoridad Nacional del Agua, 2010).

*Borde libre.*- Es el espacio entre la superficie del agua y la cota de la corona, se puede determinar por medio de ábacos.

*h) Espesor de revestimiento.*- Según el manual: "Criterios de diseños de obras hidráulicas para la formulación de proyectos hidráulicos" (Lima-Perú), es recomendable utilizar un espesor de 10 a 15 cm. en canales medianos y grandes, siempre que el revestimiento sea hormigón sin armadura (Autoridad Nacional del Agua, 2010).

### **6.3.2 Verificación de la capacidad hidráulica de los canales**

Con los datos obtenidos en el levantamiento de los canales, se realizó el modelamiento del perfil de los canales mediante el software H canales para el cálculo de secciones hidráulicas para diferentes geometrías y caudales de proyecto.

Para el cálculo del canal A (Figura 3.22) solo se utilizaran el caudal que entra en el pozo P9 a través del colector 10. Se plantea utilizar

una geometría trapezoidal (similar a la forma natural de la zanja) con características aproximadas a las medidas en campo:

**Tabla XIII.** Datos principales de los canales A y B.

Canal A		Canal B	
Caudal (m <sup>3</sup> /s)	0,54	Caudal (m <sup>3</sup> /s)	4,31
Ancho de solera (m)	0.40	Ancho de solera (m)	0.40
Talud	1,40	Talud	2,00
Rugosidad (n)	0,012	Rugosidad (n)	0,012
Pendiente (m/m)	0,010	Pendiente (m/m)	0,017
Longitud	102,00	Longitud	121,50

Se presentan los siguientes resultados:

**Tabla XIV.** Cálculo del tirante normal en los canales A y B.

CALCULO DE TIRANTE NORMAL								
LONGITUD			CANAL A: 102,00 m					
			CANAL B: 121,50 m					
Canal	% caudal	Q (m <sup>3</sup> /s)	T (m)	Rh (m)	v (m/s)	F	Tipo de flujo	y (m)
A	100	0,537	1,174	0,161	2,4669	1,829	Supercrítico	0,277
B	100	4,307	2,693	0,299	4,859	2,704	Supercrítico	0,573

**Tabla XXV.** Cálculo del tirante crítico en los canales A y B.

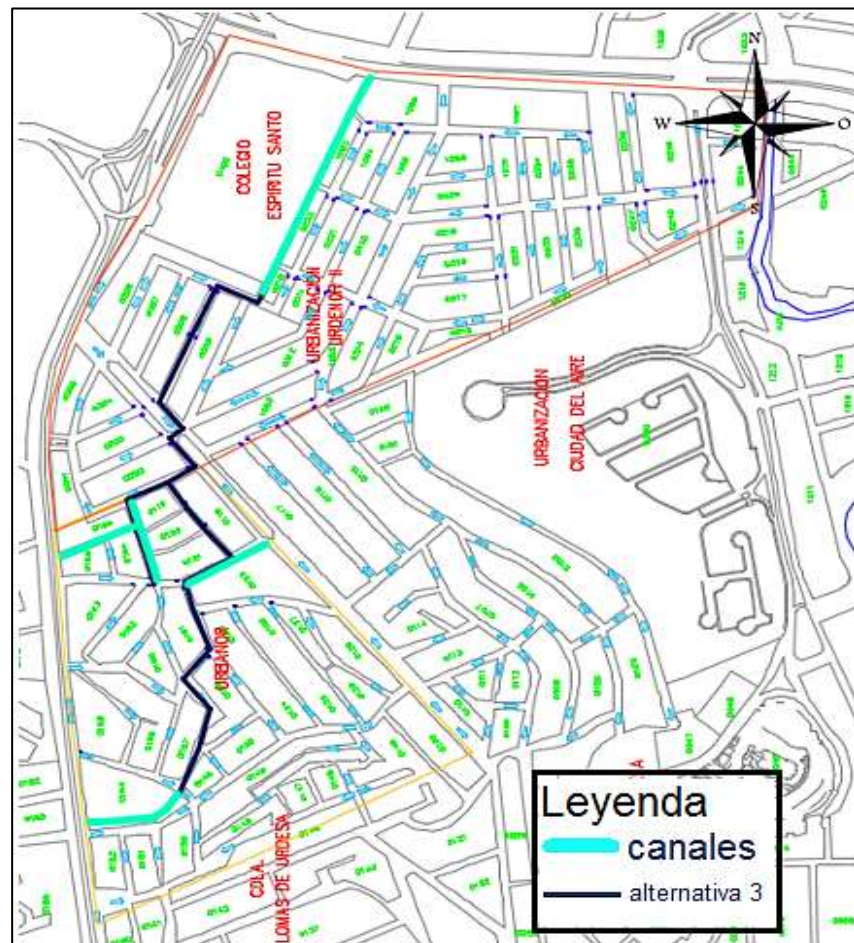


CALCULO DE TIRANTE CRITICO								
LONGITUD			CANAL A: 102,00 m					
			CANAL B: 121,50 m					
Canal	% caudal	Q (m <sup>3</sup> /s)	Tc (m)	Rhc (m)	vc (m/s)	F	Tipo de flujo	yc (m)
A	100	0,537	1,775	0,193	1,437	1	Critico	0,344
B	100	4,307	3,979	0,4452	2,1979	1	Critico	0,895

Como se puede observar los tirantes normales resultantes no superan la profundidad actual de las zanjas, por lo tanto estas pueden ser adecuadas para formar parte del sistema de alcantarillado pluvial nivelando sus superficies y revistiéndolas de hormigón para evitar la erosión.

#### 6.4 Alternativa 3: Diseño con tuberías de hormigón y canales de la zona

El siguiente trazado busca optimizar el uso de tuberías de hormigón utilizando una ruta más corta al punto de desfogue y habilitando el uso de los canales A y B como parte de la red de evacuación de aguas lluvias.



**Figura 6.2** Alternativa 3: Diseño del sistema de evacuación de AALL con tuberías de hormigón y canales de la zona.

#### 6.4.1 Descripción de la hoja de cálculo

Este diseño utiliza 1130,85 metros de tobera de hormigón reduciendo alrededor de un 15% de tuberías respecto a la alternativa 1.

Las velocidades reales resultantes son mayores a 0.45 m/s en todos los colectores de la red.

En los colectores C7, P8, P9, C10, C14, C16 Y C19 las velocidades determinadas en las secciones parcialmente llenas superan el máximo permitido para obras de alcantarillado, sin embargo el apartado 5.2.1.14 de la norma urbana para estudios y diseños permite exceder conservadoramente el límite, dado que los eventos invernales se producen con poca frecuencia en el año para la ciudad de Guayaquil.

Se presentan cortes de excavación que varían desde 4 a 6 metros incluyendo los 2 metros necesarios para evitar interferir con las redes de alcantarillado sanitario existentes, esto representa valores altos de excavación para un micro drenaje pero a su vez cumple con los parámetros de pendiente, velocidad y tensión tractiva en cada colector.

Tabla XVI. Alternativa 3: Hoja de cálculo del diseño de alcantarillado AALL en Urbano.

DATOS GENERALES					DISEÑO DE SISTEMA DE EVACUACIÓN AALL															Cota Terreno		Cota Proyecto		Corte			
					PRE-DISEÑO					DISEÑO					VERIFICACIÓN												
					Método Racional		Caudal de Diseño	Pendiente Terreno	Pendiente Colectores	Tubería de hormigón	Díametro de diseño	Díametro escogido	Díametro escogido	Velocidad de diseño	Perdida de carga	% Capacidad utilizado	Velocidad Real	Tirante Real	Radio hidráulico							Tensión Tractiva	
Pozo	Colector	De	A	Longitud (m)	Area de influencia (Ha)	C ponderado	Intensidad (mm/h)	q (m <sup>3</sup> /s)	S(m/m)	S(m/m)	n manning	Ø (mm)	Ø (mm)	Ø (in)	V(m/s)	hr (m)	Q/q	v (m/s)	d (mm)	Rh (mm)	T(Pa)	Aguas Arriba	Aguas Abajo	Aguas Arriba	Aguas Abajo	Aguas Arriba	Aguas Abajo
P1	1	P0	P1	63,00	4,9792	0,849	154	2,208	0,015	0,015	0,012	872,22	1000	40	4,05	0,000	0,80	4,58	680	293	43,16	26,00	25,06	23,00	22,06	3,00	3,00
P2	2	P1	P2	62,80	0,4936	0,849	154	2,387	0,018	0,015	0,012	898,13	1000	40	4,05	0,000	0,80	4,58	680	293	43,16	25,06	23,92	21,68	20,74	3,38	3,19
P3	3	P2	P3	50,60	0,2297	0,849	154	2,471	0,017	0,015	0,012	909,77	1000	40	4,05	0,000	0,80	4,58	680	293	43,16	23,92	23,06	20,53	19,77	3,39	3,29
P4	4	P3	P4	50,07	0,9120	0,849	154	2,802	0,017	0,015	0,012	953,72	1000	40	4,05	0,391	0,80	4,58	680	293	43,16	23,06	22,21	19,57	18,82	3,49	3,39
P5	5	P4	P5	63,83	0,2910	0,849	154	2,908	0,030	0,020	0,012	916,27	1000	40	4,68	1,123	0,80	5,28	680	293	57,55	22,21	20,30	17,55	16,27	4,67	4,03
P6	7	P6	P5	83,65	0,0000	0,849	144	0,598	0,020	0,015	0,012	534,54	780	30	3,43	1,846	0,80	3,88	530	229	33,66	21,03	19,36	17,17	15,92	3,86	3,44
P6	6	-	P6	48,51	1,7620	0,849	144	0,598	0,020	0,015	0,012	534,54	780	30	3,43	0,00	0,80	3,88	530	229	33,66	22,00	21,03	18,73	18,01	3,27	3,02
P7	8	P5	P7	39,10	3,0000	0,849	144	4,525	0,020	0,020	0,012	1081,55	1500	60	6,13	0,672	0,80	6,93	1020	440	86,32	20,30	19,52	15,77	14,99	4,53	4,53
P8	9	P7	P8	68,14	0,1966	0,849	144	4,592	0,017	0,015	0,012	1147,77	1500	60	5,31	0,672	0,80	6,00	1020	440	64,74	19,52	18,36	14,72	13,69	4,80	4,66
P9	10	P8	P9	62,20	3,5348	0,849	142	5,775	0,022	0,020	0,012	1185,18	1500	60	6,13	0,000	0,80	6,93	1020	440	86,32	18,36	16,99	13,44	12,20	4,91	4,79
P10	11	P9	P10	73,05	0,2271	0,849	90	5,824	0,022	0,020	0,012	1188,88	1500	60	6,13	0,716	0,80	6,93	1020	440	86,32	16,99	15,38	11,91	10,45	5,08	4,93
P10	14	P11	P10	60,10	0,3059	0,849	75	1,239	0,012	0,015	0,012	702,23	780	30	3,43	1,130	0,80	3,88	530	229	33,66	19,01	18,29	16,42	15,52	2,59	2,77
-	A1	-	-	102,00	0,4818	0,849	142	0,561	0,010	0,010	0,012	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19,00	17,98	-	-	-	-
-	12	-	-	85,75	1,3203	0,849	129	0,872	0,017	0,015	0,012	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21,00	19,54	-	-	-	-
P11	13	-	P11	35,30	1,0287	0,849	129	1,185	0,015	0,015	0,012	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19,54	19,01	-	-	-	-
P12	15	P10	P12	44,40	0,4194	0,849	129	7,190	0,012	0,010	0,012	1465,23	2000	60	5,25	1,749	0,80	5,93	1360	587	57,55	19,01	18,48	14,13	13,69	4,88	4,79
P13	18	P12	P13	102,00	1,6569	0,85	129	7,695	0,013	0,015	0,012	1392,95	2000	60	6,43	0,986	0,80	7,27	1360	587	86,32	18,48	17,15	14,10	12,57	4,38	4,59
P14	19	P13	P14	86,30	0,4469	0,849	129	7,831	0,012	0,010	0,012	1512,88	2000	60	5,25	0,000	0,80	5,93	1360	587	57,55	17,15	16,12	12,22	11,36	4,93	4,76
P15	20	P14	P15	89,00	0,4469	0,849	129	7,967	0,012	0,010	0,012	1522,68	2000	60	5,25	0,986	0,80	5,93	1360	587	57,55	16,12	15,05	11,00	10,11	5,11	4,94
P16	21	P15	P16	60,00	2,1862	0,849	129	8,632	0,013	0,015	0,012	1454,29	2000	60	6,43	0,00	0,80	7,27	1360	587	86,32	15,05	14,27	10,35	9,45	4,70	4,82

# **CAPÍTULO 7**

## **ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS PROPUESTAS**

Para la selección de la alternativa más favorable se considerará como criterios de evaluación la relación costo-beneficio del proyecto, el grado de aceptación de la construcción de la obra por parte de los moradores del sector, la eficiencia hidráulica del sistema y el tiempo de ejecución de la obra, estos factores determinarán cual es la alternativa más conveniente.

Las alternativas 1, 2 y 3 cumplen con los requerimientos solicitados en las normas nacionales respecto a sistemas de alcantarillado.

La alternativa 1 propone el uso de tubería de hormigón armado para los colectores, mientras que las alternativas 2 y 3 plantean incluir las zanjas A y B como parte del sistema. Los coeficientes de rugosidad son los mismos en las tres alternativas por lo que en los colectores se obtendrán velocidades similares sin embargo la opción 3 reduce en un 15% el uso de tubería de H.A.

Tomando en cuenta un presupuesto referencial entre las 3 alternativas respecto al análisis de costos unitarios se presentan los siguientes resultados:

Presupuesto alternativa 1: \$ 1,952,778.11

Presupuesto alternativa 2: \$ 1,811,197.14

Presupuesto alternativa 3: \$ 1,775,547.98

Al realizar la comparación entre los tres presupuestos referenciales se observa que la alternativa 2 resulta ser la más económica, seguida de la alternativa 3 y la 1, sin embargo al plantear el uso de canales como parte de la red las normas exigen una franja de servicio para los canales de aproximadamente 5 metros, como se puede observar en las figuras del Capítulo 3 la zanja A y B se encuentran ubicadas a menos de 2 metros de viviendas del sector por lo que para cumplir con la normativa a cabalidad será necesario realizar expropiaciones de los terrenos aledaños para realizar la adecuación del canal lo que conlleva llegar a un acuerdo los dueños de los terreno para realizar el respectivo pago para tomar posesión de las tierras, bajo estas condiciones las alternativa 2 y 3 aumentarían su costo y generarían incomodidad en los moradores del sector. En base a esto se propone utilizar la alternativa 1, un sistema de evacuación de aguas lluvias totalmente de tuberías de hormigón con pendientes aproximadas a las del terreno, ya que a pesar de que ser la

alternativa más costosa los beneficios técnicos y sociales que ofrece para los moradores de Urbanor son mayores.

### 7.1 Criterios de selección

Con el fin de evaluar que alternativa representa mayor conveniencia para la comunidad se consideraron los siguientes parámetros con su respectiva ponderación:

**Tabla XVII.** Criterios de selección de las alternativas.

Criterios de selección	Ponderación %	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
<b>Economía</b>	20	5	10	7
<b>Seguridad</b>	20	9	6	6
<b>Funcionalidad</b>	30	10	10	10
<b>Salubridad</b>	20	10	8	8
<b>Aprobación social</b>	10	8	5	5
<b>Resultado</b>	<b>100</b>	<b>9</b>	<b>8</b>	<b>8</b>

Como se puede observar la alternativa 1 a pesar de ser más costosa en comparación con las demás representa una mejor opción en el ámbito de seguridad, salubridad y beneficio a la sociedad.

En base a esto se propone utilizar la alternativa 1, un sistema de evacuación de aguas lluvias totalmente de tuberías de hormigón con pendientes aproximadas a las del terreno, ya que a pesar de que ser la alternativa más costosa los beneficios técnicos y sociales que ofrece para los moradores de Urbanor son mayores.



## **7.1 Ventajas y restricciones del proyecto integrador**

En diseño del sistema de evacuación de aguas del sector de Urbanor se toma en cuenta algunas ventajas y restricciones para la ejecución del proyecto, las cuales son:

### **Ventajas**

- En la alternativa 1 existen cortes de excavación bajos lo que indica un menor movimiento de tierras y ahorro en el costo de proyecto.
- No será necesario realizar ningún tipo de expropiación para la implementación de la alternativa 1.
- La urbanización Urdenor II será también beneficiado al no saturarse sus redes de evacuación mejorando así su calidad de vida.
- Evitará la construcción de canales, evitando riesgos innecesarios producto de la abertura de la zanja y el flujo masivo que la atravesaría en invierno.
- En el aspecto social, existirá fuentes de trabajo para los habitantes del sector por la construcción del sistema de evacuación de aguas lluvias.

### **Restricciones**

- Para la construcción del sistema de alcantarillado se recomienda realizarlo en temporada de verano para mantener los plazos de ejecución de obra y respetar el cronograma valorado.
- Debido a impedimentos para acceder durante un tiempo prolongado a la Unidad Educativa Santa Catalina se procedió a realizarse el levantamiento de las secciones del canal utilizando cinta.
- Daños que se producen anualmente por las lluvias.
- Aceptación de la personas para destruir las calles.
- Costo del proyecto.
- Problemas de seguridad.

# **CAPÍTULO 8**

## **ESTUDIO Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL**

## **8.1 Antecedentes**

El presente capítulo trata sobre el análisis del impacto ambiental que se puede generar en el diseño del sistema de alcantarillo pluvial para el sector de Urbanor, así como también del proceso de mitigación del proyecto. El objetivo primordial en toda obra ingenieril es la de establecer un menor impacto al medio ambiente, garantizando la conservación de los recursos naturales ante las diferentes actividades que se produzcan en las fases de construcción, operación y fin de vida útil del proyecto a ejecutarse.

Sera de vital importancia determinar cuáles son los recursos que serán afectados durante las diferentes fases de la obra, tomando como referencia la norma ambiental vigente, y de esta manera lograr una mínima afectación a los recursos como el agua, suelo, aire, flora, fauna, planteando además un plan de mitigación para la conservación del medio ambiente.

## **8.2 Objetivos**

### **8.2.1 General**

- Analizar los impactos ambientales que puedan resultar en las diferentes etapas de construcción, operación y fin de vida útil del sistema de alcantarillado pluvial en el sector de Urbanor.

### **8.2.2 Específicos**

- Determinar las distintas actividades a realizarse en las diferentes etapas del proyecto.
- Identificar los recursos que serán afectados en relación con las actividades realizadas.
- Proponer un plan de manejo ambiental a las actividades que mayor impacto generen para contrarrestar la contaminación al medio ambiente.

### **8.3 Marco legal y estándares ambientales**

#### **Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria (TULAS)**

#### **TITULO PRELIMINAR “DE LAS POLITICAS BASICAS AMBIENTALES DEL ECUADOR”**

**Art. 1.-** Establécense las siguientes políticas básicas ambientales del Ecuador: Políticas básicas ambientales del Ecuador.

9. Reconociendo que es necesaria la promoción del conocimiento y de las experiencias sobre el medio ambiente, las ciencias y aspectos relacionados con él, así como respecto a su gestión.

El Estado Ecuatoriano asignará la más alta prioridad, como medios para la gestión ambiental a: la educación y capacitación ambientales, como

partes integradas a todas las fases, modalidades y asignaturas de la educación formal e informal y la capacitación generales; la información en todas sus modalidades; y, la ciencia y tecnología, privilegiado la investigación y aplicación de tecnologías endógenas y la adaptación conveniente de las provenientes del exterior. Así mismo, impulsará el establecimiento de un sistema permanente de ordenamiento territorial como herramienta necesaria para promover el desarrollo sustentable y, por lo tanto, para la gestión ambiental adecuada.

11. Reconociendo que el ambiente y sus regulaciones jurídicas deben afrontarse de forma integral, pero que es conveniente enfatizar en la prevención y control con la finalidad de evitar la ocurrencia de daños ambientales.

Sin perjuicio de afrontar los asuntos ambientales en forma integral, incluyendo sus regulaciones jurídicas, se dará especial prioridad a la prevención y control a fin de evitar daños ambientales provenientes de la degradación del ambiente y de la contaminación, poniendo atención en la obtención de permisos previos, límites de tolerancia para cada sustancia, ejercicio de la supervisión y control por parte del Estado en las actividades potencialmente degradantes y/o contaminantes. La degradación y la contaminación como ilícitos (una vez que sobrepasen los límites de tolerancia) serán merecedoras de sanciones para los

infractores, a la vez que su obligación de reparación de los daños causados y de restauración del medio ambiente o recurso afectado.

13. Reconociendo que una herramienta efectiva para la prevención del daño ambiental es la obligación, por parte del interesado, del Estudio de Impacto Ambiental (EIA) y de la propuesta de Planes de Manejo Ambiental (PMA), para cada caso, acompañando a las solicitudes de autorización para realizar actividades susceptibles de degradar o contaminar el ambiente, que deben someterse a la revisión y decisión de las autoridades competentes.

El Estado Ecuatoriano establece como instrumento obligatorio previamente a la realización de actividades susceptibles de degradar o contaminar el ambiente, la preparación, por parte de los interesados a efectuar estas actividades, de un Estudio de Impacto Ambiental (EIA) y del respectivo Plan de Manejo Ambiental (PMA) y la presentación de éstos junto a solicitudes de autorización ante las autoridades competentes, las cuales tienen la obligación de decidir al respecto y de controlar el cumplimiento de lo estipulado en dichos estudios y programas a fin de prevenir la degradación y la contaminación, asegurando, además, la gestión ambiental adecuada y sostenible. El Estudio de Impacto Ambiental y el Plan de Manejo Ambiental deberán basarse en el principio

de lograr el nivel de actuación más adecuado al respectivo espacio o recurso a proteger, a través de la acción más eficaz.

15. Reconociendo que se han identificado los principales problemas ambientales, a los cuales conviene dar una atención especial en la gestión ambiental, a través de soluciones oportunas y efectivas.

El Estado Ecuatoriano, sin perjuicio de atender todos los asuntos relativos a la gestión ambiental en el país, dará prioridad al tratamiento y solución de los siguientes aspectos reconocidos como problemas ambientales prioritarios del país:

a) La pobreza, (agravada por el alto crecimiento poblacional frente a la insuficiente capacidad del Estado para satisfacer sus requerimientos, principalmente empleo). - La erosión y desordenado uso de los suelos.

b) La deforestación.

c) La pérdida de la biodiversidad y recursos genéticos.

d) La desordenada e irracional explotación de recursos naturales en general. - La contaminación creciente de aire, agua y suelo.

e) La generación y manejo deficiente de desechos, incluyendo tóxicos y peligrosos.

f) El estancamiento y deterioro de las condiciones ambientales urbanas.



g) Los grandes problemas de salud nacional por contaminación y mal nutrición.

h) El proceso de desertificación y agravamiento del fenómeno de sequías. - Los riesgos, desastres y emergencias naturales y antrópicas.

## **LIBRO VI, “DE LA CALIDAD AMBIENTAL”,**

### **TÍTULO I, Del Sistema Único De Manejo Ambiental**

#### **CAPÍTULO III, DEL OBJETIVO Y LOS ELEMENTOS PRINCIPALES DEL SUB-SISTEMA DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.**

**Art. 13.-** Objetivo General de la evaluación de impactos ambientales. El objetivo general de la evaluación de impactos ambientales dentro del SUMA es garantizar el acceso de funcionarios públicos y la sociedad en general a la información ambiental relevante de una actividad o proyecto propuesto previo a la decisión sobre la implementación o ejecución de la actividad o proyecto.

Para tal efecto, en el proceso de evaluación de impactos ambientales se determinan, describen y evalúan los potenciales impactos de una actividad o proyecto propuesto con respecto a las variables ambientales relevantes de los medios

a) físico (agua, aire, suelo y clima);

b) biótico (flora, fauna y sus hábitat);

c) socio-cultural (arqueología, organización socio-económica, entre otros); y,

d) salud pública.

## **TÍTULO II**

### **POLÍTICAS NACIONALES DE RESIDUOS SÓLIDOS**

**Art. 30.-** El Estado Ecuatoriano declara como prioridad nacional la gestión integral de los residuos sólidos en el país, como una responsabilidad compartida por toda la sociedad, que contribuya al desarrollo sustentable a través de un conjunto de políticas intersectoriales nacionales que se determinan a continuación.

#### **Art. 31.- ÁMBITO DE SALUD Y AMBIENTE**

Se establece como políticas de la gestión de residuos sólidos en el ámbito de salud y ambiente las siguientes:

a) Prevención y minimización de los impactos de la gestión integral de residuos sólidos al ambiente y a la salud, con énfasis en la adecuada disposición final.

b) Impulso y aplicación de mecanismos que permitan tomar acciones de control y sanción, para quienes causen afectación al ambiente y la salud, por un inadecuado manejo de los residuos sólidos.

c) Armonización de los criterios ambientales y sanitarios en el proceso de evaluación de impacto ambiental y monitoreo de proyectos y servicios de gestión de residuos sólidos. d. Desarrollo de sistemas de vigilancia epidemiológica en poblaciones y grupos de riesgo relacionados con la gestión integral de los desechos sólidos.

d) Promoción de la educación ambiental y sanitaria con preferencia a los grupos de riesgo.

#### **Art. 32.- ÁMBITO SOCIAL**

Se establece como políticas de la gestión de residuos sólidos en el ámbito social las siguientes:

a) Construcción de una cultura de manejo de los residuos sólidos a través del apoyo a la educación y toma de conciencia de los ciudadanos.

b) Promoción de la participación ciudadana en el control social de la prestación de los servicios, mediante el ejercicio de sus derechos y de sistemas regulatorios que garanticen su efectiva representación.

c) Fomento de la organización de los recicladores informales, con el fin de lograr su incorporación al sector productivo, legalizando sus organizaciones y propiciando mecanismos que garanticen su sustentabilidad.

### **Art. 33.- ÁMBITO ECONÓMICO – FINANCIERO**

Se establece como políticas de la gestión de residuos sólidos en el ámbito económico - financiero las siguientes:

- a. Garantía de sustentabilidad económica de la prestación de los servicios, volviéndolos eficientes y promoviendo la inversión privada.
- b. Impulso a la creación de incentivos e instrumentos económico - financieros para la gestión eficiente del sector.

Desarrollo de una estructura tarifaria nacional justa y equitativa, que garantice la sostenibilidad del manejo de los residuos sólidos.

Fomento al desarrollo del aprovechamiento y valorización de los residuos sólidos, considerándolos un bien económico.

## **CAPITULO V**

### **DEL REGULADO**

#### **Sección I De los Deberes y Derechos del Regulado**

**Art. 81.-** Reporte Anual

Es deber fundamental del regulado reportar ante la entidad ambiental de control, por lo menos una vez al año, los resultados de los monitoreos correspondientes a sus descargas, emisiones y vertidos de acuerdo a lo establecido en su PMA aprobado. Estos reportes permitirán a la entidad ambiental de control verificar que el regulado se encuentra en cumplimiento o incumplimiento del presente Libro VI De la Calidad Ambiental y sus normas técnicas contenidas en los Anexos, así como del plan de manejo ambiental aprobado por la entidad ambiental de control.

**Art. 82.-** Reporte de Descargas, Emisiones y Vertidos

Solamente una vez reportadas las descargas, emisiones y vertidos, se podrá obtener el permiso de la entidad ambiental de control, para efectuar éstas en el siguiente año.

**Art. 83.-** Plan de Manejo y Auditoría Ambiental de Cumplimiento

El regulado deberá contar con un plan de manejo ambiental aprobado por la entidad ambiental de control y realizará a sus actividades, auditorías ambientales de cumplimiento con las normativas ambientales vigentes y con su plan de manejo ambiental acorde a lo establecido en el presente Libro VI De la Calidad Ambiental y sus normas técnicas ambientales.

**TÍTULO IV,****REGLAMENTO A LA LEY DE GESTIÓN AMBIENTAL PARA LA PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL****Art. 98.-** Reporte Anual

El regulado que origine descargas, emisiones o vertidos hacia el ambiente, incluyendo hacia sistemas de alcantarillado, deberá reportar por lo menos una vez al año las mismas ante la entidad que expide el permiso de descargas, emisiones y vertidos, para obtener las autorizaciones administrativas ambientales correspondientes.

Las actividades nuevas efectuarán el reporte inicial de sus emisiones, descargas y vertidos en conjunto con la primera AA de cumplimiento con las normativas ambientales vigentes y su plan de manejo ambiental que debe realizar el regulado un año después de entrar en operación.

**Art. 120.-** Criterios para la Elaboración de Normas Técnicas de Emisión, Descarga y Vertidos

Para determinar las normas de emisión, descarga y vertidos deberán considerarse los siguientes aspectos:

- a) Los tipos de fuentes o actividades reguladas;

b) Los valores de fondo o distribución del contaminante en el área de aplicación de la norma, su metodología de medición y los resultados encontrados;

c) La relación entre las emisiones, descargas o descargas del contaminante y la calidad ambiental del recurso;

d) La capacidad de asimilación y de auto depuración del medio receptor o recurso involucrado en la materia normada;

#### **Art. 122.- Monitoreo Ambiental**

El cumplimiento de las normas de emisión y descarga deberá verificarse mediante el monitoreo ambiental respectivo por parte del regulado. Sin embargo, la entidad ambiental de control realizará mediciones o monitoreos cuando lo considere necesario.

#### **8.4 Información general del área de estudio**

**Lugar:** Cdla Urbanor

**Ubicación:** Noroeste Guayaquil

**Parroquia:** Tarqui

**Coordenadas:** UTM N: 9761647.82 m E: 621038.81 m

**Autoridad:** Ab. Jaime Nebot Saadi – Alcalde.

## 8.5 Descripción de la línea base

La ciudadela Urbanor es un sector cuyo enfoque económico está relacionado con el comercio, cuenta con suelos rocosos sedimentarios de origen volcánico totalmente erosivos, todas sus vías de circulación son de pavimento flexible; dado a que la zona se encuentra totalmente urbanizada, la escases de flora hace que el suelo sea erosionable con la presencia de esorrentía proveniente de precipitaciones.

El sector cuenta con servicios básicos como red eléctrica, red de alcantarillado sanitario y red de agua potable, pero no cuenta con un sistema de alcantarillado pluvial, por lo que la evacuación de aguas lluvias se da por esorrentía superficial, dirigiéndose hacia la parte de la ciudadela de Urdenor II que cuenta con todos los servicios básicos.

Cerca del lugar se encuentra el Bosque Protector Sendero de “Palo Santo”, el cual se puede observar especies de árboles propias del bosque seco tropical, como laurel, guasmo, jiguas, pechiche, entre otras. En cuanto a la fauna, se cuenta con una gran diversidad de aves y reptiles, además de animales como ardillas, murciélagos y zorros. También hay pájaros conocidos como cacique, chotacabras, lechuza, tórtola, Valdivia, periquito, colibrí enano y pájara virgen. Si bien es cierto, tanto la flora como la fauna pueden verse afectados en una construcción civil, estos no van a ser afectados ya que la construcción de nuestro proyecto está



ubicada lejos del bosque protector. (Bosque Protector "Sendero De Palo Santo", 2014)

Otro factor importante que se debe tomar en cuenta es la presencia del nivel freático o de acuíferos existentes en la zona, que pueden ser afectados con la ejecución del proyecto, dada a la necesidad de evacuar las aguas lluvias y evitar posibles daños que afecten a la comunidad.

## **8.6 Factores Ambientales afectados**

Los factores ambientales son muy importantes en el proceso de evaluación de los impactos ambientales que podrían generar en una obra civil. Tanto el medio ambiente como los seres vivos están en una mutua relación, es decir, las actividades realizadas por el ser humano que perjudican al ecosistema, también se verá afectado los seres humanos por el impacto negativo causado.

Estos se clasifican en abióticos o bióticos. Donde los factores abióticos son aquellos que no tienen vida y tienen aspectos químicos y físicos como son la temperatura, la luz, el aire, el suelo, etc. Por otro lado, los factores bióticos son los seres vivos en el ecosistema, como los animales, vegetales y microorganismos. (Abellán, 2006)

Entre los principales factores ambientales que se deben tomar en cuenta al momento de evaluar en este proyecto son:

### **8.7.1 Factores físicos o abióticos**

#### **Suelo**

Es un recurso que se verá afectado en las diferentes actividades para la ejecución de un proyecto, tales como:

El uso de maquinaria pesada hace que el suelo se deteriore debido a las vibraciones que estos transmiten hacia este recurso por su excesivo peso, además de los derrames de líquidos, como por ejemplo aceites y grasas, que estos equipos generan en su actividad.

El retiro de la cobertura vegetal afecta durante el proceso de limpieza y desbroce.

Cuando se hace excavaciones en el terreno, cierta cantidad de residuos sólidos o líquidos podrían contaminar a este recurso, como por ejemplo durante el proceso de hormigonado, en la etapa de endurecimiento entran en contacto con el suelo y luego se mezclan con el mismo.

#### **Agua**

Es uno de los recursos más utilizados y el más afectado en todas las etapas de una obra civil. Se utiliza este recurso tanto para la limpieza de herramientas de trabajo como su área de construcción. Es uno de los componentes claves en la dosificación de hormigón y para la hidratación que se necesita en el proceso de curado. Durante el proceso de hormigonado puede haber fugas de residuo líquido y si no se controla de inmediato, entrarían en contacto con cuerpos de agua tanto superficial como subterránea.

De la misma manera ocurre cuando se emplea equipos de maquinaria pesada para las excavaciones respectivas, el derrame de líquidos, aceites y grasas contaminarían cuerpos de agua superficial y subterránea.

### **Aire**

Este es un recurso que afecta tanto a los seres vivos como al ecosistema en general. El empleo de maquinaria en la construcción de una obra civil como compactadora, concretera, excavadora, retroexcavadora, volquetas, provocan ruido, polvo y emisiones de gas con el uso de estos equipos causando molestias y posibles enfermedades en el sector.

## **8.7.2 Factores bióticos**

### **Flora**

En la ejecución del proyecto, este recurso no se verá afectado, ya que, como se explicó anteriormente, es un sector totalmente urbanizado, es decir, no hay presencia de especies de flora que puedan ser afectados en las etapas del proyecto.

### **Fauna**

En el sector, especialmente en el área donde se realizara el proyecto, no existe la presencia de animales que estén en peligro de extinción, solo se cuenta con animales domésticos, estos podrían ser afectados por el uso de maquinarias de construcción que provocan ruido, polvo y emanan gran cantidad de gases al medio ambiente.

#### **8.7.3 Factores socioeconómicos**

La ejecución de cualquier obra civil siempre genera impactos tantos positivos como negativos. Al hablar de impactos negativos, estos son solo a corto plazo que afectan tanto en la etapa de construcción como en la de demolición, causando molestias en la comunidad por los trabajos que se realizaran, por el cierre de vías y por las posibles enfermedades que ocasionarían, y su actividad económica decaerá por las actividades realizadas en las etapas mencionadas. En cambio, una vez finalizada la obra, traerá grandes beneficios a la comunidad, su economía no se verá

afectada, y no causará molestias por los daños ocasionados en el sector durante el periodo de invierno.

## **8.7 Actividades a considerar**

Las actividades que se realizarán para la ejecución de este proyecto deben ser evaluados para las etapas de construcción, operación y fin de vida útil de la obra, ya que dichas actividades afectarán a los diferentes recursos en cada una de las etapas de la obra.

### **8.7.1 Fase de construcción**

- Limpieza y desbroce.
- Topografía.
- Cierre de vías y colocación de rótulos.
- Excavación mecánica.
- Excavación manual.
- Movimiento de tierra.
- Rasanteo de zanja.
- Protección de talud de zanja.
- Suministro de tubería.
- Construcción de pozos de revisión.
- Construcción de sumideros de calzada.
- Encofrado/desencofrado.
- Proceso de hormigonado.

- Relleno compactado a máquina.
- Nivelación del suelo.
- Colocación de la capa de rodadura.
- Desalojo de material sobrante en obra.
- Reapertura al tránsito vehicular y personas.

### **8.7.2 Fase de operación**

- Inspección, mantenimiento y reparación de los conductos del sistema.
- Inspección, mantenimiento y reparación de sumideros de calzada.
- Inspección, mantenimiento y reparación a los pozos de inspección.
- Mantenimiento sobre los mecanismos de control y aforo.
- Limpieza en calzada, veredas y cunetas.

### **8.7.3 Fin de vida útil del proyecto**

- Cierre de vías y colocación de rótulos.
- Excavación mecánica.
- Excavación manual.
- Movimiento de tierra.
- Desmontaje y demolición de los conductos del sistema de alcantarillado.
- Desmontaje y demolición de los sumideros de calzada.

- Desmontaje y demolición de los pozos de inspección.
- Transporte de material para relleno.
- Relleno compactado a máquina.
- Nivelación del suelo.
- Colocación de la capa de rodadura.
- Desalojo de material sobrante en obra.
- Reapertura al tránsito vehicular y personas.

## 8.8 Descripción del proceso

**Tabla XVIII.** Etapa de construcción del proyecto.

<b>INTERACCIÓN EN EL PROCESO</b>		
<b>ETAPA DE CONSTRUCCIÓN</b>		
<b>MATERIALES, INSUMOS, EQUIPOS</b>	<b>FASE DEL PROCESO</b>	<b>IMPACTOS POTENCIALES</b>
Cuartones Láminas de zinc o Yute Señalización vial reflectiva Herramientas menores Rotulo informativo sobre el proyecto	Cerramiento provisional	Alteración perspectiva visual de la zona  Molestias en los moradores Generación de fuentes de empleo  Afectación al comercio de la zona
Tablones Cuartones Láminas de zinc Energía eléctrica Dispensador de agua Suplementos de oficina Almacenamiento de materiales de obra	Implantación de campamento, bodega y oficina	Generación de ruido y polvo  Formación de aguas servidas en el campamento Generación de fuentes de empleo Reproducción de plagas

Suplementos de limpieza		Enfermedades
-------------------------	--	--------------

Baterías sanitarias Tanques para almacenamiento agua potable Griferías y accesorios Manguera Energía eléctrica	Instalación provisional de servicios básicos	Generación de ruido y polvo Generación de fuentes de empleo Formación de aguas residuales Reproducción de plagas Enfermedades
Sacos Contenedores para desechos Recipientes de reciclaje	Implantación de residuos de obra	Reproducción de plagas Enfermedades Formación de malos olores
Estacas Piola Clavos	Localización, trazado y replanteo	Generación de fuentes de empleo Impacto a la perspectiva visual
Retroexcavadora Volqueta 8 m3 Herramienta menores	Excavaciones y movimientos de tierra	Generación de polvo, ruido, vibraciones y gases Contaminación de acuíferos Alteración a la calidad del aire, suelo y agua Afectación a posibles animales domésticos Generación de fuentes de empleo
Palas Nivel Entablado de madera	Rasanteo y nivelación de zanja	Generación de polvo Alteración a la calidad del suelo Generación de fuentes de empleo



Tuberías Pvc Accesorios para instalación Maquinaria Herramientas menores	Instalación de tuberías	Generación de ruido y gases Alteración a la calidad del aire, suelo y agua Generación de fuentes de empleo
Encofrado de madera Hormigón fc= 210 kg/cm <sup>2</sup> Acero de refuerzo Concreteira Vibrador Herramientas menores	Construcción de pozos de revisión	Generación de polvo, ruido, y gases Alteración a la calidad del aire, suelo y agua Generación de fuentes de empleo
Encofrado de madera Hormigón fc=210 kg/cm <sup>2</sup> Concreteira Vibrador Rejilla de acero Herramientas menores	Construcción de sumideros de calzada	Generación de polvo, ruido, y gases Alteración a la calidad del aire, suelo y agua Generación de fuentes de empleo
Retroexcavadora Plancha vibratoria Nivel	Relleno, compactación y nivelación del suelo	Generación de polvo, ruido, vibraciones y gases Alteración a la calidad del aire, suelo y agua Afectación a posibles animales domésticos Generación de fuentes de empleo
Asfalto Volqueta 8 m <sup>3</sup> Pavimentadora Rastrillo Herramientas menores	Colocación de la capa de rodadura (asfalto)	Generación de ruido, polvo, vibraciones y gases Alteración a la calidad del aire, suelo Generación de fuentes de empleo
Cargadora Volqueta 8 m <sup>3</sup>	Desarme y retiro de instalaciones provisionales	Generación de ruido, polvo y gases Alteración de la calidad del aire

Herramientas menores		Generación de fuentes de empleo Mejoramiento del comercio del sector
----------------------	--	---

**Tabla XIX.** Etapa de Operación del proyecto.

<b>INTERACCIÓN EN EL PROCESO</b>		
<b>ETAPA DE OPERACIÓN</b>		
<b>MATERIALES, INSUMOS, EQUIPOS</b>	<b>FASE DEL PROCESO</b>	<b>IMPACTOS POTENCIALES</b>
Hidrocleaner Señalización trabajos en vía	Mantenimiento y limpieza del sistema de alcantarillado AALL	Generación de ruido, gases Alteración a la calidad del aire y suelo Molestias a las personas del sector Generación de fuentes de empleo
Equipos especiales Informe técnico	Monitoreo ambiental	Generación de ruido, gases Generación de fuentes de empleo
Disposición final de los residuos sólidos	Manejo de desechos sólidos	Generación de fuentes de empleo Alteración a la calidad del aire y suelo

**Tabla XX.** Etapa de cierre o abandono.

<b>INTERACCIÓN EN EL PROCESO</b>		
<b>ETAPA DE CIERRE O ABANDONO</b>		
<b>MATERIALES, INSUMOS, EQUIPOS</b>	<b>FASE DEL PROCESO</b>	<b>IMPACTOS POTENCIALES</b>

<p>Cuartones</p> <p>Láminas de zinc o Yute</p> <p>Señalización vial reflectiva</p> <p>Herramientas menores</p> <p>Rotulo informativo sobre el proyecto</p>	<p>Cerramiento provisional</p>	<p>Alteración perspectiva visual de la zona</p> <p>Molestias en los moradores</p> <p>Generación de fuentes de empleo</p> <p>Afectación al comercio de la zona</p>
--	--------------------------------	---

<p>Tablones</p> <p>Cuartones</p> <p>Láminas de zinc</p> <p>Energía eléctrica</p> <p>Dispensador de agua</p> <p>Suplementos de oficina</p> <p>Almacenamiento de materiales de obra</p> <p>Suplementos de limpieza</p>	<p>Implantación de campamento, bodega y oficina</p>	<p>Generación de ruido y polvo</p> <p>Formación de aguas servidas en el campamento</p> <p>Generación de fuentes de empleo</p> <p>Reproducción de plagas</p> <p>Enfermedades</p>
<p>Baterías sanitarias</p> <p>Tanques para almacenamiento agua potable</p> <p>Griferías y accesorios</p> <p>Manguera</p> <p>Energía eléctrica</p>	<p>Instalación provisional de servicios básicos</p>	<p>Generación de ruido y polvo</p> <p>Generación de fuentes de empleo</p> <p>Formación de aguas residuales</p> <p>Reproducción de plagas</p> <p>Enfermedades</p>
<p>Sacos</p> <p>Contenedores para desechos</p> <p>Recipientes de reciclaje</p>	<p>Implantación de residuos de obra</p>	<p>Reproducción de plagas</p> <p>Enfermedades</p> <p>Formación de malos olores</p>
<p>Estacas</p> <p>Piola</p> <p>Clavos</p>	<p>Localización, trazado y replanteo</p>	<p>Generación de fuentes de empleo</p> <p>Impacto a la perspectiva visual</p>
	<p>Excavaciones y movimientos de tierra</p>	<p>Generación de polvo, ruido, vibraciones y gases</p>

<p>Retroexcavadora Volqueta 8 m3 Herramienta menores</p>		<p>Contaminación de acuíferos</p> <p>Alteración a la calidad del aire, suelo y agua</p> <p>Afectación a posibles animales domésticos</p> <p>Generación de fuentes de empleo</p>
--	--	---

<p>Minicargador con martillo Compresor neumático Martillo neumático Cargadora</p>	<p>Desmontaje de instalaciones del sistema de alcantarillado</p>	<p>Generación de ruido, polvo, vibraciones y gases</p> <p>Alteración a la calidad del aire y suelo</p> <p>Afectación a posibles animales domésticos</p> <p>Generación de fuentes de empleo</p>
<p>Retroexcavadora Plancha vibratoria Nivel</p>	<p>Relleno, compactación y nivelación del suelo</p>	<p>Generación de polvo, ruido, vibraciones y gases</p> <p>Alteración a la calidad del aire, suelo y agua</p> <p>Afectación a posibles animales domésticos</p> <p>Generación de fuentes de empleo</p>
<p>Asfalto Volqueta 8 m3 Pavimentadora Rastrillo Herramientas menores</p>	<p>Colocación de la capa de rodadura (asfalto)</p>	<p>Generación de ruido, polvo, vibraciones y gases</p> <p>Alteración a la calidad del aire, suelo</p> <p>Generación de fuentes de empleo</p>
<p>Cargadora Volqueta 8 m3 Herramientas menores</p>	<p>Desarme y retiro de instalaciones provisionales</p>	<p>Generación de ruido, polvo y gases</p> <p>Alteración de la calidad del aire</p>

Disposición final de residuos sólidos		Generación de fuentes de empleo Mejoramiento del comercio del sector
--	--	---

## 8.9 Principales impactos ambientales

**Tabla XXI.** Impactos ambientales en las etapas del proyecto.

ASPECTOS AMBIENTALES		IMPACTOS AMBIENTALES	POSITIVO / NEGATIVO	ETAPA DEL PROYECTO
FÍSICO O ABIÓTICO	SUELO	Contaminación por residuos sólidos y líquidos no peligrosos	NEGATIVO	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Construcción</li> <li>• Fin de vida útil</li> </ul>
		Excavación del suelo		
		Compactación del suelo		
		Erosión		
		Derrame de aceite, grasa y combustible		
		Derrame de hormigón		
	AIRE	Emisiones de ruido, polvo y gases	NEGATIVO	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Construcción</li> <li>• Fin de vida útil</li> </ul>
		Generación de malos olores		
		Aumento de niveles de ruido		
	AGUA (SUPERFICIAL Y SUBTERRÁNEO)	Contaminación por residuos sólidos y líquidos no peligrosos	NEGATIVO	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Construcción</li> <li>• Fin de vida útil</li> <li>• Operación (mantenimiento)</li> </ul>
		Derrame de aceite, grasa y combustible		
		Derrame de hormigón		

BIÓTICO	FLORA	Afectación	NINGUNO	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Construcción</li> <li>• Fin de vida útil</li> </ul>
	FAUNA		NINGUNO	
SOCIOECONÓMICO	SOCIAL	Afectación temporal de la economía del sector	NEGATIVO	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Construcción</li> <li>• Fin de vida útil</li> <li>• Operación</li> </ul>
		Molestias en los moradores durante la obra	NEGATIVO	
		Generación de fuentes de empleo	POSITIVO	
		Consumo del recurso agua en obra	POSITIVO	
		Mejor calidad de vida	POSITIVO	
		Mejoramiento en la salud de las personas	POSITIVO	
	PERCEPCIÓN	Contaminación visual	NEGATIVO	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Construcción</li> <li>• Operación</li> </ul>
		Recuperación de zonas afectadas por invierno	POSITIVO	
		Mejor imagen del sector	POSITIVO	
	SALUD	Enfermedades causado por plagas	NEGATIVO	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Construcción</li> <li>• Fin de vida útil</li> </ul>
		Accidentes leves o graves	NEGATIVO	

### **8.10 Plan de Manejo Ambiental**

El PMA es una evaluación ambiental que toma en cuenta todas las actividades que se producen en la ejecución de un proyecto, obra o actividad, considerando los impactos negativos al medio ambiente, estableciendo las acciones respectivas para prevenir, mitigar, rehabilitar o compensar dichos impactos.

Para la elaboración del PMA, se tomó en cuenta los impactos ambientales negativos causados en las diferentes actividades en cada una de las etapas del proyecto, el cual se consideró los siguientes planes:

- Plan de Prevención y Mitigación de Impactos.
- Plan de Manejo de Desechos.
- Plan de Comunicación, Capacitación y Educación Ambiental.
- Plan de Contingencias.
- Plan de Seguridad y Salud Ocupacional.



### 8.10.1 Plan de Prevención y Mitigación de Impactos

**Tabla XXII.** Plan de Prevención y mitigación de Impactos.

ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS PROPUESTAS	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN
SUELO Y AGUA	Compactación del suelo Excavación del suelo Erosión Contaminación por residuos sólidos y líquidos no peligrosos Derrame de aceite, grasa y combustible Derrame de hormigón	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Establecer una programación efectiva del área donde se ejecutará la obra de manera que el sitio permanezca en orden, limpio y seguro.</li> <li>2) Realizar el respectivo cierre provisional donde se ejecutará el proyecto, con el fin de evitar accidentes en la zona.</li> <li>3) Colocar la respectiva señalización en obra, para así evitar molestias o posibles accidentes originados por la mala ubicación y almacenamiento de materiales de construcción u objetos en obra.</li> <li>4) Colocar pasos peatonales en lugares estratégicos después de las excavaciones de zanjas.</li> <li>5) Los excedentes de materiales de construcción que no sean utilizados, deberán ser transportados y depositados en sitios de disposición final y prohibir de forma estricta su vertimiento hacia los recursos suelo y agua que contaminen el medio ambiente.</li> </ol>	Área de intervención con cerramiento provisional. Rótulos y suplementos reflectivos de seguridad vial. Bodega de materiales de construcción. Lugares de almacenamiento de residuos de material de obra. Porcentaje de áreas ocupadas de material de excavación. # de maquinaria pesada con mantenimiento / # de maquinaria operando en obra. Kit de seguridad programado / kit instalado. # Concreteteras en operación / # Concreteteras requeridos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Respaldo fotográfico.</li> <li>• Verificación in situ.</li> <li>• Registro de mantenimiento de maquinaria pesada.</li> <li>• Permisos municipales.</li> <li>• Registro de facturas material construcción</li> </ul>

		<ol style="list-style-type: none"><li>6) Los materiales de construcción se deberán almacenar de una manera ordenada, ubicado fuera del área de tránsito peatonal y vehicular, facilitando su uso y manipulación.</li><li>7) Cubrir con plástico o lona el área de almacenamiento de material de excavación, para evitar posibles erosiones a causa de las lluvias. Se realizará de la misma manera el transporte de material en volquetas.</li><li>8) Mantenimiento preventivo y calibración en talleres autorizados de maquinaria y vehículos.</li><li>9) Sustituir maquinarias y vehículos que tengan más de 10 años operando.</li><li>10) Disponer de un kit de materiales para derrames de combustible como arena, pala, guantes, mascarilla, overol, paños absorbentes.</li><li>11) Realizar las respectivas mezclas de hormigón en concreteiras y evitar en lo posible el derrame de concreto sobre el suelo.</li></ol>		
--	--	---	--	--

RUIDO	Generación de ruido	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Informar a los moradores sobre las molestias que pueden ocasionar durante la ejecución de la obra.</li> <li>2) Verificar los rangos de decibeles permitidos en el Texto Unificado de Legislación Secundaria.</li> <li>3) Utilizar silenciadores en los escapes de vehículos, maquinaria pesada y equipos.</li> </ol>	Porcentaje de población expuesto a niveles de ruido perjudiciales al medio ambiente.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Certificado de calibración de equipos y maquinaria pesada.</li> </ul>
AIRE	Emisión de gases Aumento de polvo en el medio ambiente	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Verificar que los equipos y maquinaria pesada cuenten con registros de mantenimiento, aprobada por la ATM.</li> <li>2) Si algún parámetro sobrepasa los límites permitidos por la normativa ambiental local, se deberá efectuar monitoreos y tomar acciones para corregirlos hasta en un plazo máximo de 60 días.</li> <li>3) Constante aspersion de agua para controlar el polvo que genera por la circulación de maquinarias o la construcción del sistema de alcantarillado. Tasa de aplicación es de 0.9 a 3.5 litros/m<sup>2</sup>.</li> <li>4) No sobrellenar el balde de vehículos que transporten material o escombros, además se deberá cubrir con carpas o lonas para evitar la caída de estos hacia las vías o que generen polvo.</li> <li>5) Constante limpieza en las áreas de trabajo.</li> </ol>	<p>Vehículos y maquinaria con permiso/total de vehículos y maquinaria.</p> <p>Resultados de monitoreo que cumplan con la normativa.</p> <p>M<sup>3</sup> de agua aplicados/m<sup>3</sup> de agua requerida.</p> <p>Vehículos debidamente cubiertos.</p> <p>Área de trabajo libre de escombros, materiales, polvo, herramientas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Copias de permisos.</li> <li>• Informe sobre las acciones tomadas junto con el monitoreo realizado.</li> <li>• Registro fotográfico.</li> <li>• Control y registro por parte del encargado de transporte de materiales.</li> </ul>

SOCIAL	<p>Afectación temporal de la economía del sector</p> <p>Molestias en la comunidad</p>	<p>1) El contratista deberá regirse en lo establecido por los documentos contractuales, sobretodo del Plan de Manejo Ambiental.</p> <p>2) El fiscalizador deberá comprobar el cumplimiento de las medidas de mitigación ambiental en base al cronograma propuesto.</p>	<p>Quejas, reclamos o denuncias durante la etapa constructiva o demolición.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Registro de las quejas, reclamos o denuncias de los moradores.</li> </ul>
--------	---	--	---	--

### 8.10.2 Plan de Manejo de Desechos

**Tabla XXIII.** Plan de Manejo de Desechos (no peligrosos).

ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS PROPUESTAS	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN
AGUA SUELO AIRE	Contaminación de los recursos: suelo, aire y agua.  Contaminación visual. Proliferación de plagas.  Afectación a la salud	Disposición de almacenamiento temporal de escombros generados en obra, para luego ser transportados a escombreras autorizadas.	% de implementación y uso del lugar para escombros.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Registro Fotográfico.</li> <li>• Libro de obra.</li> <li>• Informe de campo</li> <li>• Actas de entrega/recepción</li> </ul>
		Mantener limpio los lugares de trabajo en obra, evitando la acumulación de residuos y obstrucción del paso, los cuales serán ubicados temporalmente en sitios estratégicos y transportados hacia los rellenos sanitarios autorizados.	Entrega de acta de recepción para almacenamiento de residuos sólidos en obra.	
		Llevar a cabo un registro de actividades de generación de desechos.	Generación de desechos por las actividades realizadas en obra	
		Realizar un registro de entrega y recepción de desechos entregados al gestor ambiental autorizado.	Disposición final de los desechos generados en obra.	
		Delimitar y señalar el lugar de almacenamiento de escombros, sobre todo si se utiliza espacios públicos, que facilite el paso peatonal y/o al tránsito vehicular. Se dispondrá de permisos respectivos para el almacenamiento de escombros.	Señalética reflectivas ubicadas en lugares de peligro.	
		Los desechos considerados como reciclables deberán entregarse a recicladores de la zona y registrar cada entrega.	Reutilización de desechos generados en obra.	
		Capacitar a los trabajadores sobre la importancia de colocar los residuos y/o escombros en los sitios de almacenamiento. Se	Mala disposición de los desechos, provocando la	

		prohíbe la quema de desechos a cielo abierto, así como también, la disposición directa a los recursos suelo o agua.	contaminación de los recursos aire, suelo y agua.	
		Cubrir con una lona o plástico los escombros generados en el sitio del proyecto, para evitar el levantamiento de polvo o la proliferación de plagas.	Protección de los almacenamientos temporales de desechos o escombros, resguardando la salud de los trabajadores y población.	

**Tabla XXIV. Plan de Manejo de Desechos (peligrosos).**

<b>ASPECTO AMBIENTAL</b>	<b>IMPACTO IDENTIFICADO</b>	<b>MEDIDAS PROPUESTAS</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>MEDIO DE VERIFICACIÓN</b>
SUELO AIRE AGUA	Contaminación de los recursos: suelo, aire y agua.	Disponer de un área de almacenamiento para residuos peligrosos, protegidos de la lluvia, escorrentía, plagas, que permitan el libre paso del personal. A su vez, deberán estar marcadas y almacenadas en cubetos con una capacidad del 110% del volumen de residuos.	Capacidad para almacenar desechos peligrosos junto con señales ubicadas en zonas de riesgo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Libro de obra.</li> <li>• Informes de campo.</li> <li>• Registros fotográficos.</li> </ul>
	Contaminación visual.	Mantener los desechos peligrosos en lugares que no corra peligro, hasta que estos tengan un volumen considerable para su entrega a gestores autorizados por la Autoridad Ambiental.	Kg de desechos peligrosos entregados a gestor/kg de desechos peligrosos generados en obra.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Registro manejo y entrega de desechos peligrosos.</li> </ul>
	Proliferación de plagas.	Si se dispone de chatarra metálica, deberán ser almacenados para ser vendidos o reutilizados. Se deberá registrar cada entrega que se realizó.	Chatarra almacenada en sitios establecidos / chatarra generada en obra.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Registro entrega de chatarra.</li> </ul>
	Afectación a la salud			

		En el caso de que hubiese derrame de combustibles o sustancias oleosas, se deberá limpiar de inmediato con material absorbente como aserrín o arena y depositar en un tanque plástico de 55 galones con su respectiva tapa, estos deberán ser entregados a un gestor de residuos peligrosos autorizado por el Ministerio del Ambiente.	%cumplimiento = (derrames tratados con un gestor calificado / derrames ocurridos en obra)*100	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Certificado de entrega de residuos contaminados al gestor ambiental.</li> <li>• Recepción de hoja de seguridad de residuos peligrosos a cargo del gestor.</li> <li>• Cadena de custodia del transporte de residuos con gestor ambiental.</li> <li>• Notificación realizada por las autoridades competentes.</li> </ul>
Los restos de combustibles, aceites, o lubricantes usados, se deberán almacenar en cilindros metálicos de color negro, rotulado y tapado, en un área protegida contra derrames.	% cumplimiento = (tanques metálicos colocados / tanques metálicos planificados)*100	Realizar las respectivas hojas de seguridad de residuos peligrosos y entregar una copia al gestor ambiental autorizado.	# de hojas de seguridad entregadas al gestor / # de veces de entrega al gestor	
Realizar registros y cadena de custodia cuando se transporte los residuos peligrosos.	# de cadenas de custodia de transporte de desechos peligrosos / # de veces de entrega al gestor	Notificar a las autoridades ambientales competentes, por lo menos con 8 días de anticipación, cuando se entreguen los desechos peligrosos a gestores ambientales autorizados.	# de notificaciones entregadas a las autoridades competentes / # de veces de entrega al gestor	

### 8.10.3 Plan de Comunicación, Capacitación y Educación Ambiental

**Tabla XXV.** Plan de Comunicación, Capacitación y Educación Ambiental.

ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS PROPUESTAS	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN
Desconocimiento sobre la normativa ambiental, seguridad y salud ocupacional	Contaminación de los recursos aire, suelo y agua.  Afectación a la salud y seguridad del personal y moradores.	<p>Realizar charlas constantes de capacitación al personal en obra, el cual se hablarán los siguientes temas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Clasificación y manejo de desechos peligrosos, no peligrosos y comunes.</li> <li>• Correcta disposición de los residuos almacenados.</li> <li>• Transporte y gestión de desechos.</li> <li>• Uso y manipulación de extintores.</li> <li>• Equipos de protección personal.</li> <li>• Tipos de accidentes que se pueden dar en la obra.</li> <li>• Contenido básico del PMA.</li> </ul> <p>Las capacitaciones al personal de obra se planificarán con anticipación, dictadas por profesionales competentes con experiencia del tema que deberán ser concretos, prácticos y entendibles.</p>	<p># charlas realizadas / # charlas planificadas.</p> <p># trabajadores capacitados en temas ambientales, manejo y clasificación de desechos, riesgos laborales.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Registro de asistencia a la capacitación y memoria de los temas tratados.</li> <li>• Registro de fotografías.</li> <li>• Certificados.</li> <li>• Entrega de folletos.</li> </ul>
		<p>Se dictarán charlas sobre el manejo de contingencias, las medidas que se deben realizar si se llegase a presentar alguna tipo de contingencia. El equipo de personal de obra deberá conocer:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Información sobre el proyecto.</li> <li>• Medidas de seguridad.</li> <li>• Tiempo de ejecución del proyecto.</li> </ul>	<p>Trípticos entregados / trípticos planificados.</p>	



		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Educación Ambiental.</li> </ul>		
		Se repartirán trípticos y afiches informativos.		
		Eventos interactivos del PMA del proyecto a la población beneficiaria de la obra.		

ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS PROPUESTAS	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN
<p>Calidad del suelo, aire y agua.</p> <p>Desconocimiento de normas ambientales, seguridad y salud ocupacional.</p>	<p>Contaminación de los recursos aire, suelo y agua.</p> <p>Afectación a la salud y seguridad del personal y moradores.</p>	Realizar charlas constantes sobre las medidas de seguridad y salud ocupacional, impartiendo puntos generales de educación ambiental a través de hojas volantes.	# hojas volantes entregadas / # hojas volantes planificadas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Registro fotográfico.</li> <li>• Constancia física.</li> <li>• Informes.</li> <li>• Registro de entrega de material didáctico.</li> <li>• Registro sobre los incidentes ocurridos en obra.</li> <li>• Registro de comunicación a la autoridad ambiental competente sobre las emergencias ocurridas.</li> </ul>
		Elaborar folletos, afiches y/o rótulos ambientales didácticos, con el objetivo de aplicar las buenas prácticas de manejo ambiental, como la prohibición de disposición de desechos sólidos fuera de contenedores, colocarlos en recipientes adecuados, de esta forma no contaminar el medio ambiente.	# material didáctico ambiental implementados / # material didáctico ambiental requeridos	
		Disponer de equipos de comunicación durante todo el tiempo, para reportar eventos especiales, incidentes o accidentes que ocurran en la obra.	Numero de contactos de emergencia en caso de accidentes ambientales.	
		En el caso de que se presentare una emergencia ambiental, se deberá comunicar a la respectiva autoridad ambiental competente en un lapso de 24 horas ocurrido el incidente.	Número de comunicaciones realizadas a la autoridad ambiental competente.	

### 8.10.4 Plan de Contingencias

**Tabla XXVI. Plan de Contingencias.**

<b>ASPECTO AMBIENTAL</b>	<b>IMPACTO IDENTIFICADO</b>	<b>MEDIDAS PROPUESTAS</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>MEDIO DE VERIFICACIÓN</b>
Situaciones de emergencia (riesgos físicos)	Afectación a la salud del personal y la población	Disponer de 1 botiquín equipado con suministro de primeros auxilios y verificar su contenido cada 15 días.	# botiquines implementados / # botiquines requeridos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Registro fotográfico.</li> <li>• Verificación física de fiscalización</li> <li>• Constancia física.</li> <li>• Verificación en campo</li> </ul>
Derrame combustible	Contaminación del recurso suelo	Disponer de un kit de material antiderrame.	# kits antiderrame adquiridos / # kit antiderrames requeridos	
Situaciones de emergencia en caso de incendios	Daños materiales y afectación a la salud de trabajadores y comunidad	Adquirir extintores de polvo químico seco y colocarlos en lugares visibles y fácil acceso. Colocar la respectiva señalética.	# extintores implementados / # extintores requeridos	
Situaciones de emergencia en riesgos físicos, mecánicos y químicos.	Afectación a la salud de trabajadores y posibles daños materiales.	Colocar una lista con números de contactos familiares de trabajadores en caso de emergencia, así como de policía, hospitales y centros de salud público más cercano.	# lista instalado / # lista requerido	
Riesgo de accidentes en obra	Afectación a la salud.	Realizar simulacros en caso de emergencia en obra.	Actividad realizada / actividad programada	Informe de simulacro
Riesgo de accidente ambiental	Afectación a la salud. Contaminación del aire, suelo y agua.	Informar a autoridades ambientales competentes si se presentase una emergencia ambiental, se deberá presentar un informe preliminar en 24 horas, y un informe detallado dentro de las 72 horas ocurrido el evento.	Resultados de actuación en caso de emergencias.	Informe de emergencia ocurrida ante autoridades competentes

Generación de lixiviados	Contaminación a los recursos agua y suelo	Controlar los lixiviados durante el almacenamiento de residuos comunes.	# limpieza realizada en el sitio / Programaciones de limpieza	Verificación in situ. Registro de limpieza
Salud	Accidentes en operación de maquinaria pesada	Con respecto al uso de maquinarias, estos serán operados por personal capacitado y profesionales autorizados para un correcto manejo en obra. Está constantemente prohibido que los conductores manejen bajo efectos del alcohol y/o drogas, y que estacionen obstruyendo las vías públicas sin la debida colocación de señalización. Además el personal que opere equipos con partes móviles no deberá usar ropa suelta, anillos, pulseras, entre otros. Se deberá dar mantenimiento constante a los equipos de maquinaria pesada.	Daños causados por la mala manipulación de maquinaria pesada y/o móvil.	Registro de contingencias.
Salud	Generación de caídas, lumbalgias, atrapamientos, aplastamientos.	En caso de que ocurran accidentes a trabajadores se deberá informar al responsable de la obra y brindarle al accidentado los primeros auxilios, dependiendo de la situación y magnitud de lo ocurrido, se trasladará al herido al centro de salud más cercano.		

### 8.10.5 Plan de Seguridad y Salud Ocupacional

**Tabla XXVII. Plan de Seguridad y Salud Ocupacional**

ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS PROPUESTAS	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN
SEGURIDAD	Accidentes laborales.  Afectación a la salud y seguridad de los empleados.	Se entregará y se obligará a cada uno de los trabajadores el uso de equipos de protección personal respectivo para la tarea que se esté ejecutando, como orejeras, cascos, gafas protectoras chalecos reflectivos, tapones auditivos, guantes, arneses, líneas de vida, faja lumbar, zapatos punta de acero; con el fin de evitar accidentes durante la jornada laboral.	Cumplimiento en la entrega de EPP del contratista a los trabajadores.  Cumplimiento del uso de EPP en trabajadores.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Registro de entrega de EPP.</li> <li>• Registro fotográfico.</li> <li>• Informe semanal.</li> <li>• Libro de obra.</li> <li>• Registro de asistencia a inducciones.</li> <li>• Certificado de asistencia a capacitaciones y charlas.</li> <li>• Verificación en obra.</li> <li>• Registro de incidentes y/o accidentes en obra.</li> </ul>
		Se reemplazará los EPP al final de vida útil.	Cantidad de EPP renovado / cantidad total	
		No se podrá iniciar ninguna actividad en obra, en ninguna área o equipo de trabajo sin previa información de los riesgos que puedan existir y el consentimiento de la persona a cargo.	Conocimientos aplicados en base a seguridad en obra.  Inducciones ejecutadas / inducciones planificadas	
		Capacitación sobre seguridad y salud en ejecución de obras.	Conocimientos aplicados de normativas de seguridad y salud ocupacional.	

			Charlas ejecutadas / charlas planificadas	
		Utilizar equipos y herramientas apropiadas y en buen estado para cada tipo de trabajo que se requiera.	Cumplimiento en el reemplazo de herramientas en mal estado o repuestos.	
SEGURIDAD	Accidentes laborales por señalización	Implementar la señalización respectiva en áreas de trabajo como: conos, señalización preventiva de obligación, prohibición e información, vallas, paletas de pare y siga, con el fin de orientar tanto al personal como a la población en el desarrollo de actividades, advertir peligros, entre otros.	# elementos de seguridad aplicados / # elementos de seguridad requeridos	
		Delimitar áreas de trabajo (conos de seguridad, cintas de señalización) que representen peligro para el personal como a los visitantes: áreas de trabajo en altura, áreas de excavaciones, zanjas, entre otros.	# áreas de trabajo delimitados / # áreas de trabajo en obra	
SEGURIDAD	Accidentes laborales por mala manipulación de maquinaria y equipos de trabajo	Revisar manuales, especificaciones técnicas y advertencias en el empleo de maquinaria y herramientas, con el fin de evitar malas prácticas de uso y accidentes leves.	# de trabajadores capacitados para la manipulación de equipos de maquinaria pesada y herramientas manuales.	
		Usar maquinaria y equipo de herramientas de trabajo que se encuentren en buen estado, sin desgastes ni defectos que dificulten su operación y emplear para las funciones por las cuales fueron diseñados. Durante su empleo, se deberán usar prendas y elementos de protección personal obligatorios.		

SALUD	Deterioro de la salud	Todos los trabajadores deberán estar afiliados al IESS, así como llevar una ficha médica de cada empleador, existiendo un sistema de vigilancia, mediante la realización de exámenes pre-empleo, periódicos y de retiro.	Trabajadores afiliados / total de trabajadores Trabajadores examinados / total de trabajadores Trabajadores con ficha médica / total de trabajadores	
-------	-----------------------	--	--	--



**Tabla XXX.** Cronograma del proyecto (Fin de vida útil)

<b>SISTEMA DE ALCANTARILLADO AALL SECTOR URBANOR</b>							
<b>Actividades</b> <b>FASE: FIN DE VIDA ÚTIL</b>	<b>MESES</b>						
	1	2	3	4	5	6	7
Delimitación del área de trabajo	X						
Instalación de campamento, bodega, oficina, servicios básicos, residuos de obra	X						
Excavaciones	X	X	X				
Rasanteo de zanja		X	X				
Entibado de madera		X	X				
Retiro de tuberías			X	X			
Retiro de válvulas y accesorios			X	X			
Demolición de pozos de revisión			X	X			
Demolición de sumideros de calzada			X	X	X		
Relleno compactado y nivelación del suelo				X	X	X	
Colocación de la capa de rodadura (asfalto)						X	X
Desarme y retiro de instalaciones provisionales							X
Desalojo de material							X

**8.12 Presupuesto ambiental para la ejecución del proyecto****Tabla XXXI.** Presupuesto ambiental del proyecto

<b>FORMULARIO N° 1</b>							
<b>NOMBRE DEL OFERENTE:</b> DAVID MACAS, JONATAN VILLAVICENCIO							
SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL PARA EL SECTOR DE URBANOR (GUAYAQUIL)							
<b>TABLA DE DESCRIPCIÓN DE RUBROS, UNIDADES, CANTIDADES Y PRECIOS</b>							
#	RUBRO	Código	Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario	P.Total
			SEGURIDAD INDUSTRIAL, SEÑALIZACIÓN Y AMBIENTAL				
	3		SEGURIDAD INDUSTRIAL	U			
1	003.005.001.001	3S3304	CASCO DE SEGURIDAD	U	25	7.17	179.25
2	003.005.001.003	3S1205	PANTALÓN JEAN AZUL	U	25	16.34	408.50



3	003.005.001.005	3S2209	BOTAS PUNTA DE ACERO	U	25	55.00	1375.00
4	003.005.001.006	3S4501	CHALECO REFLECTIVO	U	22	6.10	134.20
5	003.005.001.007	3S5601	GAFAS DE SEGURIDAD	U	42	5.40	226.80
6	003.005.001.009	3S2905	ENCAUCHADOS CON CAPUCHA	U	25	16.45	411.25
7	003.005.001.010	3S6004	FAJA ANTILUMBAGO REFLECTIVA	U	10	19.45	194.50
8	003.005.001.011	3S0989	DELANTAL PARA SOLDADOR	U	8	22.26	178.08
9	003.005.001.012	3S5834	CORDONES PARA GAFAS DE SEGURIDAD	U	42	0.16	6.72
10	003.005.001.016	3S1205	BOTA PANTERA DE CAUCHO	U	25	16.45	411.25
11	003.005.001.023	3S6049	GUANTES DE CUERO	U	20	5.74	114.80
12	003.005.001.013	3S9004	CARETA PARA SOLDAR	U	8	27.68	221.44
13	003.005.001.014	3S6634	GUANTES DE CUELLO LARGO PARA SOLDADOR	U	8	8.56	68.48
14	003.005.001.015	3S2049	TAPONES AUDITIVOS	U	25	3.45	86.25
15	003.005.001.020	3S0083	MASCARILLA DESCARTABLE PARA POLVO	U	50	0.73	36.50
			<b>SEÑALIZACIÓN</b>				
16	001.005.002.001	3S1123	VALLAS DE DESVÍO	U	12	63.00	756.00
17	001.005.002.002	3S2312	CARTELES "HOMBRES TRABAJANDO"	U	8	73.45	587.60
18	001.005.002.003	3S5402	CINTAS DE PELIGRO	M	8,000	0.15	1200.00
19	001.005.002.005	3S9902	CARTELES "DISCULPE LAS MOLESTIAS"	U	8	75.65	605.20
20	001.005.002.006	3S0237	CARTELES "VIA CERRADA"	U	8	55.80	446.40
21	001.005.002.007	3S2803	CARTELES DE PRECAUCIÓN (100 M)	U	8	139.65	1117.20
22	001.005.002.009	3S2303	CARTELES DE ADVERTENCIA (100 M)	U	8	139.45	1115.60
23	001.005.002.010	3S0122	ILUMINACIÓN (BALDES ROJOS)	U	16	20.98	335.68

24	001.005.002.011	3S2301	PALETAS DE PARE	U	8	39.56	316.48
25	001.005.002.012	3S1203	PASOS PEATONALES	U	6	87.34	524.04
26	001.005.002.015	3S1301	CONOS REFLECTIVOS (20 USOS)	U	24	12.56	301.44
27	001.005.002.016	3S1291	TANQUES DE 55 GALONES PARA BARRICADAS	U	18	246.67	4440.06
28	001.005.002.017	3S1242	BARRERAS DE HORMIGÓN TIPO NEW JERSEY	U	15	315.85	4737.75
29	001.005.002.018	3S3211	CABÑAS SANITARIAS	MES	9	200.56	1805.04
			<b>AMBIENTALES</b>				
30	002.005.003.001	3S4392	EVENTOS DE CONCIENTIZACIÓN AMBIENTAL	U	4	278.45	1113.80
31	002.005.003.002	3S1212	EVENTOS DE ADIESTRAMIENTO SEGURIDAD	U	4	278.45	1113.80
32	002.005.003.004	3S2340	EVENTOS DE CAPACITACIÓN PARA FISCALIZADORES Y A PERSONAL DEL CONTRATISTA	U	4	278.45	1113.80
33	002.005.003.005	3S0434	MONITOREO Y MEDICIÓN DE POLVO	HORA	22	60.53	1331.66
34	002.005.003.006	3S1233	MONITOREO Y MEDICIÓN DE RUIDO	HORA	22	55.34	1217.48
35	002.005.003.007	3S5466	CONTROL DE POLVO (AGUA)	M3	30	5.21	156.30
36	002.005.003.009	3S7753	MONITOREO Y MEDICIÓN DE AIRE	HORA	22	78.36	1723.92
37	002.005.003.010	3S6741	INSTRUCTIVOS AMBIENTALES	U	55	0.48	26.40
38	002.005.003.012	3S4642	LETREROS INFORMATVOS	U	12	85.46	1025.52
						<b>SUBTOTAL</b>	30984.94
						<b>IVA 14%</b>	4337.89
						<b>TOTAL</b>	35322.83

# **CAPÍTULO 9**

## **PROCEDIMIENTOS Y ANÁLISIS ECONÓMICO**

## **9.1 Especificaciones técnicas**

A continuación se describirán los rubros que cubren las principales actividades de las cuales dependerá el desarrollo físico de la obra, y de las cuales dependerá el presupuesto.

### **9.1.1 Corte y remoción de losa de pavimento**

#### Descripción del rubro

Este trabajo consistirá en la fractura y remoción de la losa de hormigón de las calles de pavimento rígido que estén ubicadas por donde este cruzará el trazado planteado.

#### Procedimiento de trabajo

La fracturación de la losa de hormigón se realizara mediante el uso de un martillo hidráulico operado por personal calificado para realizar este trabajo, la fracturación se realizará por paño destruyendo solo un carril de la calzada, colocando la señalización respectiva y la cinta de precaución para los moradores del sector. Seguido utilizando una retroexcavadora se terminará de fracturar la losa y con la misma se retirarán los escombros y se depositarán en una volqueta encargada de transportar y desalojar estos restos en el lugar apropiado para este tipo de material. El fiscalizador verificará que sea cortado solo la cantidad de losa especificada.

### Medición y forma de pago

El corte y remoción de pavimento rígido se cobrará por metro cuadrado retirado asumiendo que la losa de hormigón tiene un espesor de 20cm, se medirá el ancho del carril afectado y se lo multiplicará por la longitud del tramo removido.

## **9.1.2 Excavación de zanjas para colectores y pozos de inspección**

### Descripción del rubro

Este trabajo consistirá en excavar zanjas con maquinaria pesada lo suficientemente espaciosa para ubicar los colectores y pozos de inspección en terreno natural y superficies con carpeta asfáltica.

### Procedimiento de trabajo

Mediante el uso de una retroexcavadora se excavarán zanjas de 2.5 m de ancho y 4 m de profundidad (requerido 1m de distancia de la red de AAPP), buscando la mínima afectación de las estructuras que se encuentren enterradas como redes de AAPP, AASS o conexiones de cables enterradas. Se procederá a realizar la excavación lo suficientemente larga para ubicar 3 tramos de tubería de H.A. que será utilizado como colector de tal manera que se realicen tareas simultáneas de excavación e instalación,

optimizando el tiempo y evitando afectar la estabilidad del terreno donde se realizan las zanjas, en caso de que se necesite realizar excavaciones de distancias o profundidades mayores a las indicadas anteriormente se realizarán bajo la aprobación del fiscalizador y se utilizará un encofrado especial de acero que se lo ubicará temporalmente en el tramo que presente inestabilidad evitando que las paredes de la zanja cedan y permitan un correcto trabajo de instalación, luego de esto se retirará con grúa o excavadora.

#### Medición y forma de pago

Este rubro se lo pagará por metro cubico excavado y transportado, calculando el cubicaje respectivo del material excavado y retirado para formar las zanjas.

### **9.1.3 Trazado y replanteo**

#### Descripción del rubro

Es la implantación del proyecto en el terreno, basándose en las especificaciones de los planos y datos topográficos, previo al inicio de la construcción.

### Procedimiento de trabajo

Se deberá disponer de los planos del proyecto y su implantación general, la cual se replanteará en el sitio de la obra. Todas las actividades de replanteo deben realizarse con equipos topográficos de precisión, tales como, estación total, teodolitos, niveles, cintas, miras, etc., y bajo la dirección de personal técnico capacitado. Se colocarán señales perfectamente identificadas topográficamente y su número estará de acuerdo a la magnitud de la obra y/o criterio del Fiscalizador.

### Medición y forma de pago

Este rubro se lo pagará por metro cuadrado dependiendo de la de superficie medida que haya sido replanteado.

## **9.1.4 Relleno con cama de piedra**

### Definición

Relleno de fondo de zanja con una capa, de algunos centímetros, de piedra de 1" donde descansarán las toberas de H.A. y distribuirán el peso a la superficie del fondo de la zanja.

### Procedimiento de trabajo

Una vez excavadas las zanjas de las toberas, se transportará en volquetas piedra de 1" y, se colocará una capa de máximo 20 cm. de altura en el fondo de la zanja a lo largo de toda la superficie excavada. Se procurará que la altura de la capa de piedra sea constante. Las cantidades de obra serán verificadas por el fiscalizador.

### Medición y forma de pago

Se cuantificará en metros cúbicos y se pagará considerando el correspondiente precio unitario del metro cúbico de piedra.

## **9.1.5 Relleno con material de mejoramiento**

### Descripción del rubro.

Colocación y tendido de una capa de material de mejoramiento mediano y fino sobre la cota de la corona de la tobera de hormigón armado.

### Procedimiento de trabajo.

Luego de ser instaladas las tuberías de H.A. sobre estas se colocará una capa, de máximo 20 cm sobre la cota de la corona de la tobera, de material de mejoramiento mediano y fino a lo largo



de toda la excavación. Se procurará que la altura de la capa de piedra sea constante. Las cantidades de obra serán verificadas por el fiscalizador.

#### Medición y Forma de Pago

Se cuantificará en metros cúbicos y se pagará considerando el correspondiente precio unitario del metro cúbico de piedra.

### **9.1.6 Relleno compactado con material de sitio**

#### Descripción del rubro

Colocación del material del sitio como relleno hasta la cota establecida de la superficie de la calzada.

#### Procedimiento de trabajo

Sobre la capa de mejoramiento se procederá a colocar una capa de material, el cual se extrajo previamente para formar las zanjas, como relleno cubriendo la zanja hasta el ras con la cota superficie de la calle antes de ser excavada. Esto se realizará verificando que el material del sitio sea apto para uso mediante ensayos o verificaciones empíricas en campo, esto estará sometido a la aprobación del fiscalizador.

### Medición y forma de pago

Se cuantificará en metros cúbicos y se pagará considerando el correspondiente precio unitario del metro cúbico de piedra.

#### **9.1.7 Desalojo de materiales**

### Descripción del rubro

Comprende el transporte y desalojo del material retirado como resultado de la excavación de las zanjas para las tuberías y además que no será utilizado como relleno.

### Procedimiento de trabajo

Durante las excavaciones para evitar la obstrucción de la vía de servicio de la maquinaria se buscará desalojar el material inmediatamente después de ser excavado haciendo uso de una retroexcavadora y depositándola en una volqueta para su transporte. No se desalojará todo el material debido a que este también será utilizado como material de relleno de las zanjas.

### Medición y forma de pago

Se pagará el desalojo de material por cada viaje realizado por la volqueta para el transporte y depósito de este.

### **9.1.8 Cámara de inspección de H.A. f'c 280 kg/cm<sup>2</sup> tipo 1 y 2**

#### Descripción del rubro

Se define como cámara de inspección a las estructuras diseñadas utilizadas como transiciones entre colectores, utilizadas como puntos estratégicos para la revisión del sistema de alcantarillado. Este rubro cubre construcción in situ de una cámara de inspección de H.A. f'c=280 kg/cm<sup>2</sup> son especificaciones del tipo 1 y tipo 2(ver anexos).

#### Procedimiento de trabajo

Los pozos de inspección serán construidos en los lugares señalados en el plano de implantación bajo las especificaciones técnicas descritas en el detalle del plano estructural de interagua. Se dará inicio a partir de la elaboración del encofrado y armado de la losa de piso y seguido por su fundición, de la misma manera se procederá con los muros y la losa superior dejando un boquete de aproximadamente 1.5x1.5 mts. Los muros serán fundidos luego de estar ubicada la tubería de hormigón, es decir, se fundirán alrededor de la tobera instalada para asegurar su estanqueidad. Cuando haya terminado de fraguar el hormigón y retirado el encofrado se cubrirá con una capa de brea las paredes exteriores del pozo para asegurar su impermeabilización. En el boquete

antes mencionado se construirá un cuello de hormigón hasta la cota de la calle, y en este se instalará la tapa normalizada.

#### Medición y forma de pago

La medición y forma de pago de la construcción de las cámaras de inspección se realizarán por unidad.

### **9.1.9 Excavación manual para sumideros**

#### Descripción del rubro

Este rubro cubre la excavación necesaria para instalar las cajas de hormigón prefabricadas de los sumideros, y además la excavación de una pequeña zanja para la conexión de la caja al pozo de inspección.

#### Procedimiento de trabajo

Con la ayuda de uno o dos peones se cavará espacios suficientes para la instalación de las cajas de los sumideros en los lugares especificados en el plano de implantación y se excavará una pequeña zanja para ubicar la tubería que transportará el agua del sumidero al pozo de inspección.

#### Medición y forma de pago

La medición y forma de pago de la construcción de la excavación manual para sumideros se realizará por metro cubico excavado.

### **9.1.10 Suministro de sumidero de reja tipo 1 y 2.**

#### Descripción del rubro

Este trabajo consistirá en la instalación de los sumideros para la red de alcantarillado AALL de Urbanor.

#### Procedimiento de trabajo

Se ubicará la caja de sumidero prefabricado dentro en el agujero previamente excavado conectando la tubería del sumidero al pozo de inspección, sellando la junta con lechada o impermeabilizante.

#### Medición y forma de pago

El pago del rubro suministro e instalación de los sumideros se lo realizará por unidad instalada.

### **9.1.11 Relleno compactado con material de sitio para zanja de sumidero**

#### Descripción del rubro

Consiste en el relleno de las zanjas cavadas para la tubería que comunica los sumideros con la red de alcantarillado.

### Procedimiento de trabajo

Se cubrirá la zanja excavada con el material de sitio que había sido retirado luego de que haya sido instalada la tubería de comunicación y compactado con mucha precaución.

### Medición y forma de pago

Se cuantificará el pago del relleno compactado con material de sitio por metro cubico relleno y compactado.

## **9.1.12 Suministro e instalación de tuberías de hormigón armado**

### Descripción del rubro

Este rubro involucra el suministro e instalación de tuberías de hormigón armado con diámetros de 780, 1000,1500 y 2000 mm.

### Procedimiento de trabajo

Se procederá a ubicar los colectores dentro de las zanjas mediante el uso de una grúa, un peón guiará la tobera suspendida hasta que ocupe su lugar correspondiente en el plano de implantación (ver anexos), en el caso de los pozos de inspección se la ubicará máximo 1 metro dentro de la cámara. Una vez instalada se verificará la pendiente del tubo y se proseguirá con el siguiente tramo de tubería. Al momento de unir las tuberías es necesario

evitar golpes para evitar que las toberas sufran fracturas. Las conexiones entre las tuberías se las sellará utilizando lechada o pasta de cemento cubriendo toda la junta y verificando su estanqueidad.

#### Medición y forma de pago

El pago y las cuantificaciones de este rubro se las realizará por metro lineal de tubería instalada y sellada.

## **9.2 Presupuesto General**

Un parámetro para la selección de la alternativa más favorable es el costo total de la obra, en esta sección se muestra los presupuestos referenciados determinados con las tarifas vigentes al año de la realización de este proyecto.

# **CAPÍTULO 10**

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**



## Conclusiones

- El proyecto estudiado tiene que ver con afectaciones que se producen tanto a obras construidas como directamente a los habitantes, debido a un mal manejo del sistema de drenaje de aguas lluvias.
- Debido a que se trata de un área poblada se tiene numerosas restricciones para implementar la construcción de soluciones hidráulicas. Existen además obras construidas y en funcionamiento que en algunos casos impiden la implantación de obras.
- Se plantearon tres alternativas que son las siguientes: Un trazado de la red que propone la utilización de un sistema de colectores de hormigón armado, dos trazados que plantean la adecuación de zanjas naturales para ser utilizadas como canales e integrarlos como parte del sistema de evacuación de aguas lluvias. Se eligió la alternativa 1 que propone un sistema de evacuación de aguas lluvias mediante tuberías de hormigón armado con diámetros de 780, 1000, 1500 y 2000mm. para conducir caudales de hasta 9.023 m<sup>3</sup>/s.
- Para el proceso constructivo se formula un plan de manejo ambiental aplicable para un área urbanizada.
- Según el estudio de impacto ambiental durante la fase de construcción del proyecto el recurso más afectado es el aire debido a la presencia

masiva de polvo y la generación de ruido al realizar las excavaciones para lo que será imperativo el uso de tapones u auriculares aislantes de sonido por parte de los trabajadores y un sistema de aspersión de agua para controlar las nubes de polvo.

### **Recomendaciones**

- Se sugiere que este proyecto se construya durante el periodo no lluvioso para evitar imprevistos por mal clima y cumplir con el cronograma valorado.
- Todo proyecto que involucre la utilización de colectores y pozos deberá someterse a pruebas hidráulicas para verificar la eficiencia de su funcionamiento y la estanqueidad del sistema.

**ANEXOS**

# **ANEXO A**

## **INFORMACIÓN DISPONIBLE**

# **ANEXO B**

## INFORMACIÓN GENERADA

# **ANEXO C**

PLANOS

# **ANEXO D**

## **PRESUPUESTOS**

## BIBLIOGRAFÍA

- Abellán, M. A. (2006). *Evaluación del impacto ambiental de proyectos y actividades agroforestales*.
- Alcadía de Guayaquil. (25 de Agosto de 2016). *EMAPAG*. Obtenido de <http://www.guayaquil.gob.ec/noticias-actuales/636>
- Aldás Castro, J. C. (Mayo de 2011). *PUCE*. Obtenido de <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/2650/T-PUCE-3204.pdf?sequence=1>
- Autoridad Nacional del Agua. (2010).
- Celi Suárez, B. A., & Pesantez Izquierdo, F. E. (Junio de 2012). *Dspace ESPE*. Obtenido de <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/5606/1/T-ESPE-033683.pdf>
- Chow, V., Maidment, D., & Mays, L. (1987). *Hidrología Aplicada*. Texas, E.E.U.U: McGRAW HILL.
- Correa Bustamante, F. J. (2002). *UEES*. Obtenido de <http://www.uees.edu.ec/servicios/biblioteca/publicaciones/pdf/41.pdf>
- Diario El Telégrafo*. (18 de Junio de 2014). Recuperado el 17 de Enero de 2017, de <http://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/guayaquil/10/empresa-propondra-plan-ecologico-en-palo-santo>
- Diario El Universo. (24 de Julio de 2014). Recuperado el Octubre de 2016, de <http://www.eluniverso.com/noticias/2014/07/23/nota/3272521/suenos-que-inspira-rio-guayas>
- Ecuavisa. (2 de Octubre de 2013). *Ecuavisa.com*. Obtenido de <http://www.ecuavisa.com/articulo/guayaquil/noticias/42558-estero-salado-eterno-companero-guayaquil>
- IEOS. (18 de Agosto de 1992). *Subsecretaría del agua*. Obtenido de [http://www.agua.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/04/norma\\_urbana\\_para\\_estudios\\_y\\_disenos.pdf](http://www.agua.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/04/norma_urbana_para_estudios_y_disenos.pdf)
- INEN. (1993). *CPE INEN*. Obtenido de <https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.cpe.5.9.1.1992.pdf>



- INTERAGUA C. LTDA. (Julio de 2006). Obtenido de [https://www.interagua.com.ec/sites/default/files/portal-de-transparencia/planes-programas/capitulos\\_i\\_a\\_viii\\_etapa\\_diagnostico.pdf](https://www.interagua.com.ec/sites/default/files/portal-de-transparencia/planes-programas/capitulos_i_a_viii_etapa_diagnostico.pdf)
- Juncosa Rivera, R. (s.f.). *Universidad de La Coruña*. Recuperado el 1 de Diciembre de 2016, de [http://caminos.udc.es/info/asignaturas/grado\\_itop/415/pdfs/Capitulo%205.pdf](http://caminos.udc.es/info/asignaturas/grado_itop/415/pdfs/Capitulo%205.pdf)
- Meadows, M. E., & Walski, T. M. (s.f.). *Computers Applications in Hydraulic Engineering* (Vol. 5th Edition).
- perso.wanadoo.es*. (s.f.). Recuperado el 22 de Noviembre de 2016, de [http://perso.wanadoo.es/e/jc2630/la\\_provincia\\_del\\_guayas.htm](http://perso.wanadoo.es/e/jc2630/la_provincia_del_guayas.htm)
- profeluisfisicoquimica.blogspot.com*. (27 de Mayo de 2014). Recuperado el 4 de Diciembre de 2016, de <http://profeluisfisicoquimica.blogspot.com/2014/05/la-materia-la-energia-y-sus.html>
- Reinoso, J., Michalón, R., & Avilés, J. (2005). *Dspace Espol*. Obtenido de <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/6740/7/CAPITULO%202.pdf>
- Rodríguez Aroca, W. G., & Sandoya Sánchez, F. (2008). *DspaceEspol*. Obtenido de <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/2193/1/4340.pdf>
- Ruíz Larrea, D. F. (Febrero de 2011). *EPN*. Obtenido de <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/4274>
- Ven Te Chow. (1994). *Hirdología Aplicada*.
- Ven Te Chow. (s.f.). *Diseño de canales con flujo uniforme*. Mc Graw-Hill.
- WorldWeather*. (s.f.). Obtenido de [www.worldweatheronline.com](http://www.worldweatheronline.com)