



# **ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

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

**“CONTROL DE INUNDACIONES Y DISEÑO DE SOLUCIONES VIALES  
ESPECIALES EN LA POBLACIÓN DE AYANGUE, CANTÓN SANTA  
ELENA”**

### **PROYECTO DE GRADO**

Previa a la obtención del Título de:

### **INGENIERO CIVIL**

Presentado por:

**MISHELL ANABELL RODRÍGUEZ MURILLO**

**REINALDO ANDREI SALAZAR CONSTANTE**

**GUAYAQUIL-ECUADOR**

**2017**

## **DEDICATORIA**

A Dios, por permitirme culminar esta etapa de mi vida;

A mis Padres Omar y Mónica, porque mis logros son suyos;

A mi abuelito Marcos, por su amor y ternura inigualable;

A Oscar Rodríguez, primer Ingeniero Civil en la familia, construyendo en el cielo.

Mishell Anabell Rodríguez Murillo

## **DEDICATORIA**

A Lorena, Margarita e Irma.

Reinaldo Andrei Salazar Constante

## **AGRADECIMIENTO**

Al PhD. Miguel Ángel Chávez, por su valiosa dirección a lo largo de este proyecto;

Al Ing. Daniel Falquéz por su apertura y colaboración para realizar los ensayos necesarios del proyecto;

A la Escuela Superior Politécnica del Litoral y sus profesores por todos los conocimientos y experiencias adquiridas durante la carrera.

Mishell Anabell Rodríguez Murillo

Reinaldo Andrei Salazar Constante

# **TRIBUNAL DE GRADUACIÓN**

---

**PhD. Miguel Ángel Chávez Moncayo**  
**DIRECTOR DEL PROYECTO**

---

**MSc. Luis Enrique de Grau Vidal**  
**COORDINADOR DE INGENIERÍA CIVIL**

## **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)

---

**Mishell Anabell Rodríguez Murillo**

---

**Reinaldo Andrei Salazar Constante**

## RESUMEN

El balneario de Ayangue es un importante atractivo turístico de la provincia debido a la belleza de su playa, la misma está siendo afectada por el embalsamiento de las aguas lluvias que se generan en una amplia cuenca de drenaje. Esta situación causa una afectación al bienestar de los habitantes y daños a un tramo de vía aledaño a este embalse. En los siguientes capítulos se realizan estudios y diseños de las soluciones más convenientes; se describen las alternativas del proyecto las cuales consisten en diseñar presas colinares para el control de las crecientes y adicionalmente se presenta diseños para corregir los reiterados daños en las calles que permiten el acceso a las ciudadelas de las partes altas de dicha población. Igualmente, se realizó un estudio de impacto ambiental durante la etapa de construcción del proyecto con su respectivo plan de manejo ambiental para mitigar dichos impactos. Finalmente se muestra los presupuestos referenciales.

***Palabras clave:***

*Cuenca de drenaje, presa colinar, estabilización de taludes, tierra armada.*

## **ABSTRACT**

*The city of Ayangue is a major tourist attraction due to its beautiful beach. The city, along with its inhabitants, are being effected by the massive amounts of rain water flowing from the hills. Since the city does not have a storm drainage system, the rain water soaks into the ground causing issues with the road nearby.*

*The following solutions will detail three alternatives designs of hilltop dams to prevent rain flow into the city and allow inhabitants to utilize the storage water. It also includes designs to repair the major roads that are damaged by the excess rain water.*

*All designs were based off environmental studies of the land and the surroundings resources. To conclude budgets project are calculated.*

**Keywords:**

*Basin, hilltop dam, slope stability, reinforced earth.*



## ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA .....	II
AGRADECIMIENTO .....	IV
TRIBUNAL DE GRADUACIÓN .....	V
DECLARACIÓN EXPRESA .....	VI
RESUMEN .....	VII
ABSTRACT .....	VIII
ÍNDICE GENERAL.....	IX
ABREVIATURAS .....	XIV
SIMBOLOGÍA .....	XVI
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XVIII
ÍNDICE DE TABLAS .....	XX
ÍNDICE DE PLANOS .....	XXII
<b>CAPÍTULO 1.....</b>	<b>23</b>
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>23</b>
1.1 Descripción del problema.....	24
1.2 Objetivos .....	26
1.2.1 Objetivo General .....	26
1.2.2 Objetivos Específicos.....	26

1.3 Justificación .....	27
<b>CAPÍTULO 2.....</b>	<b>28</b>
<b>INFORMACIÓN BÁSICA GENERAL .....</b>	<b>28</b>
2.1 Localización geográfica y división política.....	29
2.2 Organización comunitaria .....	31
2.3 Aspectos naturales.....	32
2.3.1 Geología .....	32
2.3.2 Relieve .....	33
2.3.3 Topografía.....	34
2.3.4 Hidrografía .....	35
2.3.5 Hidrología.....	35
2.3.6 Clima.....	37
2.4 Población .....	38
2.5 Actividad productiva .....	38
2.6 Abastecimiento de agua de la zona .....	40
2.7 Situación sanitaria.....	40
2.8 Servicio de energía eléctrica.....	41
2.9 Recolección de basura.....	41
2.10 Educación .....	42
2.11 Salud.....	42
<b>CAPÍTULO 3.....</b>	<b>44</b>
<b>PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS PARA EL CONTROL DE INUNDACIONES .....</b>	<b>44</b>
3.1 Presas colinares .....	45

3.2 Alternativa 1 .....	46
3.2.1 Ubicación .....	46
3.2.2 Costo de inversión .....	47
3.2.3 Volumen de embalse .....	47
3.2.4 Área de afectación .....	47
3.3 Alternativa 2 .....	47
3.3.1 Ubicación .....	47
3.3.2 Costo de inversión .....	48
3.3.3 Volumen de embalse .....	49
3.3.4 Área de afectación .....	49
3.4 Alternativa 3 .....	49
3.4.1 Ubicación .....	49
3.4.2 Costo de inversión .....	51
3.4.3 Volumen de embalse .....	51
3.4.4 Área de afectación .....	51
3.5 Criterios para la selección de alternativa .....	51
3.5.1 Restricciones .....	51
3.5.2 Selección de la alternativa .....	52
3.5.3 Conclusión de análisis de alternativas .....	53
<b>CAPÍTULO 4.....</b>	<b>54</b>
<b>METODOLOGÍA DE DISEÑO .....</b>	<b>54</b>
4.1 Visita técnica.....	55
4.2 Ensayos realizados .....	59
4.2.1 Granulometría .....	59

4.2.2 Límites de Atterberg.....	64
4.2.3 Proctor .....	68
4.2.4 Corte Directo.....	74
4.3 Tipo de presa propuesta .....	81
4.3.1 Hidrología e hidráulica .....	82
4.3.2 Estabilidad de taludes.....	88
4.3.3 Software GALENA .....	91
4.3.4 Modelación en software GALENA.....	91
4.3.5 Asentamientos .....	95
4.3.6 Estanqueidad del embalse.....	96
4.4 Diseño geométrico de vías.....	98
4.4.1 Levantamiento topográfico.....	98
4.4.2 El proceso de diseño .....	100
4.4.3 Tipo de vía .....	100
4.4.4 Velocidad de diseño.....	102
4.4.5 Sección típica adoptada.....	103
4.4.6 Alineamiento horizontal.....	103
4.4.7 Alineamiento vertical .....	107
4.4.8 Soluciones viales especiales .....	110
<b>CAPÍTULO 5.....</b>	<b>113</b>
<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL .....</b>	<b>113</b>
5.1 Antecedentes .....	114
5.2 Objetivos .....	114
5.2.1 Objetivo general.....	114

5.2.2 Objetivos específicos .....	114
5.3 Marco legal .....	115
5.4 Descripción general del área de estudio .....	118
5.5 Descripción de la línea base .....	119
5.6 Descripción de actividades a evaluar.....	121
5.7 Evaluación ambiental.....	122
5.8 Plan de manejo ambiental.....	135
<b>CAPÍTULO 6.....</b>	<b>138</b>
<b>PRESUPUESTO.....</b>	<b>138</b>
6.1 Presupuesto - Presa colinar.....	141
6.2 Presupuesto - Vías.....	142
<b>CAPÍTULO 7.....</b>	<b>143</b>
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>143</b>

ANEXOS

BIBLIOGRAFÍA

## **ABREVIATURAS**

AASHTO	American Association of State Highway and Transportation Officials
APESPOL	Asociación de profesores de la Escuela Superior Politécnica del Litoral
EIA	Estudio de Impacto Ambiental
ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
FICT	Facultad de Ingenierías en Ciencias de la Tierra
FISE	Fondo de Inversión Social Emergente
GAD	Gobierno Autónomo Descentralizado
GPS	Global Positioning System
INAMHI	Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología
MTOP	Ministerio de Transporte y Obras Públicas
NASA	National Aeronautics and Space Administration
NEC	Norma Ecuatoriana de la Construcción
NEVI	Norma Ecuatoriana Vial
NRCS	Natural Resources Conservation Service

PGA	Peak Ground Acceleration
SUCS	Sistema Unificado de Clasificación de Suelos
TPDA	Tráfico Promedio Diario Anual
TULAS	Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria
VIA	Valoración de Impacto Ambiental

## SIMBOLOGÍA

C	Cohesión de suelos y rocas
Cc	Coeficiente de curvatura
cm	Centímetro
cm <sup>3</sup>	Centímetros cúbicos
Cu	Coeficiente de uniformidad
FS	Factor de seguridad
g	Gramo
IP	Índice plástico de los suelos
kg	Kilogramo
kg/cm <sup>2</sup>	Kilogramo por centímetro cuadrado
kg/m <sup>3</sup>	Kilogramo por metro cúbico
Kh	Coeficiente sísmico horizontal
km/h	Kilometro por hora
KPa	Kilo Pascal
LL	Límite líquido de los suelos



LP	Límite plástico de los suelos
m	Metro
mg	Miligramo
mm	Milímetro
mm/h	Milímetro por hora
Msnm	Metro sobre el nivel del mar
MTb	Formación Dos Bocas
QT	Formación Tablazo
SC	Tipo de suelo arena arcillosa
W	Humedad de los suelos
Z	Aceleración máxima en roca esperada para el sismo de diseño, expresada como la fracción de la aceleración de la gravedad
$\Phi$	Ángulo de fricción interna en los suelos y rocas
%	Porcentaje
“	Pulgadas

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.1</b>	Embalsamiento en el lado derecho generado por las lluvias. ....	25
<b>Figura 2.1</b>	División política de la parroquia .....	29
<b>Figura 2.2</b>	Vista satelital de la comuna de Ayangue. ....	31
<b>Figura 2.3</b>	Formaciones geológicas presentes en la zona. ....	33
<b>Figura 2.4</b>	Relieve de la comuna de Ayangue. ....	34
<b>Figura 2.5</b>	Topografía de la comuna de Ayangue. ....	35
<b>Figura 2.6</b>	Tipos de clima en la región de estudio.....	37
<b>Figura 3.1</b>	Ubicación de alternativa de presa 1 .....	46
<b>Figura 3.2</b>	Ubicación de alternativa de presa 2.....	48
<b>Figura 3.3</b>	Ubicación de alternativa de presas 3 .....	50
<b>Figura 4.1</b>	Vuelo con dron en la zona de estudio.....	55
<b>Figura 4.2</b>	Extensión de la cuenca de drenaje. ....	56
<b>Figura 4.3</b>	Pista de aterrizaje de avionetas en la comuna Ayangue.....	56
<b>Figura 4.4</b>	Zona 1 para la toma de muestra de suelo para ensayos. ....	57
<b>Figura 4.5</b>	Zona 2 para la toma de muestra de suelo para ensayos. ....	58
<b>Figura 4.6</b>	Curva granulométrica del material .....	62
<b>Figura 4.7</b>	Ensayo límite líquido, humedad vs Log (No. De golpes).....	66
<b>Figura 4.8</b>	Proceso de cuartear el material. ....	69
<b>Figura 4.9</b>	Compactación en capas.....	70
<b>Figura 4.10</b>	Peso volumétrico vs % de humedad.....	73
<b>Figura 4.11</b>	Proceso de tamizado. ....	75
<b>Figura 4.12</b>	Material en la caja de corte. ....	75

<b>Figura 4.13</b> Espécimen 1, esfuerzo cortante vs deformación .....	76
<b>Figura 4.14</b> Espécimen 2, esfuerzo cortante vs deformación .....	77
<b>Figura 4.15</b> Espécimen 3, esfuerzo cortante vs deformación .....	77
<b>Figura 4.16</b> Esfuerzo cortante máximo vs Carga nominal.....	78
<b>Figura 4.17</b> Cuenca y red de drenaje.....	82
<b>Figura 4.18</b> Curvas IDF de la cuenca.....	85
<b>Figura 4.19</b> Hidrograma de escorrentía directa.....	86
<b>Figura 4.20</b> Curvas Área-Volumen-Elevación .....	87
<b>Figura 4.21</b> Curva de almacenamiento del reservorio.....	88
<b>Figura 4.22</b> Masa deslizante dividida en dovelas verticales.....	89
<b>Figura 4.23</b> Acciones en la i-ésima rebanada, método de Sarma.....	90
<b>Figura 4.24</b> Modelación en el software GALENA del talud de la presa aguas abajo en condiciones estáticas .....	92
<b>Figura 4.25</b> Ecuador, zonas sísmicas para propósitos de diseño y valor del factor de zona Z.....	93
<b>Figura 4.26</b> Modelación en el software GALENA del talud de la presa aguas abajo en condiciones pseudo-estáticas .....	94
<b>Figura 4.27</b> Modelación en el software GALENA del talud de la presa aguas arriba en condiciones pseudo-estáticas.....	95
<b>Figura 4.28</b> Levantamiento topográfico.....	98
<b>Figura 4.29</b> Huecos e irregularidades en el camino hacia el resort.....	99
<b>Figura 4.30</b> Sección típica de la vía .....	103
<b>Figura 4.31</b> Elementos de una curva circular simple.....	105
<b>Figura 4.32</b> Solución especial mediante el uso de tierra armada.....	110
<b>Figura 4.33</b> Solución especial bloqueo de flujo.....	112
<b>Figura 4.34</b> Esquema de funcionamiento del bloqueo de flujo.....	112

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla I.</b> Precipitación histórica acumulada mensual (mm) de la estación meteorológica Colonche. ....	36
<b>Tabla II.</b> Granulometría de la muestra de estudio.....	60
<b>Tabla III.</b> Datos del ensayo de límite líquido.....	65
<b>Tabla IV.</b> Datos del ensayo de límite plástico.....	67
<b>Tabla V.</b> Datos para el ensayo de Proctor.....	71
<b>Tabla VI.</b> Ensayo Proctor (parte 1).....	71
<b>Tabla VII.</b> Ensayo Proctor (parte 2).....	72
<b>Tabla VIII.</b> Ensayo Proctor (parte 3).....	72
<b>Tabla IX.</b> Máximos esfuerzos cortantes.....	78
<b>Tabla X.</b> Valores típicos de ángulo de fricción para suelos acorde a el SUCS .....	80
<b>Tabla XI.</b> Valores típicos de cohesión para suelos acorde a el SUCS .....	80
<b>Tabla XII.</b> Características de la cuenca de aporte.....	83
<b>Tabla XIII.</b> Intensidad de lluvia para varios períodos de retorno.....	84
<b>Tabla XIV.</b> Valores del factor Z en función de la zona sísmica adoptada....	93
<b>Tabla XV.</b> Clasificación de carreteras de 2.....	100
<b>Tabla XVI.</b> Clasificación de carreteras según.....	101
<b>Tabla XVII.</b> Radio mínimo de curva circular .....	106
<b>Tabla XVIII.</b> Actividades para evaluar en el estudio de impacto ambiental en la fase de construcción. ....	122

<b>Tabla XIX.</b> Escala de valoración de jerarquía ambiental.....	de los impactos 126
<b>Tabla XX.</b> Matriz de Intensidad.....	127
<b>Tabla XXI.</b> Matriz de Extensión .....	128
<b>Tabla XXII.</b> Matriz de Duración.....	129
<b>Tabla XXIII.</b> Matriz de Magnitud .....	130
<b>Tabla XXIV.</b> Matriz de Riesgo.....	131
<b>Tabla XXV.</b> Matriz de Reversibilidad .....	132
<b>Tabla XXVI.</b> Matriz de Valoración de Impacto Ambiental (VIA) .....	133
<b>Tabla XXVII.</b> Rango de significancia de la matriz VIA .....	134

## ÍNDICE DE PLANOS

**PLANO 1** Topografía de Ayangue

**PLANO 2** Cuenca de drenaje

**PLANO 3** Implantación de la población de Ayangue

**PLANO 4** Implantación vías

**PLANO 5** Soluciones viales especiales

**PLANO 6** Implantación presas colinares

# **CAPÍTULO 1**

## **INTRODUCCIÓN**

## 1.1 Descripción del problema

Ayangue es una de las comunas de la parroquia Colonche, perteneciente a la provincia de Santa Elena. Esta comuna es un importante atractivo turístico de la provincia debido a la belleza de su playa, variedad de flora y fauna y exquisita gastronomía. La mayor parte de sus habitantes se dedican a alguna actividad relacionada con el turismo y la pesca, dependiendo de la época del año, mientras que una pequeña parte de la población es agrícola.

Actualmente, la población no cuenta con un sistema de agua potable, ni de alcantarillado sanitario o pluvial. El agua para consumo humano es transportada por tanqueros desde Valdivia, una comunidad aledaña al sector, luego esta se almacena en cisternas o tanques para su posterior consumo. Las deposiciones domésticas se realizan en letrinas, en la mayoría de casos. La población cuenta con dos lagunas de oxidación ubicadas en las afueras de la comunidad, donde se realiza cierto tratamiento a estas aguas residuales.

Ayangue es propensa a inundaciones durante los meses de invierno (diciembre a mayo). El mayor problema es la formación de una poza de importante superficie muy cerca de la población.



Esta acumulación de agua genera muchos inconvenientes, entre estos tenemos el daño a la vía de acceso al resort Cumbres de Ayangue debido a la infiltración de agua en el terraplén de la vía. Como resultado, la vía presenta muchos baches que afectan el confort de las personas que día a día la transitan, pudiendo llegar a causar daños a los vehículos a largo plazo.

Además, producto de las condiciones de estancamiento del agua se generan problemas de insalubridad como la proliferación de mosquitos y generación de malos olores.



**Figura 1.1** Embalsamiento en el lado derecho generado por las lluvias.

**Fuente:** Rodríguez, M., Salazar, R., 2017

## **1.2 Objetivos**

### **1.2.1 Objetivo General**

- Diseñar una presa colinar que mitigue la acumulación de aguas lluvias en la comuna de Ayangue, provincia Santa Elena, Ecuador.

### **1.2.2 Objetivos Específicos**

- Obtener parámetros geotécnicos del suelo del área de estudio.
- Determinar las cualidades de estabilidad de talud para el diseño de la presa mediante el software GALENA.
- Proponer 3 alternativas como soluciones al problema planteado.
- Desarrollar una solución de ingeniería que mitigue la acumulación de aguas lluvias en la zona aledaña a la vía.
- Diseñar la vía de acceso al resort Cumbres de Ayangue según las especificaciones de Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTO).
- Presentar opciones de impermeabilización del terraplén de la vía.
- Determinar el presupuesto de la construcción del proyecto.

### **1.3 Justificación**

Es común observar en comunas como Ayangue, y en general en poblaciones de bajos recursos económicos, inconvenientes relacionados con los servicios básicos que son indispensables para la calidad de vida de sus habitantes. El desarrollo en infraestructura está condicionado por la falta de planificación gubernamental, factores sociales y económicos que impiden el progreso de la sociedad.

Una de las principales limitantes de la comuna de Ayangue es que no cuenta con un sistema de alcantarillado pluvial, lo que desemboca en un gran embalsamiento de agua cerca de la playa, ocasionando afectaciones a la población por la proliferación de mosquitos y contaminación al mar. Además, de generar daños a calles por infiltraciones.

En este trabajo se pretende dar soluciones técnicas para el embalsamiento de aguas lluvias, reduciendo los riesgos de enfermedades e insalubridad que afectan a la población, además, de mejorar la vialidad dentro de la comuna. Ambos aspectos afectarían de forma positiva contribuyendo al aumento del turismo y mejorando las condiciones de vida de los habitantes.

# **CAPÍTULO 2**

## **INFORMACIÓN BÁSICA GENERAL**

## 2.1 Localización geográfica y división política

La parroquia Colonche, está ubicada al centro y norte de la provincia de Santa Elena, cuenta con una extensión de 1.137,2 km<sup>2</sup>. Según el Censo Poblacional del 2010 tiene una población de 31.322 habitantes. Es la parroquia más grande de la provincia y representa 30,45% de la misma. Está delimitada al norte por la Parroquia Manglaralto y el cantón Pedro Pablo Gómez de la Provincia de Manabí, al sur por las parroquias de Simón Bolívar y Santa Elena, al este por los cantones Pedro Carbo de la provincia del Guayas y Cascol de Manabí y al oeste por el Océano Pacífico y las parroquias de Manglaralto y Santa Elena.



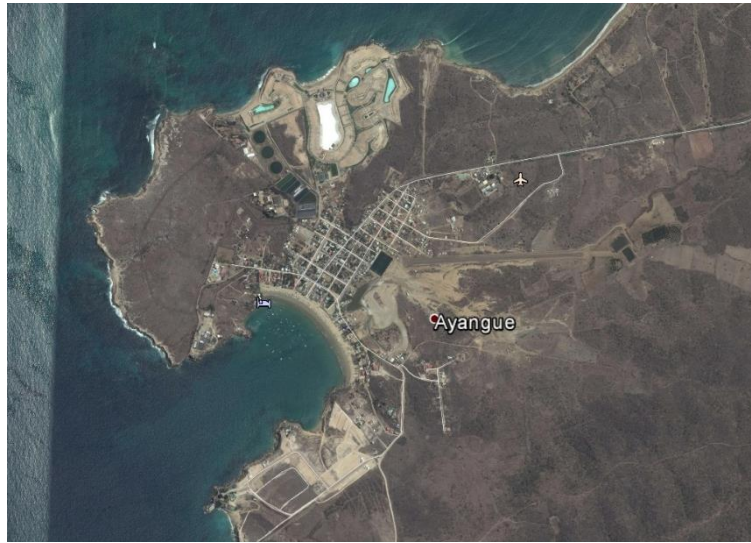
**Figura 2.1** División política de la parroquia Colonche, Santa Elena.

**Fuente:** GAD Parroquial de Colonche, 2017

El territorio de la parroquia contiene dos sectores marcados geográficamente: el del filo costero y el del interior de dominancia rural. La zona que da al perfil costanero, eminentemente turística, mientras que en la zona interior se han alineado siguiendo el eje vial una serie de pequeños centros poblados formando un conglomerado.

La parroquia Colonche cuenta con 18 comunas, siendo la cabecera parroquial, los centros poblados de Colonche. La parroquia comprende de las comunas de Jambelí, Monteverde, Palmar, Ayangue, Manantial de Colonche, Bambil Collao, Bambil Deshecho, Rio Seco, Febres Cordero, Loma Alta, Bajadita de Colonche, San Marcos, Manantial de Guangala, Cerezal Bellavista, Salanguillo, Las Balsas, Aguadita y Calicanto.

La comuna Ayangue se encuentra ubicada en la parroquia Colonche, cantón Santa Elena, provincia de Santa Elena, en la región Litoral, y geográficamente se ubica al suroeste del Ecuador. Está localizada a 150 kilómetros de Guayaquil y posee salida al mar. Se encuentra delimitada al norte con la Comuna San Pedro, al sur por la Comuna Palmar, al este por la parroquia Colonche y la cordillera del mismo nombre y al oeste por el Océano Pacífico.



**Figura 2.2** Vista satelital de la comuna de Ayangue.  
**Fuente:** Google Earth, 2017

## **2.2 Organización comunitaria**

Tras la obtención de la condición comunal, la administración de la misma se efectúa a través de la asamblea general de asociados, presidida por un cabildo conformado por las siguientes dignidades: 1 presidente, 1 vicepresidente, 1 secretario, 1 tesorero, y 1 síndico, los cuales duran un año en sus funciones pudiendo ser reelegidos. El mandato concluye los primeros 15 días del mes de diciembre, en que por lo general se convoca y se realiza las elecciones de las nuevas dignidades, que regularmente son posesionadas el siguiente año entre los primeros 15 días del mes de enero.

Entre las Instituciones que existen actualmente están:

- La Asociación de Damas Organizadas con aproximadamente 80 socias con cabañas comedores.
- La cooperativa de Taxis ejecutivos Transayangue con 30 socios aproximadamente dando el servicio a distintos lugares.
- Cooperativa de Producciones Pesquera

## **2.3 Aspectos naturales**

### **2.3.1 Geología**

La parroquia Colonche se encuentra atravesada por diversas formaciones geológicas (Piñón, Cayo, Zapotal, Santa Elena, Angostura) y zonas con sedimentos marinos y arcillas de antiguos estuarios. La comuna Ayangue se encuentra en la intersección de las formaciones Dos Bocas (MTb) y Tablazo (QT). La formación Dos Bocas consiste en lutitas y limolita de la edad geológica mioceno; mientras que la formación Tablazo consiste en terrazas bioclásticas marinas de la edad geológica pleistoceno. (Riviera, 2014)



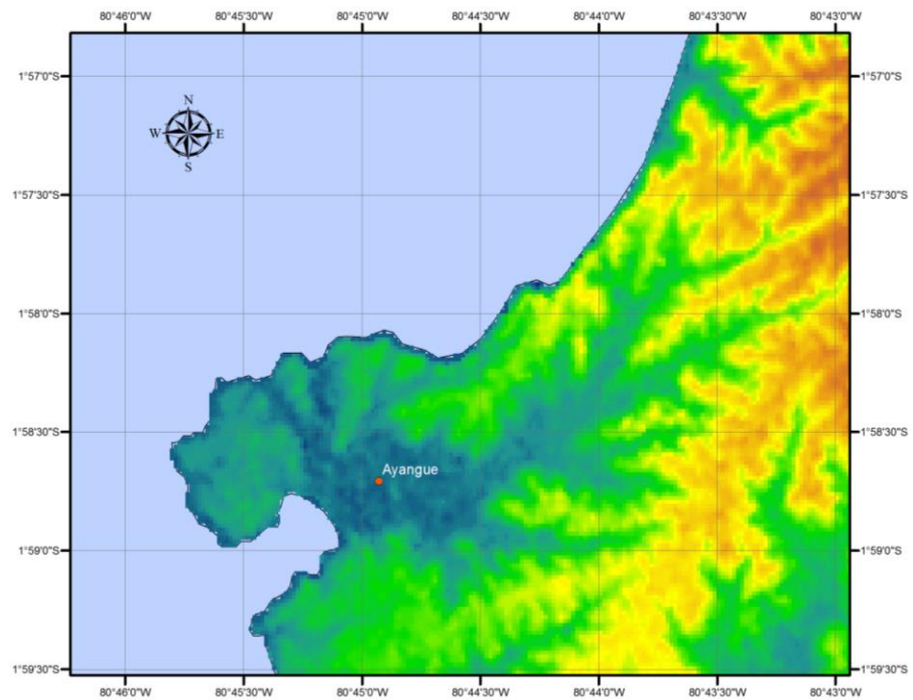


**Figura 2.3** Formaciones geológicas presentes en la zona.  
**Fuente:** Ministerio de Recursos Naturales y Energéticos, 1982

### 2.3.2 Relieve

El sistema montañoso del sector posee características de planicie, lugar donde se encuentra asentada la población, cercana a la playa. Ayangué es considerada como la piscina del Pacífico, puesto que tiene dos acantilados que interrumpen en el mar y hace del lugar un balneario de aguas tranquilas. Pero también a su vez está conformada por altas elevaciones hacia el lado este, que llegan a 335 m.

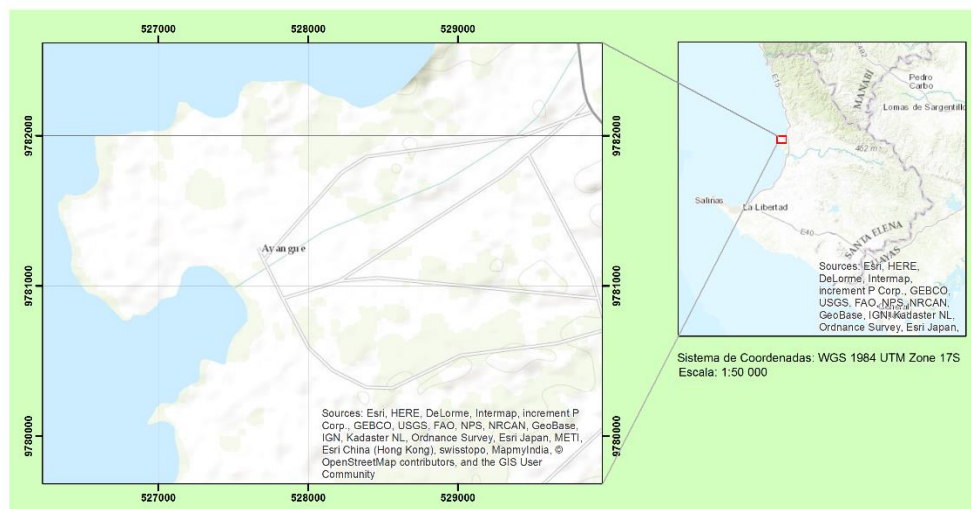
El terreno en general presenta pendientes que oscilan entre 2% - 18%, las pendientes más fuertes se presentan en las zonas no habitadas.



**Figura 2.4** Relieve de la comuna de Ayangue.  
**Fuente:** Rodríguez, M., Salazar, R., 2017

### 2.3.3 Topografía

La comuna Ayangue corresponde a una zona rural, con cotas de terreno que fluctúan entre 0 m a 110 m sobre el nivel del mar. Por encontrarse con estas variaciones, la comuna es propensa a inundaciones en época lluviosa (meses de enero, febrero, marzo y abril).



**Figura 2.5** Topografía de la comuna de Ayangué.  
**Fuente:** Rodríguez, M., Salazar, R., 2017

### 2.3.4 Hidrografía

La comuna de Ayangué se encuentra ubicada en las Costas del Océano Pacífico. No cuenta con ríos aledaños sin embargo en época de invierno, se forma pozas de importante superficie que ocasionan malestar a la población.

### 2.3.5 Hidrología

Se obtuvieron datos históricos de precipitación mensual acumulada desde el año 1989 hasta el 2015, los cuales se obtuvieron de la estación Colonche (código M0780) cuyas coordenadas geográficas son 2°01'34" S y 80°40'19" W.

Estos datos proporcionados por el INAMHI corresponden a la estación meteorológica más cercana a la comuna de Ayangué, a tan solo 9.71 km.

A continuación, se muestra una tabla con la información pertinente.

**Tabla I.** Precipitación histórica acumulada mensual (mm) de la estación meteorológica Colonche.

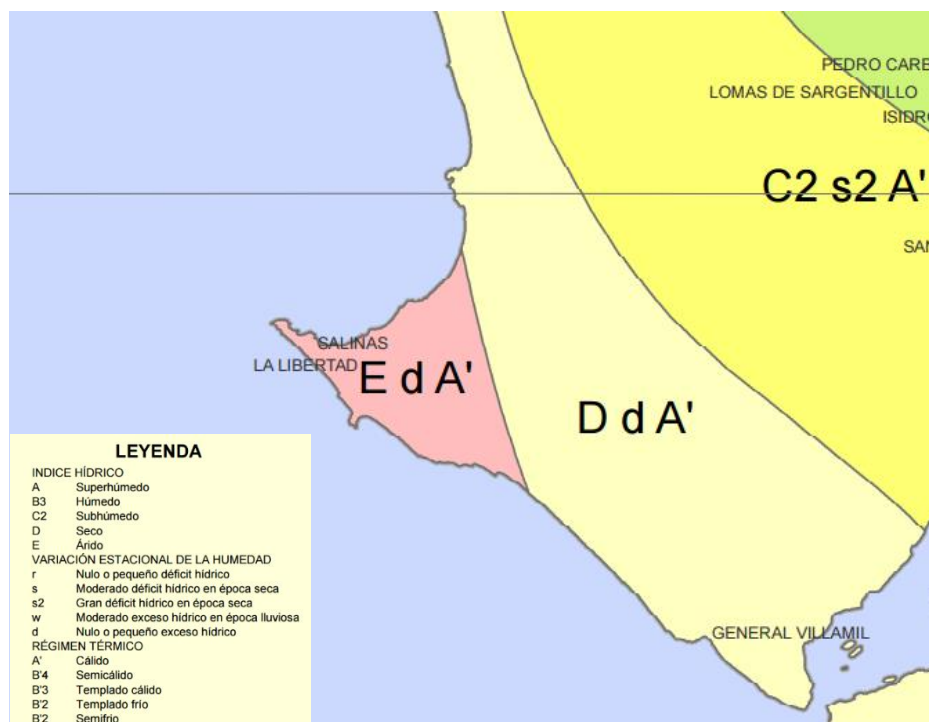
AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1989	104.4	159.8	182.9	16	8.5	11.6						
1990	902	0	0	0	2.4	1	2	0	0			
1991	16.4	159.6	7.4	1.1	0.3	0.4	1	3	0	4.1	0	1.1
1992	2.5	30.5	233.5	271.1	12.1	4.1	0.5	1	0	1.5	3.1	0
1993	14.2	199.8	90.2	6.8	3.2							
1995	14.7	56.2	9.9	0	13.5	0	0	2.2	3.1	11.6	5.3	2
1996	14.5	43.2	27.5	4.7	12.7	7.2	9.2	2	0	3.5	6.4	5.2
1999	14.3	168.2	36	36.8	15	11.4	7.5	17.5	0	7.7	10.1	7.2
2002	0	0										
2003	38.1	95.8	34.3	44.6	27.4	0	4.8	0	0	0	0	0
2004	21.1	59.5	4.6	5.9	16	0	0	2.9	0.9	0	0	0.1
2005	0	33	9.5	19.1	0	0	0	0	0.8	0.8	0	0
2006	28.3	86.6	17.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2007	35.4	0	60.4	0	0	0	0	0	0	0	9.2	0
2008	156.5	185.9	37.8	6.7	0	0						
2009	0	0	0	5.5	0	0.8						
2010	42	63	9.1	95.6	106.1	0	7.5	1.5	0	19.3	9.3	20.8
2011	21.9	30.4	0	63.4	0	2.7	2.5	8.9	1.9	3.5	0	0.8
2012	217.5	124.5	101.3	48.5	7	0	0.5	0.9	5.1	2.3	5.9	4.2
2013	68	134.6	221.2	0	0	16.6	0	0	0	11.7	4.2	0
2014	71.5	34.8	4	3.6	5.7	0.2	4.1	3.4	10	7.9	0.5	2.5
2015	14	7.8	41.7	100.6								

Fuente: INAMHI, 2015

Los años 2016 y en especial el año 2017 fueron más lluviosos que en el 2015, sin embargo, no se tienen registros.

### 2.3.6 Clima

El clima que rige en la comuna Ayangue es cálido, con pequeño exceso hídrico, sus periodos climatológicos están muy marcados por las temporadas debido a que entre diciembre y abril es la época invernal caracterizado por sus lluvias, con presencia de sol y calor muy intenso con temperaturas hasta 39° C, mientras que durante los meses de mayo a noviembre es la época seca con temperaturas hasta 20° C.



**Figura 2.6** Tipos de clima en la región de estudio.  
Fuente: INAMHI, 2006

## **2.4 Población**

En la actualidad no se poseen datos actualizados sobre el número de habitantes que posee la comuna de Ayangue, la información más reciente data del 2005, y es proporcionada por la Fundación Salud Pública Internacional que mediante encuesta señala una población de 1015 habitantes (255 familias de entre 2 a 8 integrantes), de los cuales el 37% son hombres, el 34% mujeres y el 29% niños, distribuida en cuatro barrios: María Auxiliadora, Virgen de Fátima, San Francisco y 1 de Mayo.

Se tiene registrado para Ayangue la existencia de aproximadamente 224 casas, entre las de construcción mixta y las de cemento, donde habitan familias que fluctúan entre los rangos de 2 a 12 personas como integrantes.

## **2.5 Actividad productiva**

La actividad productiva de Ayangue varía según los meses del año, de enero hasta abril y de agosto hasta septiembre, predomina el turismo, puesto que son los meses de vacaciones en la Costa y Sierra, respectivamente. Cabe recalcar que Ayangue cuenta con una gran selección restaurantes locales que durante este tiempo se ve beneficiada por la llegada de los turistas además de las diferentes clases de hoteles y resorts.

En los meses restantes, la población se dedica a la pesca, en el transcurso de mayo a agosto predomina la pesca de lenguado, mientras que en los meses de octubre a diciembre el camarón.

Otra actividad productiva que realiza la población de Ayangue es la agricultura. La mayor parte de la población se dedica a esta actividad y consiste principalmente en cultivos de limón. A respecto cabe anotar que los huertos de limón y frutas como la papaya, el melón y sandía son regadas en gran parte del año con aguas servidas que se colectan en lagunas de oxidación. Se trata de una situación crítica que debe ser analizada dentro de punto de vista de la salubridad.

Por último, la población de Ayangue se dedica a la elaboración y venta de artesanías a base de coral conchas, balsas y escamas de pescado. Muchas familias de pescadores realizan adornos, joyas y recuerdos, de las piedras, conchas y huesos que extraen directamente de las aguas del océano Pacífico. Estas artesanías, son una gran pieza cultural, ya que su elaboración pasa de generación en generación de los nativos de Ayangue. (Gobierno Autónomo Descentralizado de Colonche, 2007)

## **2.6 Abastecimiento de agua de la zona**

Ayangue cuenta con la dotación de agua potable que es transportada desde las plantas de tratamiento de Santa Elena. Se tienen redes de distribución cuando existe una gran demanda de agua, su aprovisionamiento se logra desde Valdivia, agua cruda que es transportada tanqueros.

## **2.7 Situación sanitaria**

No existe sistema de alcantarillado sanitario ni de aguas lluvias, recientemente en el sector regenerado por la construcción del malecón se instalaron pequeños canales de drenaje de aguas lluvias. Las deposiciones domésticas se realizan a nivel de letrinas. En el 2005 la Fundación Plan Internacional junto con el FISE (Fondo de Inversión Social Emergente) implementaron un plan de letrización, dentro de los antecedentes del proyecto se indica la existencia de 71 casas con letrinas en buenas condiciones, 37 casas con letrinas en malas condiciones, 84 casas sin letrinas, 39 casas con letrinas llenas; se entiende que este proyecto cubrió al menos el 80% de dicho problema. (Gobierno Comunal Ayangue, 2017)



## **2.8 Servicio de energía eléctrica**

El servicio eléctrico si bien cubre a gran parte de la comunidad requiere de nuevas instalaciones. A nivel de telecomunicaciones, muchos de los moradores cuentan con telefonía convencional domiciliaria. Existía una central de Pacifictel, pero esta dejó de dar servicio debido a la aparición de cabinas y locutorios de la telefonía celular privada, Movistar y Claro, que abarataron los costos de las llamadas, eso sin mencionar la adquisición de teléfonos celulares por parte de ciertos moradores de la localidad.

## **2.9 Recolección de basura**

El Concejo Cantonal de Santa Elena se encarga de la recolección de los desechos sólidos de la comunidad a través de un camión recolector de basura que visita la localidad dos veces por semana, los lunes y los jueves. No obstante, la comunidad realiza mingas de limpieza los fines de semana, sobre todo en la playa y vía de ingreso al malecón, lo recogido se traslada en camionetas al botadero municipal situado a cinco minutos al otro lado de la vía Santa Elena-Puerto López.

## **2.10 Educación**

Ayangue no cuenta con establecimientos de educación a nivel secundario, técnico o superior, para acceder a ella, los jóvenes deben partir a los establecimientos del área urbana de la Punta de Santa Elena, o a colegios de poblaciones cercanas como Olón, Manglaralto, Valdivia, Palmar, entre otros.

A nivel primario se tiene una única escuela, la “Escuela Fiscal Mixta Provincia del Carchi”, que para el 2005 contaba con una población estudiantil de 147 alumnos, repartidos en 7 aulas, bajo la supervisión de 8 profesores más el director.

## **2.11 Salud**

A nivel de salud, la población cuenta con un Sub Centro que funciona en la planta baja de la casa comunal, en horarios de 8:00 a 16:00 de lunes a viernes, donde labora un médico del Ministerio de Salud y una auxiliar de enfermería. La atención que se brinda es de tipo diagnóstico y ambulatorio, en casos que se requiera una atención y cuidados más complejos o especializados, estos son derivados a centros de Salud mejor equipados como el de Manglaralto, La Libertad, Santa Elena, Salinas, Ancón o Guayaquil.

El Seguro Social Campesino, a través de su sede en Palmar, da cobertura a 80 familias que aportan mensualmente \$ 0,40 centavos de Dólar por grupo familiar, sin importar el número de cargas por familia. De ahí la obligatoriedad de estar al día en los pagos para poder ser atendidos.

## **CAPÍTULO 3**

### **PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS PARA EL CONTROL DE INUNDACIONES**

### **3.1 Presas colinares**

Con el fin de resolver el problema de estancamiento de agua definido previamente, se ha optado por plantear soluciones basadas en la implementación de presas colinares.

Las presas colinares son pequeñas presas, las cuales no son alimentadas por ríos o esteros sino por el agua que acumula una determinada cuenca de drenaje. Este tipo de solución hidráulica es de fácil implementación y permite captar las aguas lluvias para su posterior uso, en especial en zonas donde el recurso de agua dulce es escaso.

La tecnología para la ejecución de este tipo de presa tiene un origen ancestral. En el Ecuador, se ha comprobado que las culturas Valdivia y Guangala (2000 – 1800 a.C.) ya hacían uso de esta técnica para aprovechar el agua producto de la lluvia y abastecer del recurso a pequeñas poblaciones de entre 50 y 100 habitantes.

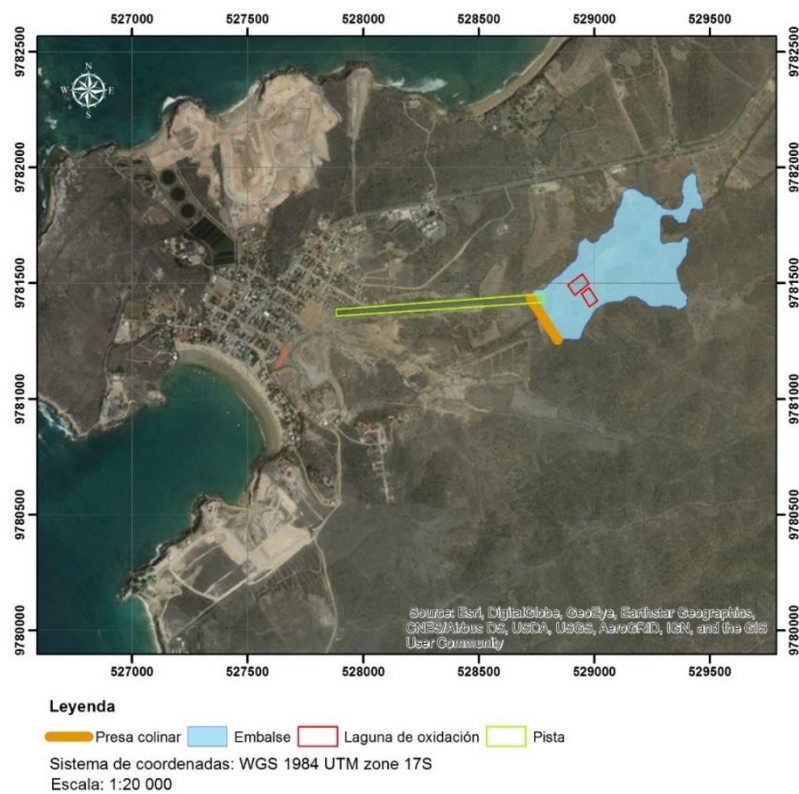
En la actualidad, la implementación de este tipo de soluciones podría beneficiar a muchas comunas de la Costa ecuatoriana con problemas de abastecimiento de agua o inundaciones.

A continuación, se describen las alternativas planteadas para la solución del problema.

## 3.2 Alternativa 1

### 3.2.1 Ubicación

La primera alternativa consiste en la construcción de una presa colinar con un eje de presa de 258 m de longitud. El dique de la presa ocupa una parte de una pista de aterrizaje de avionetas. Además, debido al embalse de agua sería necesario reubicar dos lagunas de oxidación aledañas a la pista.



**Figura 3.1** Ubicación de alternativa de presa 1  
**Fuente:** Rodríguez, M., Salazar, R., 2017

### **3.2.2 Costo de inversión**

Luego de realizar un análisis de costos se consideró un precio de \$933.06 por metro construido de presa. Entonces, esta alternativa requeriría de una inversión de \$ 240,729.70 para la construcción de la presa, sin incluir los costos adicionales por expropiación de terrenos y reubicación de lagunas de oxidación.

### **3.2.3 Volumen de embalse**

Se calculó la capacidad de embalse para esta alternativa utilizando las herramientas de análisis 3D del programa ArcMap 10.2.2. Luego del análisis, se obtuvo una capacidad de embalse de 705 mil m<sup>3</sup>.

### **3.2.4 Área de afectación**

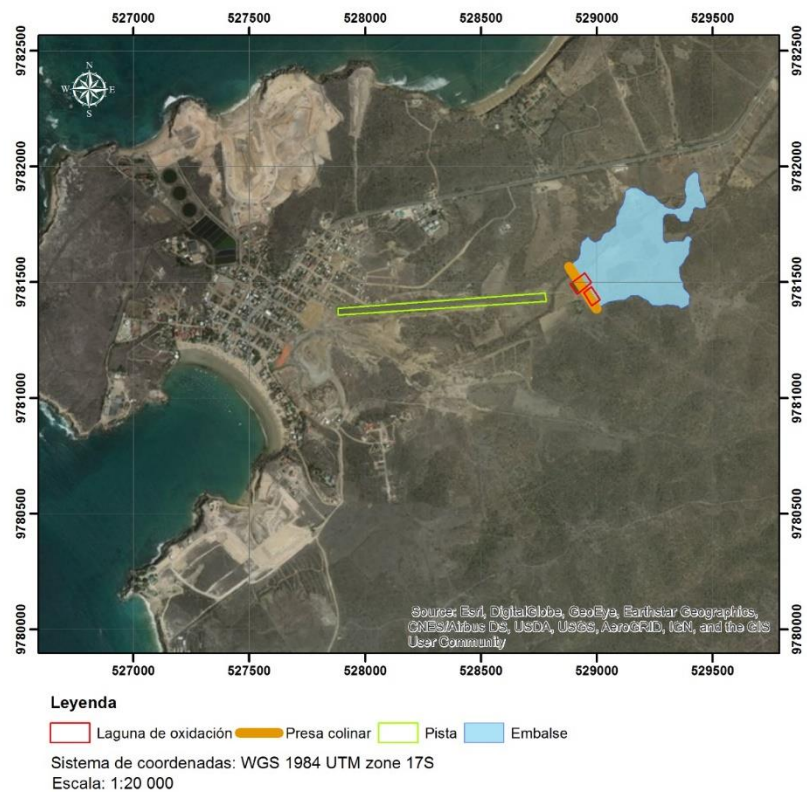
Debido al embalsamiento de agua, la ejecución de esta alternativa afectará al uso de suelo. Mediante un análisis en el software ArcMap 10.2.2 se determinó un área de afectación de 23.74 ha.

## **3.3 Alternativa 2**

### **3.3.1 Ubicación**

La siguiente alternativa consiste en la construcción de una presa colinar con un eje de presa de 237 m de longitud.

Para la construcción del dique de la presa es necesaria la reubicación de dos lagunas de oxidación. Con esta solución se consigue abarcar la mayor parte de cuenca de drenaje; sin embargo, flujos laterales de pequeñas cuencas no serían captados.



**Figura 3.2** Ubicación de alternativa de presa 2  
**Fuente:** Rodríguez, M., Salazar, R., 2017

### 3.3.2 Costo de inversión

Luego de realizar un análisis de costos se consideró un precio de \$933.06 por metro construido de presa.



Entonces, esta alternativa requeriría de una inversión de \$ 221,135.40 para la construcción de la presa, sin incluir los costos adicionales por expropiación de terrenos y reubicación de lagunas de oxidación.

### **3.3.3 Volumen de embalse**

Se calculó la capacidad de embalse para esta alternativa utilizando las herramientas de análisis 3D del programa ArcMap 10.2.2. Luego del análisis, se obtuvo una capacidad de embalse de 536 mil m<sup>3</sup>.

### **3.3.4 Área de afectación**

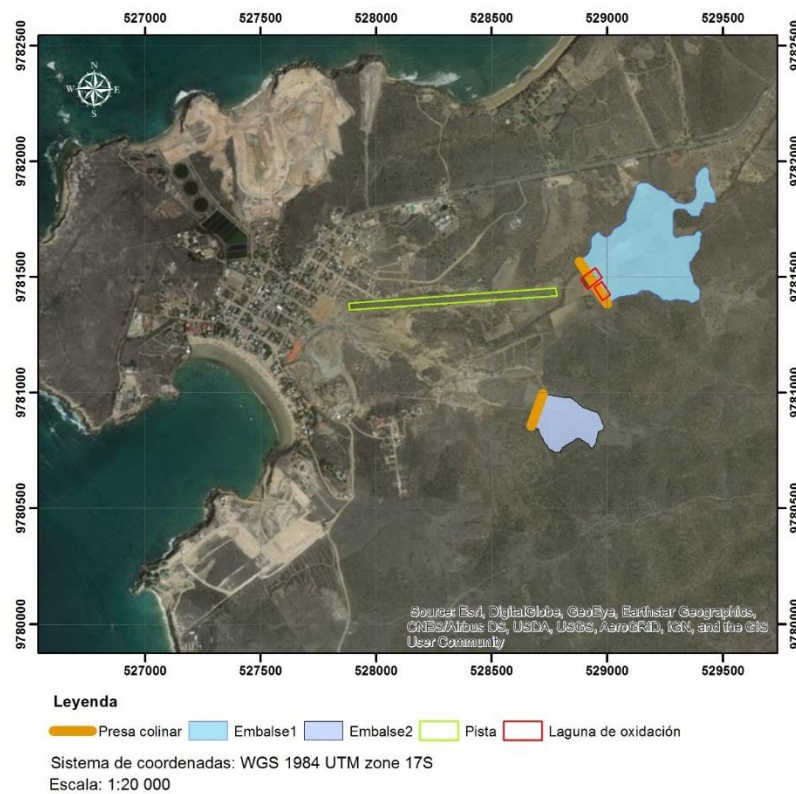
Debido al embalsamiento de agua, la ejecución de esta alternativa afectará al uso de suelo. Mediante un análisis en el software ArcMap 10.2.2 se determinó un área de afectación de 18.32 ha.

## **3.4 Alternativa 3**

### **3.4.1 Ubicación**

La última alternativa consiste en la construcción de la alternativa anterior con una pequeña presa colinar adicional que permita la captación de agua del flujo lateral de una cuenca de drenaje. Esta presa adicional tiene un eje de 184 m.

Para la construcción del dique de la presa de mayor embalse es necesaria la reubicación de dos lagunas de oxidación. Con esta solución se consigue abarcar la mayor parte de cuenca de drenaje incluidos los flujos laterales de pequeñas cuencas.



**Figura 3.3** Ubicación de alternativa de presas 3  
**Fuente:** Rodríguez, M., Salazar, R., 2017

### **3.4.2 Costo de inversión**

Luego de realizar un análisis de costos se consideró un precio de \$933.06 por metro construido de presa. Entonces, esta alternativa requeriría de una inversión de \$ 387,052.27 para la construcción de las presas, sin incluir los costos adicionales por expropiación de terrenos y reubicación de lagunas de oxidación.

### **3.4.3 Volumen de embalse**

Se calculó la capacidad de embalse para esta alternativa utilizando las herramientas de análisis 3D del programa ArcMap 10.2.2. Luego del análisis, se obtuvo una capacidad de embalse de 696 mil m<sup>3</sup>.

### **3.4.4 Área de afectación**

Debido al embalsamiento de agua, la ejecución de esta alternativa afectará al uso de suelo. Mediante un análisis en el software ArcMap 10.2.2 se determinó un área de afectación de 22.73 ha.

## **3.5 Criterios para la selección de alternativa**

### **3.5.1 Restricciones**

Para una adecuada selección de alternativas es importante definir las restricciones a las que está sujeto el proyecto.

De acuerdo a estas condiciones se establecerán criterios que permitan escoger a la mejor solución, de las tres presentadas previamente.

Para este proyecto se han identificado las siguientes restricciones:

- Bajo costo de inversión.
- Baja expropiación de terrenos.
- Bajo impacto ambiental.
- Altura de presa no mayor a 10 m.
- Alta capacidad de embalse.

### **3.5.2 Selección de la alternativa**

Para la selección de alternativas se tomaron en cuenta los siguientes criterios:

- Costo de inversión [\$].
- Área de afectación del proyecto [ha].
- Capacidad de embalse de presas [m<sup>3</sup>].
- Impacto ambiental [1-10].

### **3.5.3 Conclusión de análisis de alternativas**

De acuerdo a los criterios previamente definidos, se escoge a la Alternativa 3 como la solución a implementar en el proyecto. A pesar de que es la alternativa con mayor costo de inversión para su construcción, esta solución permite controlar la mayor parte de la cuenca y es la segunda en lo que volumen de captación se refiere permitiendo así un control eficaz de las inundaciones en la comuna de Ayangue.

Respecto a otros criterios, todas las soluciones tienen un impacto ambiental más o menos parecido. Además, la solución escogida es la segunda en lo que concierne a área de afectación por lo que deberán expropiarse ciertos terrenos y reubicar las lagunas de oxidación, sin embargo, como punto a favor la pista de aterrizaje de avionetas no se verá afectada.

# **CAPÍTULO 4**

## **METODOLOGÍA DE DISEÑO**

#### 4.1 Visita técnica

Se realizaron dos visitas a la zona de estudio, la primera fue el 2 de junio del presente año, con la participación del Ing. Miguel Ángel Chávez, PhD. en la cual se observó las características del terreno y las posibles ubicaciones para las presas colinares. Durante esta visita se pudo dialogar con el presidente de la comuna el Sr. Fabian Cochea, acerca de los inconvenientes que ocasiona el estancamiento de agua y además se le indicó acerca del estudio que se iba a realizar. Posteriormente se realizaron varios vuelos con dron para obtener imágenes del área y reconocer la extensión de la cuenca. Luego se procedió a la toma de puntos mediante un GPS para estudiar la topografía del lugar.



**Figura 4.1** Vuelo con dron en la zona de estudio.  
**Fuente:** Rodríguez, M., Salazar, R., 2017



**Figura 4.2** Extensión de la cuenca de drenaje.  
**Fuente:** Rodríguez, M., Salazar, R., 2017

Luego de un análisis de las imágenes del dron se pudo observar la existencia de una pista de aterrizaje para avionetas, cercana a la zona de ubicación de una posible presa de embalse. Además de 2 lagunas de oxidación contiguas a varias áreas de cultivos.



**Figura 4.3** Pista de aterrizaje de avionetas en la comuna Ayangué  
**Fuente:** Rodríguez, M., Salazar, R., 2017



La segunda visita a la comuna de Ayangué fue el 16 de Julio del presente año para efectuar tomas de muestra del suelo. Las 2 muestras fueron realizadas a una profundidad de 50cm en el talud de la zona de cierre de la presa, la cual sigue el eje de la misma y tiene las siguientes coordenadas:

E: 528952 m

N: 9781464 m

Con estas muestras se procedió a realizar los siguientes ensayos:

- Granulometría
- Límites de Atterberg
- Proctor
- Corte Directo

Estos ensayos se realizaron para la obtención de parámetros para la estabilidad de los espaldones de la presa que se propone construir



**Figura 4.4** Zona 1 para la toma de muestra de suelo para ensayos.

**Fuente:** Rodríguez, M., Salazar, R., 2017



**Figura 4.5** Zona 2 para la toma de muestra de suelo para ensayos.  
**Fuente:** Rodríguez, M., Salazar, R., 2017

En la figura 4.4 se puede observar capas de tablazo meteorizado para los espaldones, mientras que en la figura 4.5 se puede percatar muestras de suelo limos arcillosos para conformar el terraplén.

Durante un recorrido a pie por la zona de cierre de la presa se observó que las 2 lagunas de oxidación que no poseen geomembrana, dichas lagunas se aplazan en una cota más elevada que el de la pista de avionetas. Se efectuaron observaciones en la pista y se comprobó que no hay ningún afloramiento de agua pese a la altura de carga de agua de las piscinas, este hecho demuestra que existe un importante grado de estanqueidad y que los suelos en donde están excavados las piscinas son arcillosos, de allí se deduce que son impermeables como parte del reservorio.

También se reconoció que ese tipo de suelos sirve para conformar terraplenes, de allí su importancia para la obra hidráulica que se plantea.

## **4.2 Ensayos realizados**

Los ensayos a continuación se realizaron en el laboratorio de Mecánica de Suelos, Rocas y Materiales de la Facultad de Ingenierías en Ciencias de la Tierra (FICT) de la Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL), bajo supervisión del Ing. Daniel Falquéz.

### **4.2.1 Granulometría**

#### **4.2.1.1 Introducción**

El ensayo de granulometría de un material granular se realiza para clasificar las partículas que lo constituyen como gruesos o finos y de esta manera determinar si cumplen las especificaciones dictadas por las normas. La muestra debe haber pasado por un previo secado y ser de masa conocida para luego ser vertida en los tamices, los cuales estarán ubicados en orden descendente de arriba hacia abajo según el tamaño de sus aberturas.

Los propósitos de este ensayo son los siguientes:

- Determinar la distribución granulométrica del suelo.
- Establecer el tamaño máximo de agregado.

- Obtener el porcentaje de finos.
- Determinar el tipo de suelo del área de estudio

#### 4.2.1.2 Resultados

Masa inicial de la muestra: 468.81 gr.

**Tabla II.** Granulometría de la muestra de estudio

<b>Tamiz</b>	<b>Peso Parcial (gr)</b>	<b>% Retenido Parcial</b>	<b>% Retenido Acumulado</b>	<b>% Pasante Acumulado</b>
<b>3/8"</b> (9.5mm)	0.00	0.00	0.00	100.00
<b>No. 10</b> (2mm)	164.68	35.14	35.14	64.86
<b>No. 20</b> (0.85mm)	99.73	21.28	56.43	43.57
<b>No. 40</b> (0.43mm)	71.20	15.19	71.62	28.38
<b>No. 60</b> (0.25mm)	48.79	10.41	82.03	17.97
<b>No. 100</b> (0.15mm)	33.55	7.16	89.19	10.81
<b>No. 120</b> (0.13mm)	9.33	1.99	91.18	8.82
<b>No. 140</b> (0.11mm)	8.66	1.85	93.03	6.97
<b>No. 200</b> (0.08mm)	11.48	2.45	95.48	4.52
<b>Fondo</b>	21.17	4.52	100.00	0.00
<b>Total</b>	468.59			

Fuente: Rodríguez, M., Salazar, R., 2017

- **Porcentaje de error**

$$\begin{aligned}\% \text{ de error} &= \frac{\text{masa inicial} - \text{masa total}}{\text{masa inicial}} * 100 \\ &= \frac{468.81 - 468.59}{468.81} * 100 = 0,05\%\end{aligned}$$

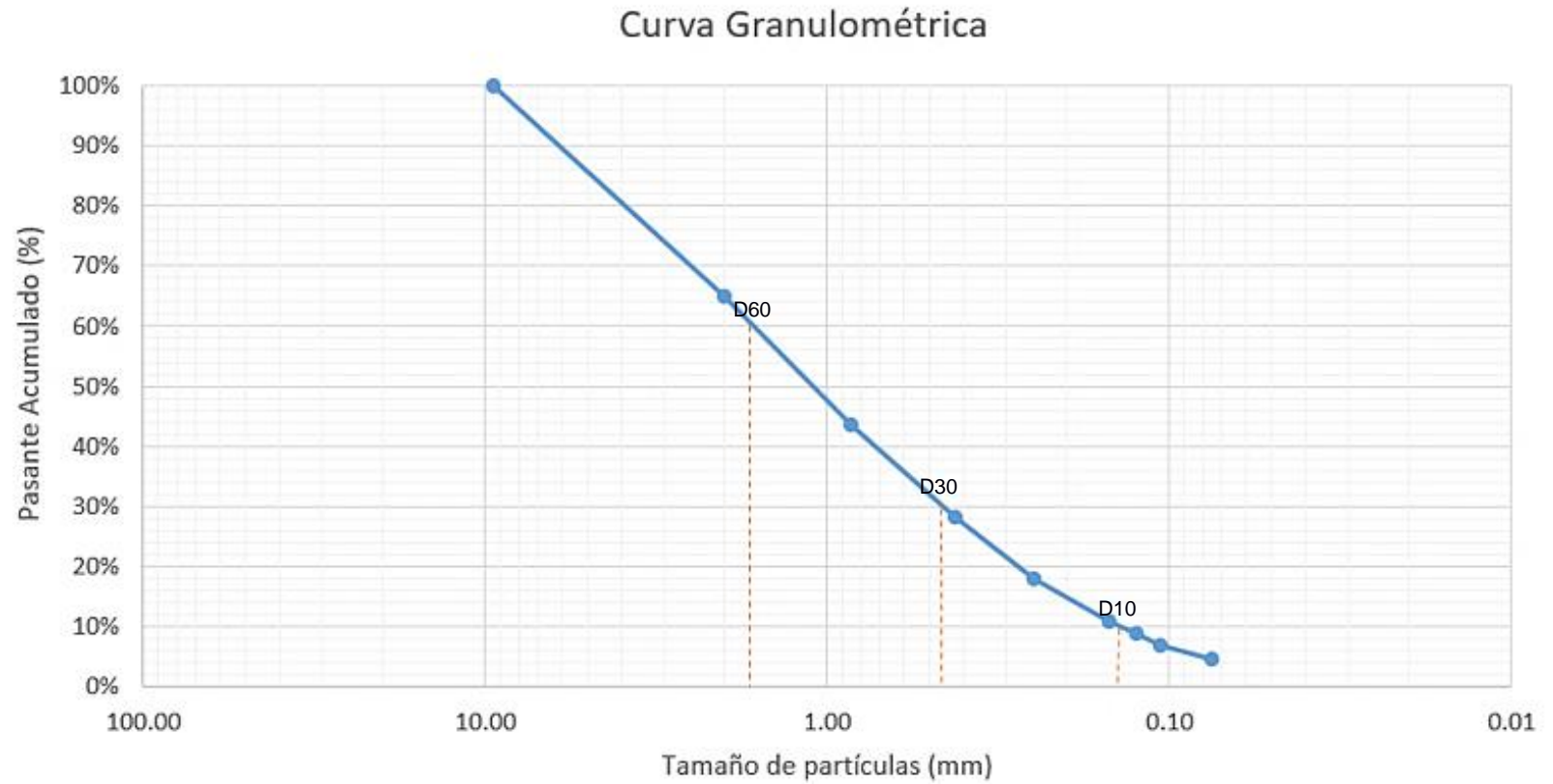
- **Porcentaje de finos**

$$\% \text{ de finos} = 100 - \% \text{ retenido acumulado en tamiz 200}$$

$$\% \text{ de finos} = 100 - 95.48 = 4.52\%$$

- **Tamaño máximo del agregado**

De acuerdo con los datos obtenidos en el análisis granulométrico, el tamaño máximo de agregado es de 2mm.



**Figura 4.6** Curva granulométrica del material  
**Fuente:** Rodríguez, M., Salazar, R., 2017

$$D_{10} = 0.15$$

$$D_{30} = 0.48$$

$$D_{60} = 1.75$$

$$Cu = \frac{D_{60}}{D_{10}} = \frac{1.75}{0.15} = 11.67$$

$$Cc = \frac{D_{30}^2}{D_{60} * D_{10}} = \frac{0.48^2}{1.75 * 0.15} = 0.88$$

#### 4.2.1.3 Análisis de resultado

El porcentaje de error obtenido indica que la práctica se realizó correctamente ya que se encuentra por debajo del 1% permisible. Estos errores se deben a las pérdidas de masa ocurridas durante el ensayo ya sea porque el material quedó atrapado en los tamices o por caída accidental al momento de ser removido del tamiz. El porcentaje de finos fue del 4.52% y el tamaño máximo de agregado obtenido del material fue de 2mm.

El coeficiente de uniformidad es 11.67 y el coeficiente de curvatura es 0.88, lo cual indica que el suelo es mal graduado puesto que para que sea lo contrario Cu debe ser mayor a 6 y Cc debe estar entre 1 y 3.

## **4.2.2 Límites de Atterberg**

### **4.2.2.1 Introducción**

El ensayo de límite líquido consiste en una mezcla de suelo y agua, capaz de ser moldeada. Esta es depositada en la Cuchara de Casagrande o Copa de Casagrande, y se la golpea haciendo girar la manivela consecutivamente contra la base, hasta que el surco que previamente se ha recortado, se cierre en una longitud de 12 mm (1/2"). Si el número de golpes para que se cierre el surco es 25, la humedad del suelo (razón peso de agua/peso de suelo seco) corresponde al límite líquido. Este ensayo debe hacerse únicamente con la fracción que pasa el tamiz No. 40.

Por otro lado, el ensayo de límite plástico consiste en medir el contenido de humedad para el cual no es posible moldear un cilindro de suelo, con un diámetro de 3 mm. Para esto, se realiza una mezcla de agua y suelo, la cual se amasa entre los dedos o entre el dedo índice y una superficie inerte (vidrio), hasta conseguir un cilindro de 3 mm de diámetro. (Terreros, 2004)



Los propósitos de estos ensayos son los siguientes:

- Determinar el límite líquido de la muestra
- Determinar el límite plástico de la muestra
- Determinar el índice de plasticidad.

#### 4.2.2.2 Resultados

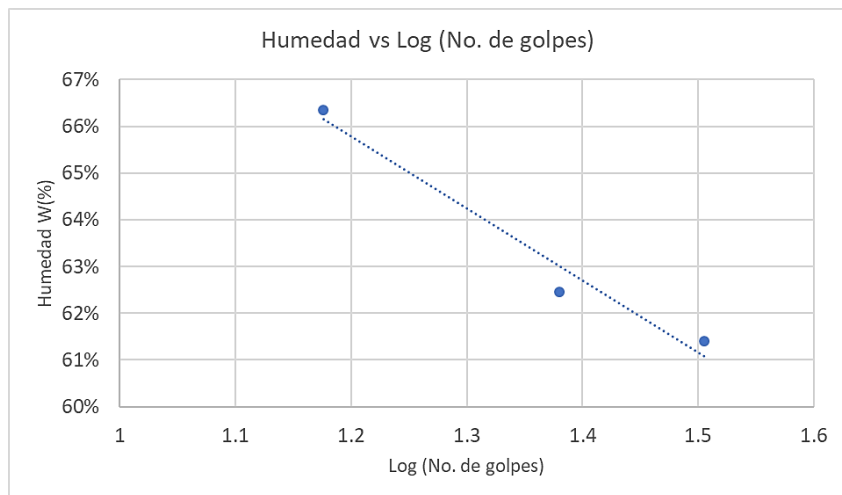
En la siguiente tabla se muestra los datos del ensayo del límite líquido para 3 muestras con diferentes contenidos de humedad.

**Tabla III.** Datos del ensayo de límite líquido

<b>No.</b>	2	3	5
<b>No. Rcp</b>	82	44	10
<b>Wh+r<sub>cp</sub> (gr)</b>	14.85	16.81	18.85
<b>Ws+r<sub>cp</sub> (gr)</b>	11.34	12.7	13.95
<b>R<sub>cp</sub> (gr)</b>	6.05	6.12	5.97
<b>W<sub>w</sub></b>	3.51	4.11	4.9
<b>W<sub>s</sub></b>	5.29	6.58	7.98
<b>%w</b>	66%	62%	61%
<b>No. golpes</b>	15	24	32
<b>Log (No. Golpes)</b>	1.18	1.38	1.51

**Fuente:** Rodríguez, M., Salazar, R., 2017

A continuación, se presenta la gráfica humedad vs Log (No. Golpes).



**Figura 4.7** Ensayo límite líquido, humedad vs Log (No. De golpes)

**Fuente:** Rodríguez, M., Salazar, R., 2017

Para un No. de golpes 25 (1.40 en logarítmico) el porcentaje de humedad es de 62.8%, el cual es el valor del límite líquido de la muestra.

Para el ensayo de límite plástico los datos obtenidos se presentan en la siguiente tabla.

**Tabla IV.** Datos del ensayo de límite plástico

<b>Muestra</b>	1	2
<b>No. Rcp</b>	7	2
<b>Wh+rcp</b>	6.89	7.34
<b>Ws+rcp</b>	6.65	7.06
<b>rcp</b>	6.16	6.45
<b>Ww</b>	0.24	0.28
<b>Ws</b>	0.49	0.61
<b>%W</b>	49%	46%

El límite plástico es 47.5, el cual se lo obtiene promediando el porcentaje de humedad de las muestras. El índice plástico es la resta del límite líquido y límite plástico.

$$IP = LL - LP = 62.8 - 47.5 = 15.3$$

#### 4.2.2.3 Análisis de resultados

Con los datos obtenidos del ensayo de granulometría y límites de Atterberg se puede clasificar el suelo según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) como una arena mal graduada, debido a que su porcentaje de finos

es 4.52%, menor a 5% y los coeficientes  $C_c$  y  $C_u$  no cumplen con las especificaciones.

Por otro lado, según la AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials), el suelo pertenece al grupo A-2-7, en el cual predomina las gravas y arenas con arcilla, el porcentaje de finos es menor a 35% y el índice de plasticidad es mayor a 11.

### **4.2.3 Proctor**

#### **4.2.3.1 Introducción**

El ensayo de compactación Proctor modificado tiene como objetivo determinar la relación entre el porcentaje de humedad y el peso volumétrico seco de una muestra previamente tamizada, humedecida y compactada en un molde de 0.001 cm<sup>3</sup> de volumen con martillo de 10 libras que se deja caer desde una altura de 18”.

El ensayo de Proctor nos permite determinar la humedad óptima a la cual los suelos alcanzarán su grado de compactación máximo.

La finalidad de este ensayo son las siguientes:

- Determinar la relación que existe entre el contenido de humedad y el peso volumétrico seco del material.
- Calcular la humedad óptima de la muestra de material del área de estudio.
- Obtener la densidad máxima de la muestra de material del área de estudio.



**Figura 4.8** Proceso de cuartear el material.  
**Fuente:** Rodríguez, M., Salazar, R., 2017



**Figura 4.9** Compactación en capas  
**Fuente:** Rodríguez, M., Salazar, R., 2017

#### 4.2.3.2 Resultados

Descripción de las ecuaciones utilizadas para el cálculo del contenido de humedad, densidad húmeda y la densidad seca del suelo compactado.

- $\text{Peso agua} = \text{Peso tierra húmeda} - \text{Peso tierra seca}$

- $\text{Humedad (\%)} = \frac{\text{Peso tierra húmeda} - \text{Peso tierra seca}}{\text{Peso tierra seca}} * 100$

•  $\text{Peso tierra húmeda} = (\text{Peso tierra húmeda} + \text{cilindro}) - (\text{Peso cilindro})$

•  $\text{Peso tierra seca} = \frac{\text{Peso tierra húmeda}}{1 + \frac{w}{100}}$

**Tabla V.** Datos para el ensayo de Proctor

<b>Diámetro de cilindro</b>	10.16 cm
<b>Altura de cilindro</b>	11.66 cm
<b>Volumen de cilindro</b>	0.001 cm <sup>3</sup>
<b>Peso del cilindro</b>	1.99 Kg
<b>Muestra</b>	3.5 Kg

**Fuente:** Rodríguez, M., Salazar, R., 2017

**Tabla VI.** Ensayo Proctor (parte 1)

<b>Cantidad de Agua</b>	<b>Recipiente No.</b>	<b>Peso Tierra Húmeda + rcp</b>	<b>Peso Tierra Seca + rcp</b>	<b>Peso de recipiente</b>
<b>cm<sup>3</sup></b>		<b>gr</b>	<b>gr</b>	<b>gr</b>
100	2	1617.40	1469.50	151.90
200	3	1635.00	1456.00	144.60
300	1	1736.50	1514.00	146.60
500	4	1249.50	993.10	156.50
400	5	1595.10	1446.40	188.40

**Fuente:** Rodríguez, M., Salazar, R., 2017

**Tabla VII.** Ensayo Proctor (parte 2)

Recipiente No.	Peso Seco	W	Peso Tierra Húmeda + cilindro	Peso Tierra Húmeda
	gr	%	gr	Kg
2	147.90	11.23	3.59	1.60
3	179.00	13.65	3.69	1.70
1	222.50	16.27	3.73	1.74
4	256.40	30.65	3.70	1.71
5	148.70	11.82	3.74	1.75

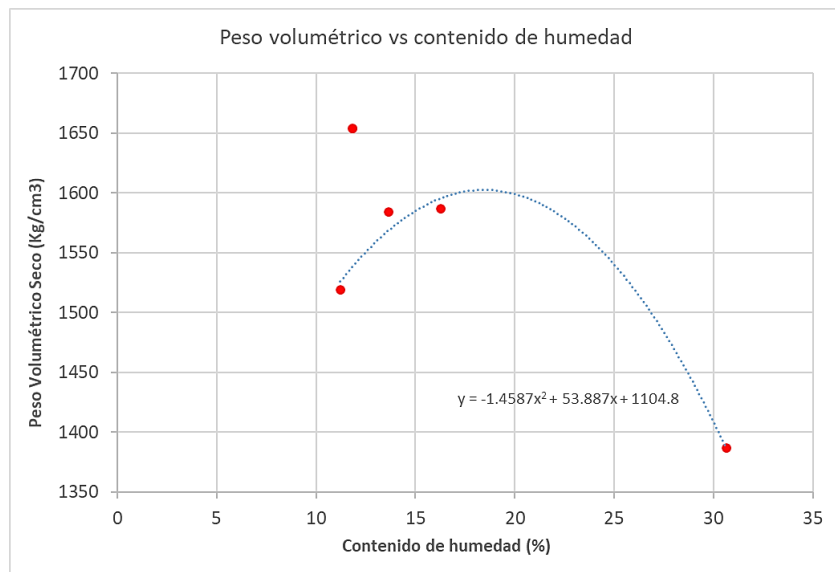
Fuente: Rodríguez, M., Salazar, R., 2017

**Tabla VIII.** Ensayo Proctor (parte 3)

Recipiente No.	1+W/100	Peso Tierra Seca	Peso Volumétrico Seco
		%	gr
2	1.11	1.44	1518.99
3	1.14	1.50	1583.76
1	1.16	1.50	1586.80
4	1.31	1.31	1386.52
5	1.12	1.56	1654.13

Fuente: Rodríguez, M., Salazar, R., 2017





**Figura 4.10** Peso volumétrico vs % de humedad.  
**Fuente:** Rodríguez, M., Salazar, R., 2017

**Densidad máxima = 1602.5 Kg/m<sup>3</sup>**

**Humedad Óptima = 18.47 %**

#### 4.2.3.3 Análisis de resultado

Con los resultados del ensayo Proctor Modificado, se construyó la curva Peso Volumétrico Seco vs Contenido de Humedad, para este propósito se modificó la cantidad de agua añadida a la muestra en cada punto con un mínimo de 100 cm<sup>3</sup> y un máximo de 500 cm<sup>3</sup>, considerando únicamente 4 puntos de los 5 ensayados, esto debido a la disparidad entre ellos. Con estos valores, se determinó una densidad máxima de 1602.5 kg/m<sup>3</sup> y una humedad óptima

de 18.47%. Este último valor se usará para el ensayo de corte directo.

#### **4.2.4 Corte Directo**

##### **4.2.4.1 Introducción**

El ensayo de Corte Directo tiene como objetivo determinar la resistencia de una muestra de suelo, sometidas a deformaciones y fatigas que simulen las cargas que se presentarán en el terreno.

Generalmente se ensayan 3 o más especímenes, deformándolas a velocidad controlada con diferentes cargas normales, en este caso las cargas fueron 54.5 KPa, 190.8 KPa y 299.8 KPa. De esta manera se puede determinar la resistencia al corte y al desplazamiento además de las propiedades de resistencia del material a partir de las envolventes de resistencia de Mohr.

La finalidad de este ensayo son los siguientes:

- Determinar la cohesión ( $c$ ) del suelo de la zona de estudio.
- Determinar el ángulo de fricción ( $\phi$ ) de la muestra de material del área de estudio.



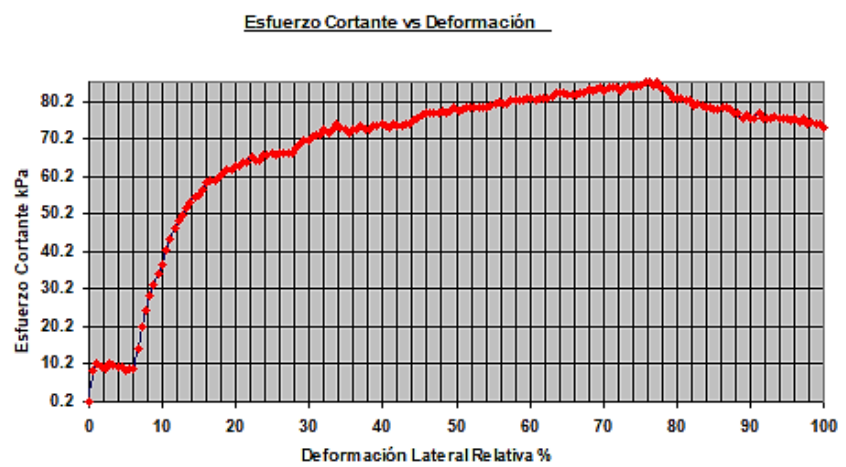
**Figura 4.11** Proceso de tamizado.  
**Fuente:** Rodríguez, M., Salazar, R., 2017



**Figura 4.12** Material en la caja de corte.  
**Fuente:** Rodríguez, M., Salazar, R., 2017

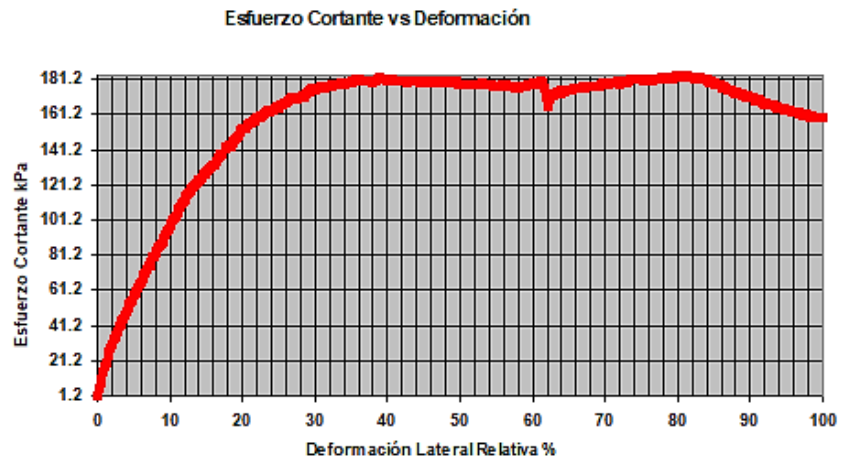
#### 4.2.4.2 Resultados

Se utilizó el programa Data System 7 para el desarrollo del ensayo de corte directo. A continuación, se presentan las gráficas de esfuerzo cortante vs deformación para cada espécimen ensayado.



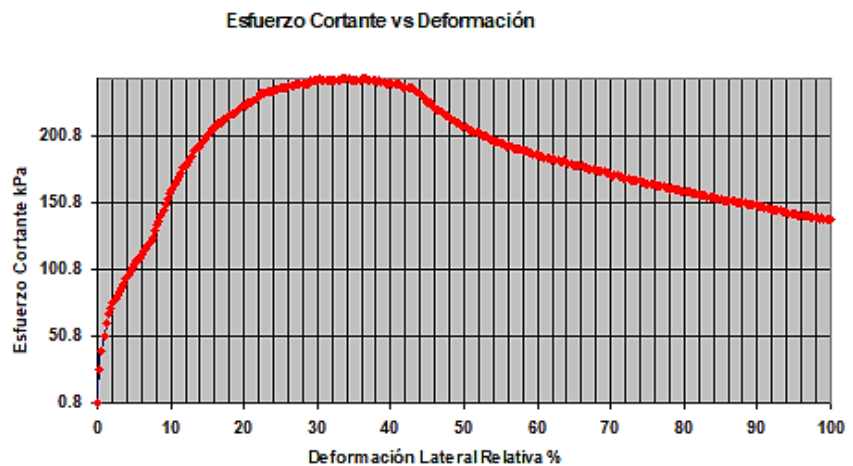
**Figura 4.13** Espécimen 1, esfuerzo cortante vs deformación

**Fuente:** Data System 7



**Figura 4.14** Espécimen 2, esfuerzo cortante vs deformación

**Fuente:** Data System 7



**Figura 4.15** Espécimen 3, esfuerzo cortante vs deformación

**Fuente:** Data System 7

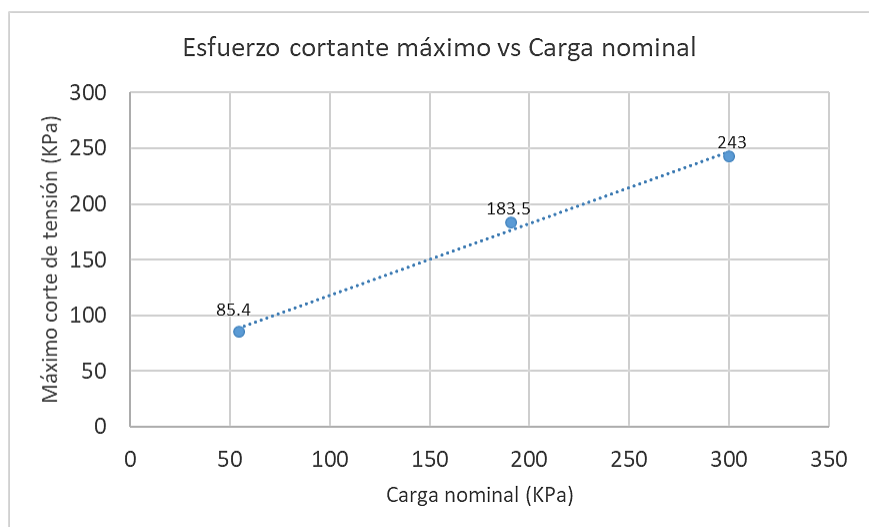
De dichos gráficos se tomó el valor del esfuerzo cortante máximo de cada muestra, con estos datos se procede a

graficar el esfuerzo cortante máximo vs carga nominal para obtener los valores de cohesión y ángulo de fricción interna.

**Tabla IX.** Máximos esfuerzos cortantes

MUESTRA	CARGA NOMINAL (KPa)	MÁXIMO CORTE DE TENSIÓN (KPa)
1	54.5	85.4
2	190.8	183.5
3	299.8	243.0

**Fuente:** Rodríguez, M., Salazar, R., 2017



**Figura 4.16** Esfuerzo cortante máximo vs Carga nominal  
**Fuente:** Rodríguez, M., Salazar, R., 2017

El ángulo que forma esta recta con el eje horizontal es el ángulo de fricción ( $\phi$ ) y el intercepto con el eje  $y$  ( $\tau$ ) es el valor de la cohesión ( $c$ ).

**Ángulo de fricción = 34.12°**

**Cohesión = 46.65 KPa**

#### **4.2.4.3 Análisis de resultados**

Las muestras se ensayaron con el contenido de humedad resultante del ensayo Proctor. Los ensayos de corte directo se realizaron con cargas normales de 54.5 KPa, 190.8 KPa y 299.8 KPa. Para cada espécimen, el esfuerzo cortante se graficó vs la deformación, donde se pudo obtener el valor de esfuerzo cortante máximo y de esta manera conseguir el valor de la cohesión y ángulo de fricción. Los datos adquiridos fueron 46.65KPa y 34.12° respectivamente.

El valor obtenido de ángulo de fricción se encuentra dentro del rango de estudios realizados previamente. A continuación, se presenta una tabla con los resultados de dichos ensayos.

**Tabla X.** Valores típicos de ángulo de fricción para suelos acorde a el SUCS

<b>Ángulo de fricción</b>			
	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Valor específico</b>
<b>Arena mal graduada, con poco o sin finos</b>	30	39	
<b>Arena mal graduada - compactada</b>			37
<b>Arena limosa, arena arcillosa - compactada</b>	30	40	

**Fuente:** Association of Swiss Road and Traffic Engineers, 2006

**Tabla XI.** Valores típicos de cohesión para suelos acorde a el SUCS

<b>Cohesión</b>			
	<b>Mínimo (KPa)</b>	<b>Máximo (KPa)</b>	<b>Valor específico (KPa)</b>
<b>Arena mal graduada, con poco o sin finos</b>			0
<b>Arena limosa, arena arcillosa - compactada</b>	50	75	

**Fuente:** Minnesota Department of Transportation, 2007



La cohesión obtenida difiere con los valores de estudios previos, se infiere que el error se debe a la falta de finos en la muestra, dado que la toma de material se realizó en un solo lugar. Al aumentar el porcentaje de finos el material sería una arena arcillosa (SC), y el valor de cohesión resultado del ensayo estaría más acorde.

Por otro lado, la clasificación AASHTO determina que el suelo de la zona de estudio es una mezcla de grava y arena con arcilla, por lo que el resultado estaría dentro de lo permisible comparándolo con una arena arcillosa compactada.

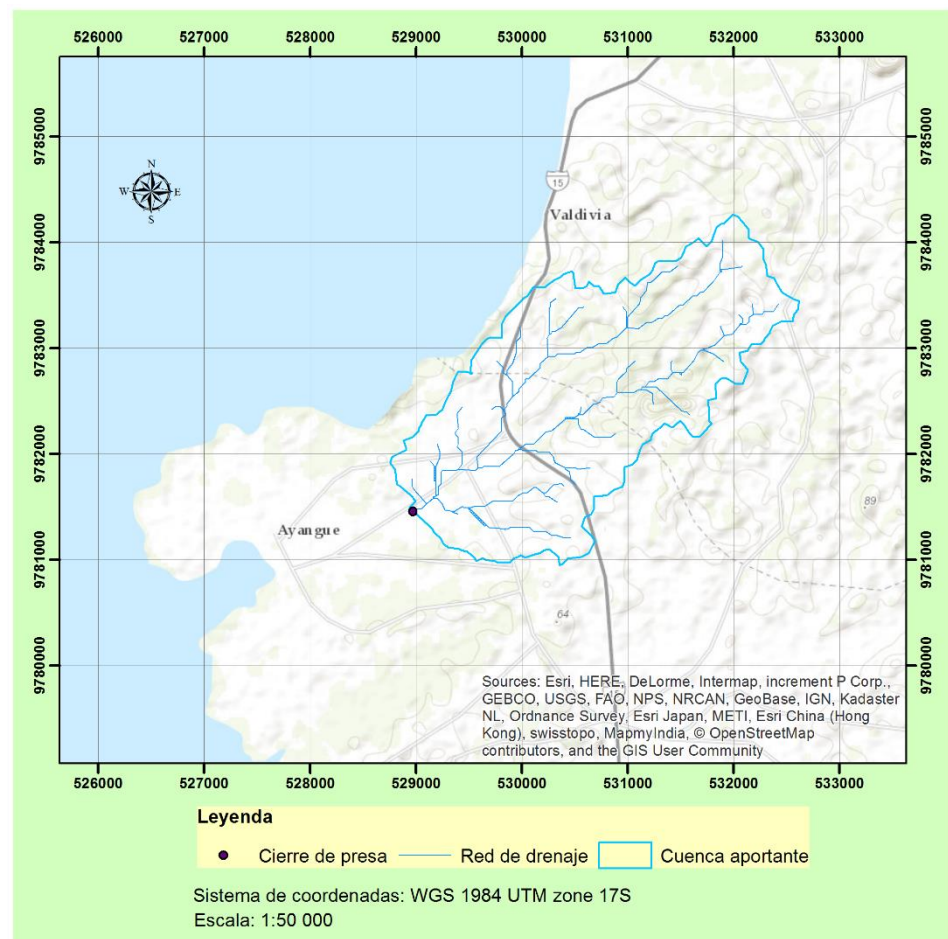
#### **4.3 Tipo de presa propuesta**

Se consideró la solución de presa tipo colinar constituyen una opción hidráulica particular que se aplica cuando las cuencas de drenaje no generan causes, es decir, que no existen ríos ni esteros permanentes. En este caso, cuando ocurren las lluvias el agua se acumula en la cuenca de drenaje y se desplaza a las partes más bajas sin formar canales de drenaje; sin embargo, este flujo generado puede ser acumulado y almacenado por una presa colinar.

Este tipo de presa posee taludes muy estables con la eventual capacidad de permitir pequeños desbordes, ya que las presas son de poca altura (máx. 10m).

### 4.3.1 Hidrología e hidráulica

Se analizaron las características de la cuenca aportante al reservorio con la ayuda del software ArcMap 10.2.2.



**Figura 4.17** Cuenca y red de drenaje.  
**Fuente:** Rodríguez, M., Salazar, R., 2017

Luego de delimitada la cuenca aportante se procedió a determinar las características más importantes de la misma con la extensión Arc Hydro Tools para ArcMap.

Entre los parámetros más importantes obtenidos tenemos: área, mayor longitud de drenaje y pendiente promedio de la cuenca. En la tabla siguiente se muestran los resultados obtenidos.

**Tabla XII.** Características de la cuenca de aporte.

<b>Área</b>	6.23 km <sup>2</sup>
<b>Mayor longitud de drenaje</b>	5.18 km
<b>Ancho promedio</b>	1.20 km
<b>Factor de forma</b>	0.23
<b>Pendiente media</b>	13.50%

**Fuente:** Rodríguez, M., Salazar, R., 2017

Luego de determinados estos parámetros, se determinó la inundación de diseño para el proyecto. El mínimo intervalo de recurrencia recomendado para esta inundación debe estar entre 100 y 10 000 años (French Committee on Large Dams, 2002).

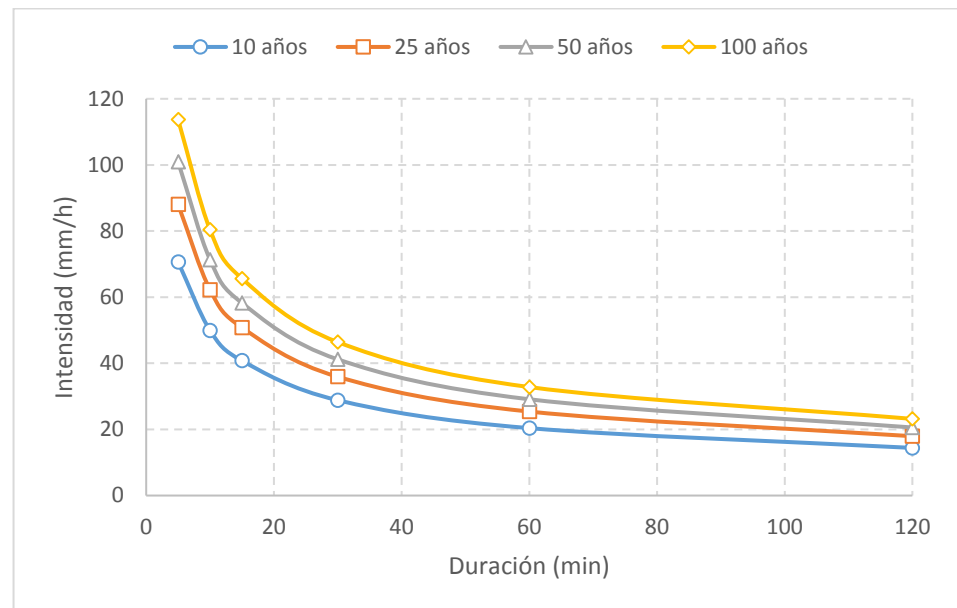
Para este análisis, se graficaron las curvas Intensidad-Duración-Frecuencia (IDF) para la cuenca de estudio. Los datos de precipitación se obtuvieron de la estación pluviométrica Colonche, la

más cercana a la cuenca, y de mediciones satelitales realizadas por la misión GPM de la NASA. Se contó con un total de 16 mediciones de precipitación máxima anual con duración de 24 horas para el período 1990-2017. Se empleó la distribución Gumbel Tipo I para determinar las precipitaciones máximas para distintos intervalos de recurrencia y varias duraciones de lluvia.

**Tabla XIII.** Intensidad de lluvia para varios períodos de retorno.

<i>Intensidad (mm/h)</i>				
Duración (min)	Período de retorno (años)			
	<b>10</b>	<b>25</b>	<b>50</b>	<b>100</b>
5	70.7	88.0	100.9	113.7
10	49.9	62.2	71.3	80.4
15	40.8	50.8	58.2	65.6
30	28.8	35.9	41.2	46.4
60	20.4	25.4	29.1	32.8
120	14.4	18.0	20.6	23.2
180	11.8	14.7	16.8	19.0
360	8.3	10.4	11.9	13.4
720	5.9	7.3	8.4	9.5
1440	4.2	5.2	5.9	6.7

**Fuente:** Rodríguez, M., Salazar, R., 2017

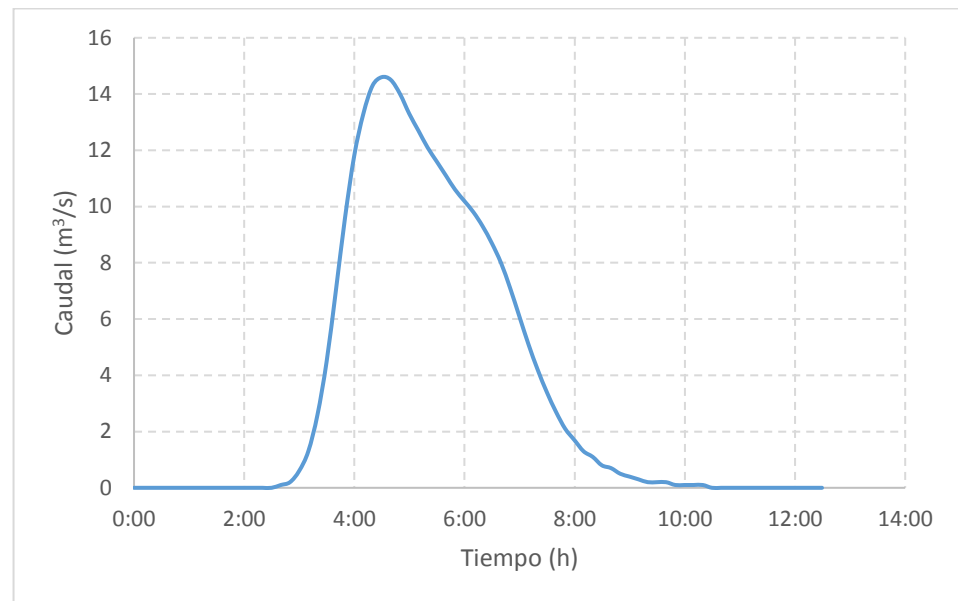


**Figura 4.18** Curvas IDF de la cuenca.  
**Fuente:** Rodríguez, M., Salazar, R., 2017

A continuación, se determinó el caudal de diseño mediante un modelo en el software HEC-HMS 4.2.1. Para la modelación de la cuenca aportante se tomaron las siguientes consideraciones:

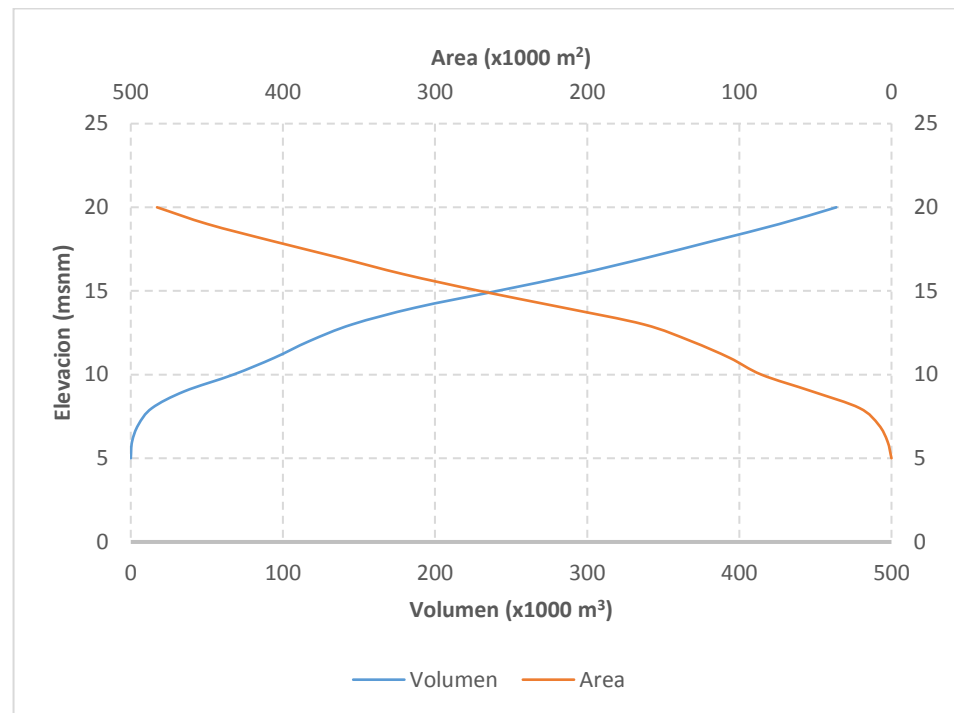
- Se utilizó el Método NRCS para abstracciones. Se estima  $CN=74$  para pastizales en condiciones óptimas, grupo C.
- Se optó por el hidrograma adimensional NRCS como método de transformación. Se calculó un tiempo de retraso de 66 min.
- Se consideró una tormenta de diseño con un período de retorno de 100 años y una duración de 6 horas.

Luego de correr la simulación se obtuvo un caudal pico de diseño de  $14.60 \text{ m}^3/\text{s}$ .



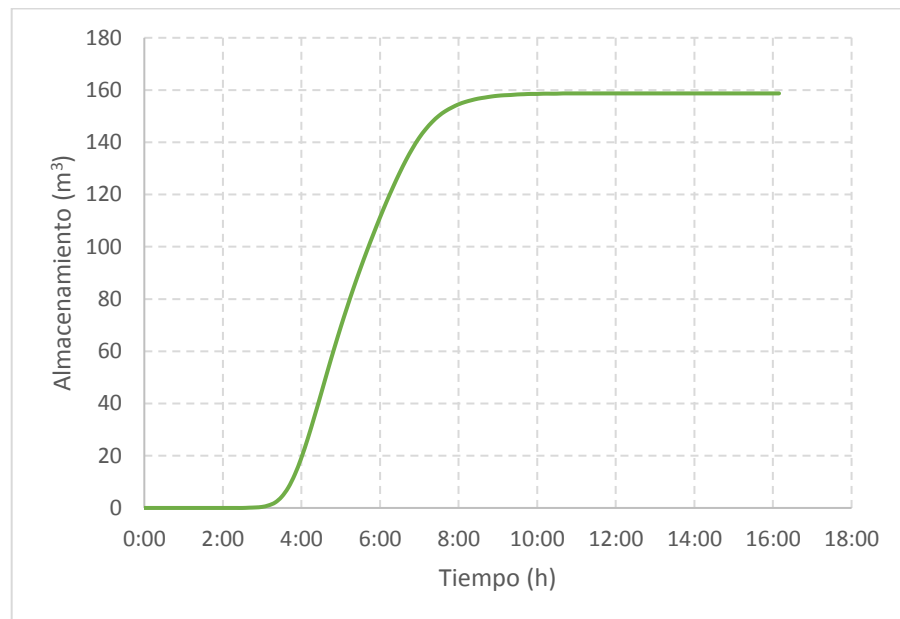
**Figura 4.19** Hidrograma de escorrentía directa.  
**Fuente:** Rodríguez, M., Salazar, R., 2017

Para determinar la posible capacidad del embalse, se elaboraron las curvas de Área-Volumen-Elevación, considerando para ello el modelo de elevación digital disponible de la zona.



**Figura 4.20** Curvas Área-Volumen-Elevación  
**Fuente:** Rodríguez, M., Salazar, R., 2017

Finalmente, se definió el reservorio en el modelo considerando la curva de Almacenamiento-Descarga con y sin aliviadero de la presa. Como resultado se obtuvo un almacenamiento máximo de  $158.7 \text{ m}^3$  cuando ocurre la avenida de diseño en el caso sin aliviadero.



**Figura 4.21** Curva de almacenamiento del reservorio.  
**Fuente:** Rodríguez, M., Salazar, R., 2017

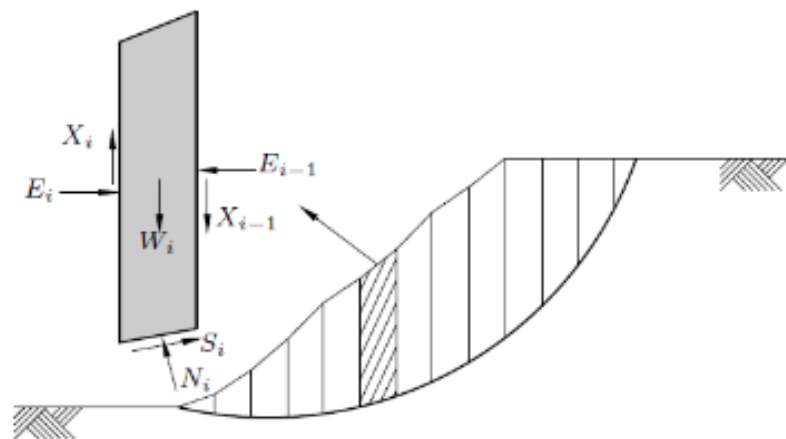
Usando la curva de Elevación-Volumen para este almacenamiento, se obtiene una cota de máximo embalse de 13.5msnm.

#### 4.3.2 Estabilidad de taludes

Se realizó un análisis considerando el talud como finito. En este caso, el análisis de estabilidad de talud de la presa fue realizado mediante métodos de equilibrio límite. Los métodos del equilibrio límite consideran la masa potencial de falla como un cuerpo libre y aplican las ecuaciones de equilibrio global. Actualmente, la mayoría de métodos de equilibrio límite dividen a la masa potencial de falla en un número finito de dovelas.



Luego, las ecuaciones de equilibrio de fuerzas y/o momentos son aplicadas a cada dovela. Generalmente, dovelas verticales son empleadas para dividir la masa de suelo, sin embargo, dovelas horizontales o inclinadas han sido usadas en algunas aplicaciones. (Iñiguez, 2011)

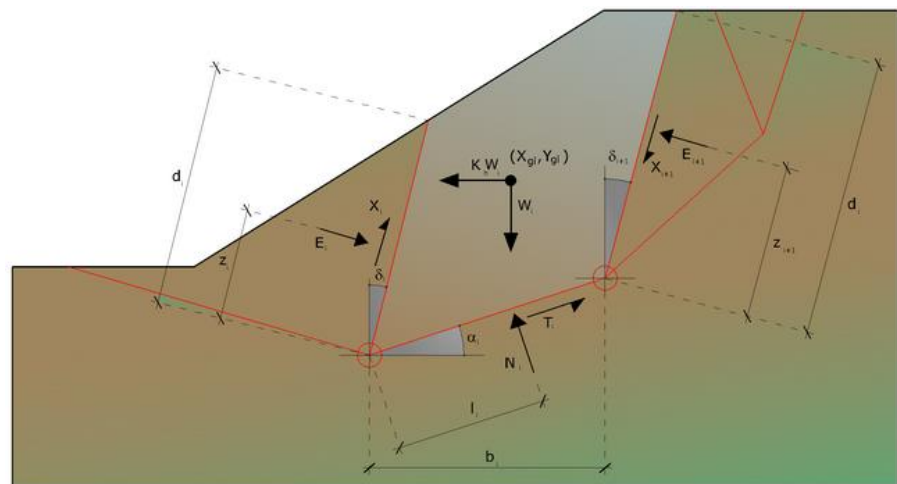


**Figura 4.22** Masa deslizante dividida en dovelas verticales y fuerzas internas entre dovelas.

**Fuente:** Iñiguez, 2011

Se llevó a cabo un análisis mediante la aplicación método de Sarma, el cual permite determinar la aceleración sísmica horizontal necesaria para que la masa de terreno, delimitada por la superficie de deslizamiento y por el perfil topográfico, alcance el estado de equilibrio límite y, al mismo tiempo, permite obtener el factor de seguridad.

Se trata de un método basado en el principio del equilibrio límite y de las franjas. Por lo tanto, se considera el equilibrio de una masa potencial de terreno en deslizamiento subdividida en  $n$  franjas verticales de espesor suficientemente pequeño como para asumir que el esfuerzo normal  $N_i$  obra en el punto medio de la base de la franja. (GeoStru software, 2015)



**Figura 4.23** Acciones en la  $i$ -ésima rebanada, método de Sarma  
**Fuente:** GeoStru software, 2015

El ángulo de fricción y la cohesión son los parámetros para determinar la resistencia al corte según el criterio de falla lineal de Mohr-Coulomb.

### **4.3.3 Software GALENA**

Para el análisis del talud de la presa colinar se utilizó el software GALENA versión 6.11, el cual es un sistema de análisis de estabilidad de pendientes, lo que permite analizar la estabilidad del terreno y la pendiente de forma rápida y precisa, utilizando modelos que simulan las condiciones reales.

GALENA incorpora tres métodos de análisis de estabilidad para poder evaluar problemas de estabilidad de suelo y pendiente tanto en suelos como en rocas:

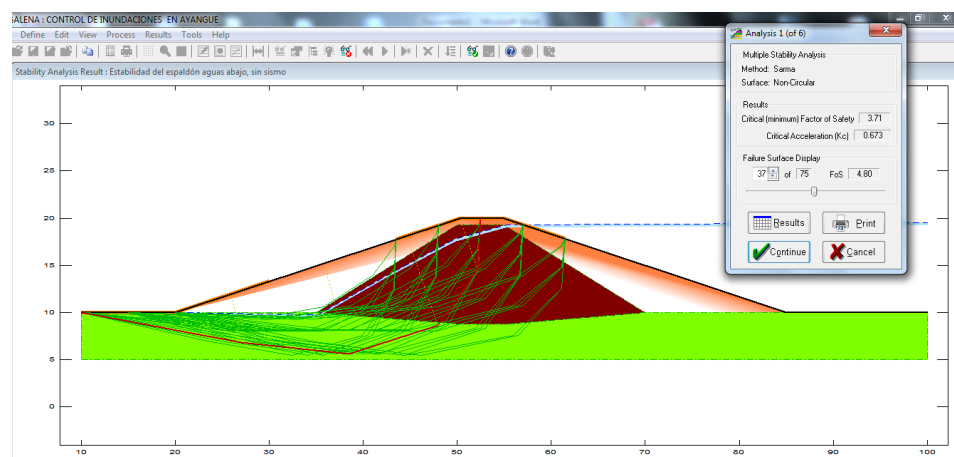
- El método BISHOP Simplificado para superficies de fallas circulares.
- El método SPENCER-WRIGHT para superficies de fallas circulares y no circulares
- El método SARMA para problemas en los que se requieren rodajas no verticales o para problemas de estabilidad más complejos. (Clover Associates, 2017)

### **4.3.4 Modelación en software GALENA**

La modelación se efectuó para un análisis en condiciones estáticas, es decir sin considerar sismo.

Para esta condición, la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC-SE-GC, 2015), indica que el factor de seguridad (FS) debe ser mayor o igual a 1.5. Por otro lado, para condiciones pseudo-estáticas, considerando fuerzas sísmicas, la NEC recomienda que el FS sea mayor o igual a 1.05.

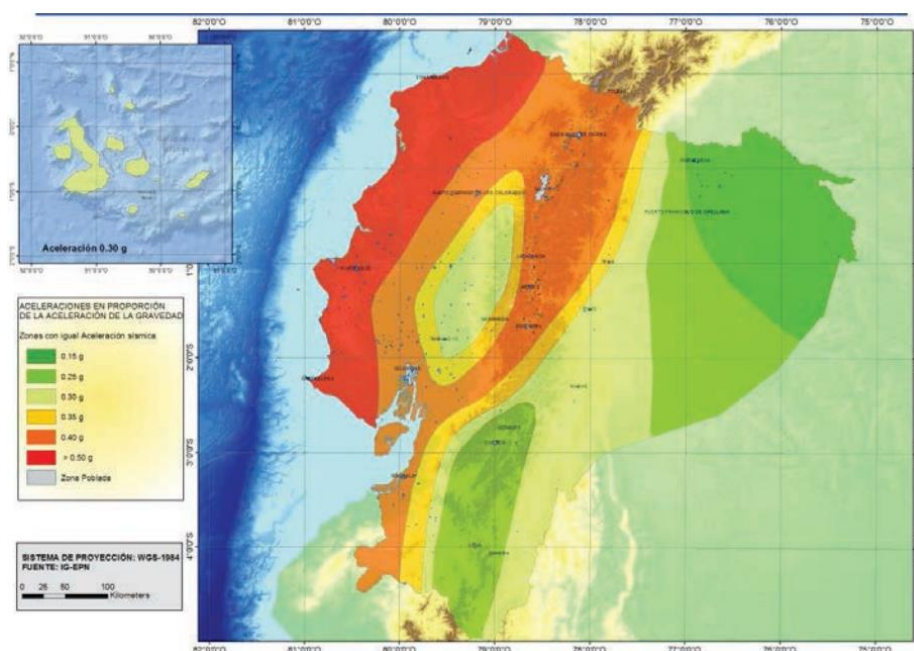
A continuación, se presenta el gráfico aguas abajo en condiciones estáticas, en la cual se puede observar un FS de 3.71, indicando que el talud es estáticamente estable.



**Figura 4.24** Modelación en el software GALENA del talud de la presa aguas abajo en condiciones estáticas

**Fuente:** Rodríguez, M., Salazar, R., 2017

La comuna de Ayangue se encuentra en la zona sísmica VI, en la cual la aceleración máxima del suelo (PGA) es de 0.5g según la NEC 2015. El peligro sísmico en esta zona es muy alta.



**Figura 4.25** Ecuador, zonas sísmicas para propósitos de diseño y valor del factor de zona Z  
**Fuente:** NEC 2015

**Tabla XIV.** Valores del factor Z en función de la zona sísmica adoptada

Zona sísmica	I	II	III	IV	V	VI
Valor factor Z	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	>0.5
Caracterización del peligro sísmico	Intermedia	Alta	Alta	Alta	Alta	Muy alta

**Fuente:** NEC 2015

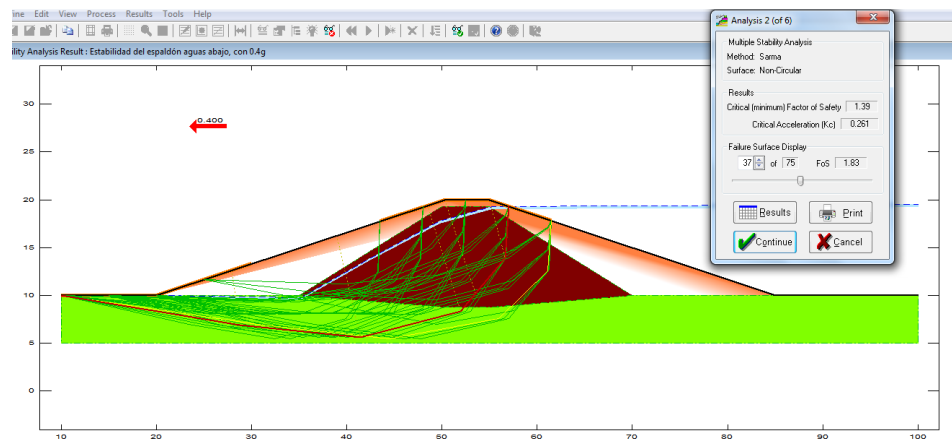
Para el análisis pseudo-estático el coeficiente lateral sísmico ( $Kh$ ) según la NEC 2015 comprende del 60% del valor de la aceleración máxima del suelo (PGA).

$$Kh = 0.6 * PGA$$

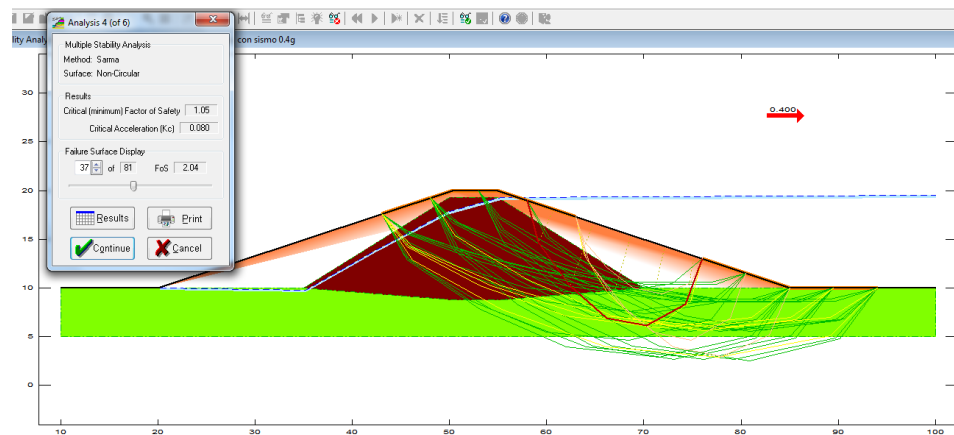
$$Kh = 0.6 * 0.5$$

$$Kh = 0.3$$

Por ser conservadores, se utilizó el valor de 0.4. A continuación se presentan los siguientes gráficos en donde se puede observar que para aguas abajo el FS es de 1.39 mientras que aguas arriba el FS tiene un valor de 1.05, lo cual garantiza la estabilidad del talud siendo cantidades mayores o iguales a 1.05 según lo recomendado por la NEC.



**Figura 4.26** Modelación en el software GALENA del talud de la presa aguas abajo en condiciones pseudo-estáticas  
**Fuente:** Rodríguez, M., Salazar, R., 2017



**Figura 4.27** Modelación en el software GALENA del talud de la presa aguas arriba en condiciones pseudo-estáticas  
**Fuente:** Rodríguez, M., Salazar, R., 2017

#### 4.3.5 Asentamientos

Para el diseño del embalse no se realizó un análisis de asentamientos debido a que no se realizaron ensayos de consolidación. Sin embargo, se puede estimar que los asentamientos en la presa no tendrán una magnitud importante como resultado de la poca altura del terraplén y extensa área de apoyo de la cimentación. De acuerdo con las observaciones en proyectos anteriores puede asumirse un asentamiento máximo de 25 cm, por lo que se debe prever que durante la construcción de la presa se compacte una capa adicional de 25 cm en la corona de la misma para de esta forma mantener la cota de corona con la que inicialmente fue diseñado el embalse.

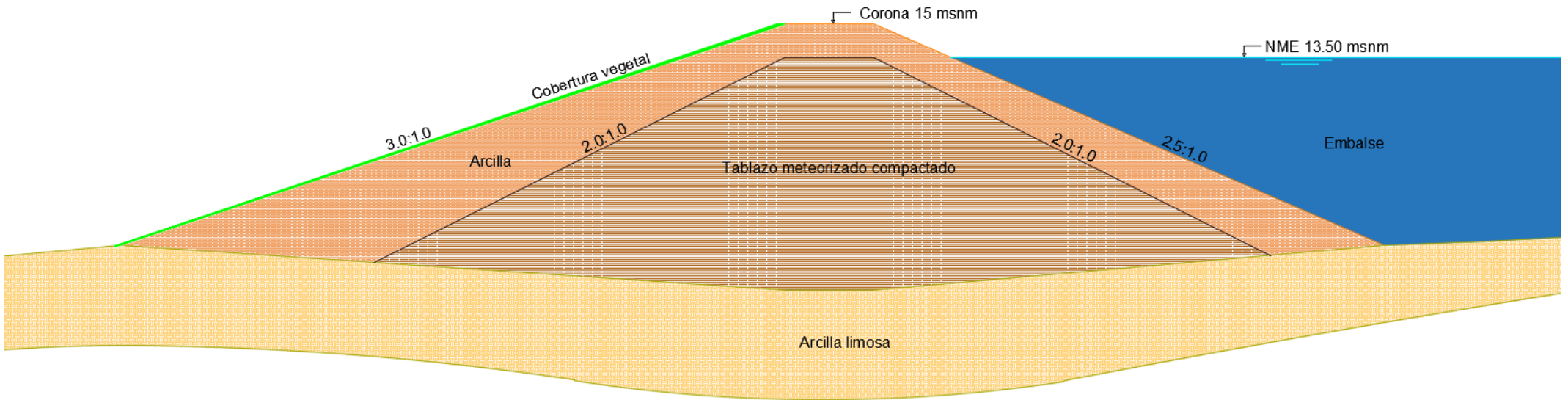
Además, como medida de mitigación de los asentamientos, la excavación de la cimentación de la presa fue diseñada en forma de una “V” muy amplia. Con esta solución no solo se logra el empotramiento del cuerpo del terraplén, sino también minimizar los asentamientos con la eliminación del volumen de arcilla orgánica superficial, el cual es un material que tiende a asentarse.

#### **4.3.6 Estanqueidad del embalse**

Durante las observaciones de campo realizadas se determinó que existe una capa de suelos arcillosos impermeables con una profundidad no menor a 50 cm. Tal como fue mencionado anteriormente, se constató, además que a pesar de que en el sitio de presa existe una laguna de oxidación con una carga aproximada de 2 m sobre el nivel de la pista de aterrizaje de avionetas contigua al terraplén, no existe un flujo de agua de las lagunas hacia la pista, la cual es una plataforma excavada. Estas condiciones permiten asegurar las buenas condiciones de estanqueidad del embalse.

El cuerpo de la presa en sí mismo será impermeable debido a las características propias del material con el que será construido (arcillas impermeables) impidiendo así las posibles filtraciones que pudieran causar que la presa falle.





**Figure 4.28** Sección típica de las presas colinares  
**Fuente:** Rodríguez, M., Salazar, R., 2017

## 4.4 Diseño geométrico de vías

### 4.4.1 Levantamiento topográfico

Para este trabajo se utilizó un GPS GARMIN modelo 76CSx, iniciando desde el acceso a la comuna de Ayangue hasta el resort Cumbres de Ayangue. Las coordenadas se registraron cada 20 m en tangentes y cada 10 m en curvas, además, se realizaron mediciones de ancho de calles. También se tomaron puntos en las calles dentro de la ciudadela de APESPOL.



#### Leyenda

- Levantamiento Calles APESPOL
- Levantamiento Vía Cumbres

Sistema de coordenadas: WGS 1984 UTM zone 17S  
Escala: 1:10 000

**Figura 4.28** Levantamiento topográfico  
**Fuente:** Rodríguez, M., Salazar, R., 2017

La vía de acceso al resort Cumbres de Ayangue tiene un ancho de 6 m. La calle no está pavimentada y presenta huecos e irregularidades en la mayor parte de su longitud. Se pudo apreciar que esta vía presenta problemas de infiltración en el tramo donde se acumula el agua producto de la lluvia durante la etapa invernal.



**Figura 4.29** Huecos e irregularidades en el camino hacia el resort  
**Fuente:** Rodríguez, M., Salazar, R., 2017

En el caso de las ciudadelas de APESPOL, la mayoría de calles se encuentran adoquinadas; sin embargo, se observan algunas zonas de hundimiento. Se cree que la causa de este problema es el lavado de finos en el terraplén. Las calles tienen un ancho de 6 m y la pendiente de la calle de acceso a la ciudadela es un tanto fuerte.

#### 4.4.2 El proceso de diseño

El proceso de diseño geométrico es la etapa en donde se definen todas las características de la estructura vial en sus tres dimensiones, planta, alzado, sección transversal, facilidades de circulación y los elementos necesarios para la seguridad vial.

Estas características están ligadas a la función jerárquica de la vía dentro de la red, a las condiciones de los usuarios, a la mecánica de los vehículos y a los requerimientos geométricos de las vías. Estos requerimientos se determinan en función de un volumen de tráfico y de un nivel de servicio correspondiente a un año horizonte.

#### 4.4.3 Tipo de vía

Según la NEVI-12 las carreteras del Ecuador se pueden clasificar de la siguiente manera:

- Por su capacidad (en función del TPDA)

**Tabla XV.** Clasificación de carreteras de 2 carriles según su capacidad

Descripción	Clasificación funcional	TPDA al año de horizonte	
		Límite inferior	Límite superior
Carretera de 2 carriles	C1	1000	8000
	C2	500	1000
	C3	0	500

**Fuente:** Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2013

- Por su jerarquía en la red vial
  - ✓ Corredores arteriales
  - ✓ Vías colectoras
  - ✓ Caminos vecinales
- Por sus condiciones orográficas

**Tabla XVI.** Clasificación de carreteras según sus condiciones orográficas

Tipo de relieve	Máxima inclinación media
Llano	$i \leq 5$
Ondulado	$5 < i \leq 15$
Accidentado	$15 < i \leq 25$
Muy accidentado	$25 < i$

**Fuente:** Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2013

- Por el número de calzadas
  - ✓ Carreteras de calzadas separadas
  - ✓ Carreteras de calzada única
- Por el tipo de superficie de rodamiento
  - ✓ Pavimentos flexibles
  - ✓ Pavimentos rígidos
  - ✓ Afirmados
  - ✓ Superficie natural

De acuerdo con estas directrices, las vías a diseñar se han clasificado de la siguiente forma:

Por su capacidad, las vías se han clasificado como carreteras de 2 carriles del tipo C3, ya que para el proyecto se ha estimado un TPDA de diseño menor a 500 vehículos.

Por sus condiciones orográficas, el tipo de terreno en el que se asentarán las vías se define como ondulado.

Por el número de calzadas, las vías son del tipo con calzada única.

Finalmente, de acuerdo con la superficie de rodamiento, serán vías de pavimento flexible.

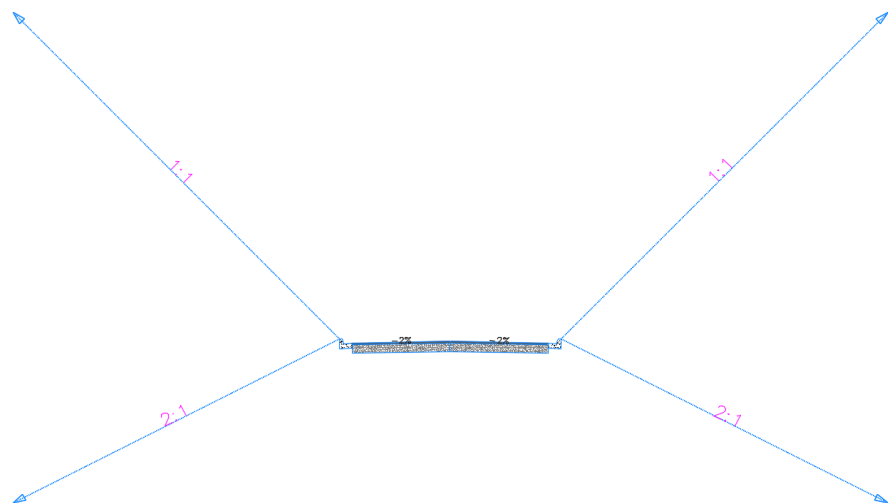
#### **4.4.4 Velocidad de diseño**

Este es sin duda uno de los parámetros más importantes para el diseño geométrico de una vía. Se define como la velocidad a la que un vehículo puede circular en una carretera en condiciones de seguridad. Esta velocidad depende del volumen de tráfico y del tipo de terreno.

Se decidió utilizar una velocidad de 40 km/h como adecuada para el diseño debido a las condiciones del terreno, ubicación y capacidad de tráfico de las calles objeto del estudio.

#### 4.4.5 Sección típica adoptada

La sección transversal típica a adoptarse para una carretera depende de los parámetros indicados en las normas de diseño. Para esta selección deben tomarse en cuenta el beneficio y seguridad de los usuarios, así como los costos de mantenimiento.



**Figura 4.30** Sección típica de la vía  
**Fuente:** Rodríguez, M., Salazar, R., 2017

#### 4.4.6 Alineamiento horizontal

El alineamiento horizontal es la proyección de la vía en el plano. Los elementos que integran esta proyección son las tangentes (rectas) y las curvas, ya sean estas circulares o de transición.

La proyección del eje en un tramo recto define la tangente y el enlace de dos tangentes consecutivas de rumbos diferentes se efectúa por medio de una curva.

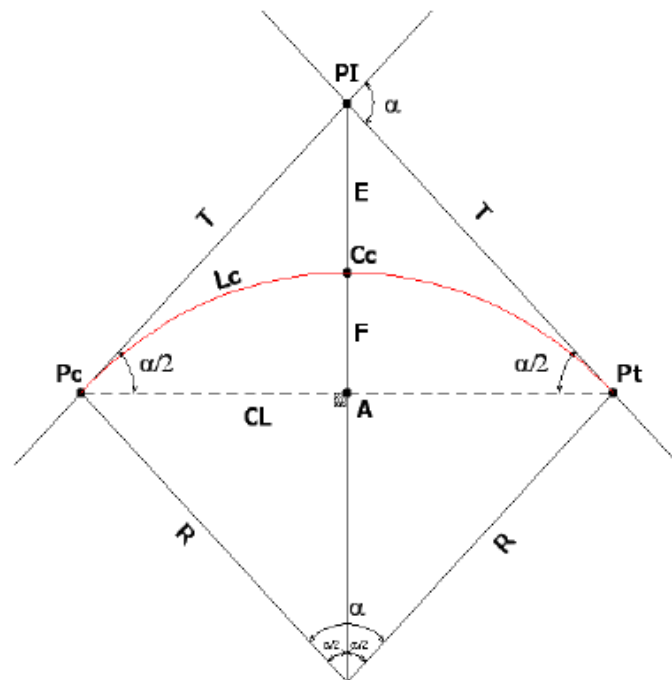
El establecimiento del alineamiento horizontal depende de: la topografía, características hidrológicas del terreno, las condiciones del drenaje, las características técnicas de la subrasante y el potencial de los materiales locales (Ministerio de Obras Públicas, 2003).

#### **4.4.6.1 Curvas horizontales**

Son arcos de circunferencia que enlazan las tangentes. Estas pueden ser simples (circulares) o compuestas (de transición). El uso de uno u otro tipo de curva horizontal depende de las condiciones del terreno y el cumplimiento de normas de seguridad.

**Curva circular simple:** Es un arco de circunferencia definido únicamente por un radio. Este tipo de curva presenta los siguientes elementos:





**Figura 4.31** Elementos de una curva circular simple  
**Fuente:** Rosales & Soledispa, 2008

Donde,

PI: Punto de intersección de la prolongación de tangentes

$\alpha$ : Ángulo de deflexión de tangentes

R: Radio de curva circular

Pc: Punto donde empieza la curva

Pt: Punto donde termina la curva

E: External de la curva

F: Flecha de la curva

T: Tangente de curva circular

Lc: Longitud de curva

CL: Cuerda larga

Cc: Punto medio del arco circular

Para una velocidad de diseño de 40 km/h y dependiendo del peralte máximo, el MTOP presenta los siguientes valores de radio mínimo para una curva circular.

**Tabla XVII.** Radio mínimo de curva circular para una velocidad de diseño de 40 km/h

<b>Peralte máximo</b>	<b>Radio mínimo</b>	
	<i>Calculado</i>	<i>Recomendado</i>
e=0.08	50.4	50
e=0.06	54.8	55
e=0.04	60	60

**Fuente:** Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2013

Para el diseño se consideró un peralte máximo del 4% por lo que el radio mínimo para las curvas circulares simples se determinó en 60 m. Sin embargo, se recomienda usar valores mucho mayores a este teniendo en cuenta las condiciones de seguridad del conductor.

#### 4.4.6.2 Peralte

Cuando un vehículo ingresa a una curva sin peralte, la fricción entre los neumáticos y la superficie de rodamiento es la única fuerza que permite al auto describir una trayectoria

circular. Si la velocidad del vehículo es mayor a la permitida esta única fuerza no es suficiente y se producen accidentes, por lo que se requiere de una fuerza adicional.

El peralte consiste en dar una inclinación adicional a la calzada, de manera que la componente horizontal de la fuerza de contacto entre el automóvil y el pavimento contribuya a la de fricción, de manera que el vehículo pueda seguir una trayectoria circular, aunque su velocidad sea mayor. Con esto se consigue aumentar la seguridad de la vía disminuyendo la probabilidad de accidentes en curvas.

Para el proyecto se consideró un peralte máximo del 4% en las curvas más propensas a accidentes. En las curvas de menor importancia no se consideró peralte.

#### **4.4.7 Alineamiento vertical**

El perfil vertical de una carretera es tan importante como el alineamiento horizontal. Debe estar en relación directa con la velocidad de diseño, las curvas horizontales y el movimiento de tierras.

En ningún caso se debe sacrificar el perfil vertical para obtener buenos alineamientos horizontales (Ministerio de Obras Públicas, 2003).

#### **4.4.7.1 Pendientes**

Las gradientes o pendientes longitudinales que adoptarse dependerán mucho de la topografía del terreno. Siempre se debe dar preferencia al uso de gradientes bajos para facilitar la conducción de los vehículos a una velocidad razonable.

La NEVI-12 recomienda diseñar con pendientes no menores al 0.5% y no mayores al 9% para una velocidad de diseño de 40 km/h.

#### **4.4.7.2 Curvas verticales**

Los tramos inmediatos de rasante serán vinculados mediante curvas verticales parabólicas siempre que la diferencia de pendientes entre ambos tramos sea mayor al 1%. Se deberá tener en cuenta las condiciones de visibilidad del conductor para asegurar su seguridad y confort durante el trayecto. Las curvas verticales pueden ser cóncavas o

convexas dependiendo del cambio de pendiente longitudinal del trazado.

Para la determinación de la longitud de curvas verticales se eligió un índice de curvatura (K) adecuado. La longitud de curva será igual al producto del índice K por el valor absoluto de la diferencia algebraica de las pendientes (A).

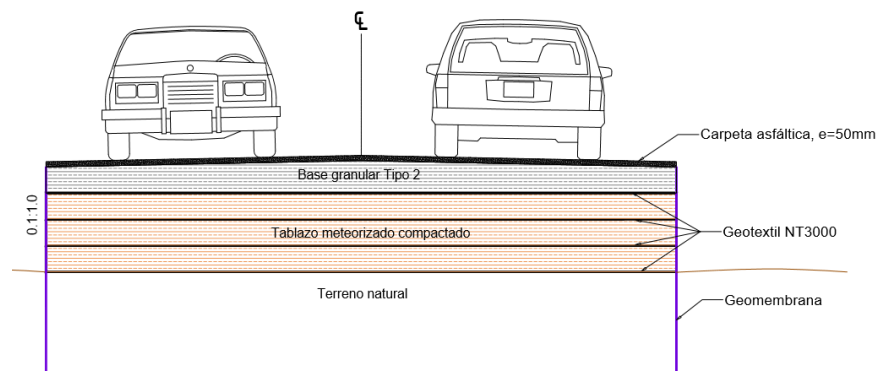
Para una velocidad de diseño de 40 km/h, la NEVI-12 recomienda usar un índice de curvatura de 3.8 cuando la longitud de curva vertical es controlada por la distancia de visibilidad de frenado (50 m), o de 84 cuando la longitud es controlada por la distancia de visibilidad de adelantamiento (270 m), para calcular curvas verticales convexas. Para el caso de curvas verticales cóncavas, la norma recomienda usar un índice K de 9 con una longitud de curva controlada por la distancia de visibilidad de frenado (50 m).

## 4.4.8 Soluciones viales especiales

### 4.4.8.1 Tierra armada

Consiste en un terraplén relleno 3 capas de 25 cm de altura del material tablazo meteorizado armado con geotextil no tejido. En los costados se coloca geomembrana NT3000 de 3mm de espesor para impermeabilizar el terraplén.

Esta solución permite fortalecer al terraplén mediante la acción de las aguas lluvias, puesto que estas aguas se infiltran deteriorando la vía por la formación de baches ocasionando daños a los vehículos que transitan usualmente por dicho lugar.



**Figura 4.32** Solución especial mediante el uso de tierra armada

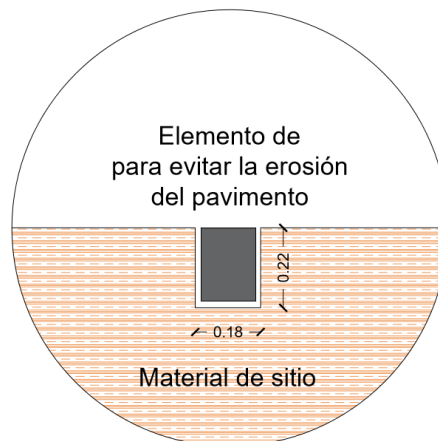
**Fuente:** Rodríguez, M., Salazar, R., 2017

#### **4.4.8.2 Bloqueo de flujo**

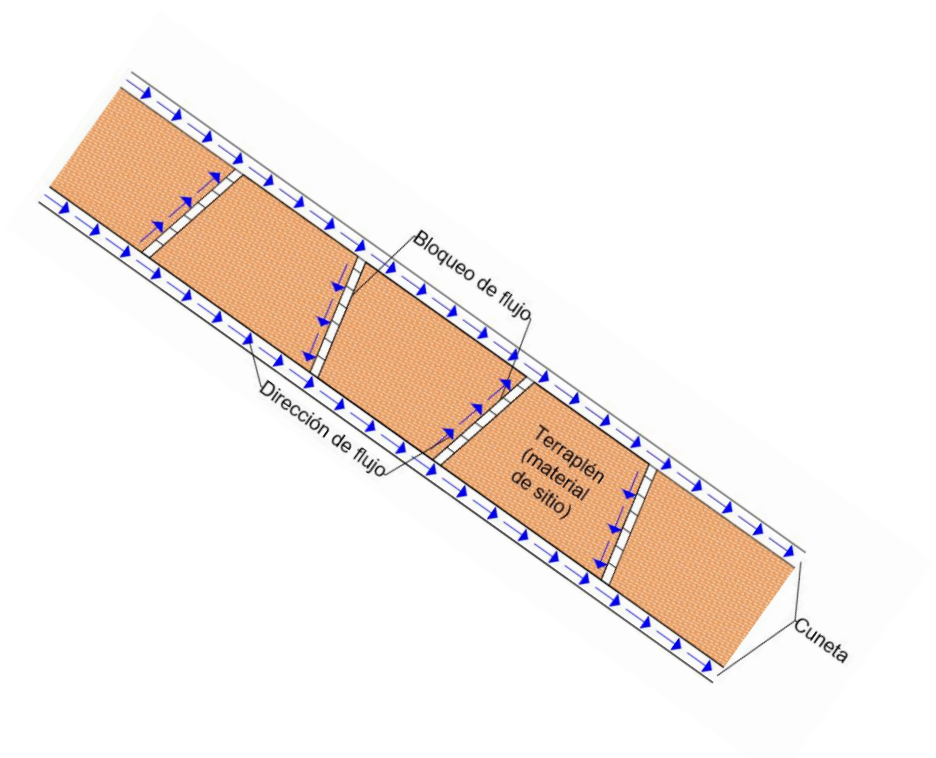
En el tramo de subida a la ciudadela APESPOL se tiene un terreno de fuerte pendiente que está conformado básicamente por areniscas con micro brechas porosas permeables. Si bien los materiales mencionados poseen resistencia portante, se tiene el problema de que permiten el flujo dada su permeabilidad.

Como se ha observado en otros casos el flujo superficial genera erosión en la subrasante, formando espacios vacíos que a la vez provocan asentamientos de la calzada.

Por las razones antes expuestas se propone construir bloqueos de flujo, que son prismas de 40x20x15cm de largo, alto y ancho respectivamente. Para lograr este objetivo se debe utilizar bloques de hormigón tipo roca fuerte los cuales deben ser colocados con además se debe de disponer de pequeñas zanjas de 18 cm de ancho y 22 cm de profundidad cada 10 m.



**Figura 4.33** Solución especial bloqueo de flujo  
Fuente: Rodríguez, M., Salazar, R., 2017



**Figura 4.34** Esquema de funcionamiento del bloqueo de flujo.  
Fuente: Rodríguez, M., Salazar, R., 2017



# **CAPÍTULO 5**

## **ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL**

## **5.1 Antecedentes**

El presente capítulo corresponde al estudio de impacto ambiental de la solución planteada al control de inundaciones en la comuna de Ayangue. Se debe tener en cuenta que toda obra, de una u otra manera, afecta al medio ambiente y es fundamental identificar cuáles de estas actividades pueden ocasionar daños, con la finalidad de disminuir y prevenir riesgos al momento de la ejecución del proyecto.

Se debe tener presente que la correcta aplicación de las políticas existentes de manejo ambiental da como resultado beneficios permanentes para el bienestar de la población, ya que de esta manera se garantiza el cuidado y la sostenibilidad del medio donde se desarrollan todas sus actividades.

## **5.2 Objetivos**

### **5.2.1 Objetivo general**

Estudiar los impactos ambientales que se pueda generar al momento de la construcción de la presa colinar y vía de acceso.

### **5.2.2 Objetivos específicos**

- Reconocer las actividades que ocasionan un impacto negativo al medio ambiente.

- Determinar el recurso natural más afectado por el desarrollo del proyecto.
- Desarrollar un plan de manejo ambiental que mitigue las afectaciones en el ambiente a causa de las actividades a ejecutarse.

### 5.3 Marco legal

Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria (TULAS)

LIBRO IV, "DE CALIDAD AMBIENTAL", TÍTULO IV, DEL CONTROL AMBIENTAL:

**Art. 58.-** Estudio de Impacto Ambiental. - Toda obra, actividad o proyecto nuevo o ampliaciones o modificaciones de los existentes, emprendidos por cualquier persona natural o jurídica, públicas o privadas, y que pueden potencialmente causar contaminación, deberá presentar un Estudio de Impacto Ambiental, que incluirá un plan de manejo ambiental, de acuerdo con lo establecido en el Sistema Único de Manejo Ambiental (SUMA). El EIA deberá demostrar que la actividad estará en cumplimiento con el presente Libro VI De la Calidad Ambiental y sus normas técnicas, previa a la construcción y a la puesta en funcionamiento del proyecto o inicio de la actividad.

**Art. 59.-** Plan de Manejo Ambiental. - El plan de manejo ambiental incluirá entre otros un programa de monitoreo y seguimiento que ejecutará el regulado, el programa establecerá los aspectos ambientales, impactos y parámetros de la organización, a ser monitoreados, la periodicidad de estos monitoreos, la frecuencia con que debe reportarse los resultados a la entidad ambiental de control. El plan de manejo ambiental y sus actualizaciones aprobadas tendrán el mismo efecto legal para la actividad que las normas técnicas dictadas bajo el amparo, del presente Libro VI De la Calidad Ambiental.

**Art. 84.-** Responsabilidad por Descargas, Emisiones y Vertidos. - Las organizaciones que recolecten o transporten desechos peligrosos o especiales, brinden tratamiento a las emisiones, descargas, vertidos o realicen la disposición final de desechos provenientes de terceros, deberán cumplir con el presente Libro VI De la Calidad Ambiental y sus normas técnicas. Así mismo, deberán obtener las autorizaciones administrativas ambientales correspondientes de parte de la entidad ambiental de control. El productor o generador de descargas, emisiones o vertidos, no queda exento de la presente disposición, y deberá responder conjunta y solidariamente con las organizaciones que efectúen para él las acciones referidas en este artículo. La responsabilidad es solidaria e irrenunciable.

LIBRO VI: “DE LA CALIDAD AMBIENTAL”, TÍTULO VII, DEL CAMBIO  
CLIMÁTICO:

Anexo 1: Norma de la calidad ambiental y de descarga de efluentes:  
Recurso Agua.

Anexo 2: Norma de calidad ambiental del recurso suelo y criterios de  
remediación para suelos contaminados.

Anexo 3: Norma de emisiones al aire desde fuentes fijas de combustión.

Anexo 4: Norma de la calidad del aire.

Anexo 5: Límites permisibles de niveles de ruido para fuentes fijas y  
fuentes móviles, y para vibraciones.

Anexo 6: Norma de calidad ambiental para el manejo y disposición final de  
desechos sólidos no peligrosos.

Anexo 7: Listados nacionales de productos químicos prohibidos peligrosos  
y de uso severamente restringidos que se utilicen en el Ecuador.

LEY ORGÁNICA DE LA SALUD

La prohibición general de eliminar hacia el aire, el suelo o las aguas, los residuos sólidos, líquidos o gaseosos, sin previo tratamiento que los conviertan en ofensivos para la salud, determinando que los reglamentos y disposiciones correspondientes a las molestias públicas ocasionada por el manejo ambiental inadecuado, tales como: olores desagradables, humos, gases tóxicos, polvo atmosférico, emanaciones y otras, establecidos y sancionados por la autoridad de salud. A la calidad sanitaria del agua, se prohíbe la descarga, directa o indirectamente sustancias nocivas o indeseables en forma tal, que puedan contaminar o afectar y obstruir, sea total o parcialmente los cuerpos de agua y las vías de suministros de las misma, estableciendo que la interrupción, obstrucción, daño o destrucción intencional de los sistemas de eliminación de excretas, residuos industriales, aguas servidas o pluviales, siendo sancionados de conformidad a las disposiciones de la Ley.

#### **5.4 Descripción general del área de estudio**

La comuna de Ayangue se encuentra localizada en la provincia de Santa Elena, pertenece a la parroquia Colonche. Sus habitantes se dedican principalmente al turismo, su encantadora playa y sus especialidades culinarias hace de este lugar un atractivo para los turistas. El clima de comuna es cálido.

El sistema de abastecimiento de agua potable se lo realiza por medio de tanqueros y las aguas servidas se las evacua por medio de letrinas. El servicio de energía eléctrica cubre a toda la población, pero todavía existen ligeras deficiencias. La información detallada sobre la zona de estudio se encuentra en el Capítulo 2.

### **5.5 Descripción de la línea base**

La línea base permite establecer la situación inicial del área en donde se va a ejecutar el proyecto. Es de gran utilidad efectuar un análisis de los impactos para reconocer los recursos que podrán ser afectados por las actividades a realizarse al desarrollar la obra.

La situación económica de la comuna de Ayangue no es la más favorable, puesto que la mayoría de la población se dedica al turismo, no toda la época del año es temporada alta de turistas y tienen que abastecerse de la agricultura y pesca. Además, las condiciones en las que se desenvuelven los habitantes no son las más adecuadas, se puede observar deficiencias muy marcadas en el aspecto de salud, educación, vías de acceso, recolección de desechos sólidos, abastecimiento de agua potable, etc.

De igual manera, debido a la carencia de un buen sistema de alcantarillado pluvial, la comuna es propensa a inundaciones, ocasionando la proliferación de mosquitos y daños a vías por infiltraciones.

La solución planteada es una presa colinar, que cubre mayoritariamente la cuenca que genera esta acumulación de agua. Las técnicas constructivas producen daños al medio ambiente, puesto que el desbroce y las excavaciones perjudican a la flora y fauna del lugar. Además, durante la reparación de la vía, material particulado y ruido ocasionan malestar a los habitantes.

Los principales elementos que se van a analizar son:

- Recurso agua: Alteración de la calidad de agua ante el posible riesgo de tener contacto con algún tipo de contaminante.
- Recurso suelo: Alteración de las características físicas y químicas del suelo por contaminación o por la generación de residuos durante el desarrollo del proyecto.



- **Recurso aire:** Alteración de la calidad del aire por la presencia de gases contaminantes y material particulado, además de la afectación por ruido de maquinarias a utilizar durante la construcción.
- **Factor socioeconómico:** Afectaciones al patrimonio cultural y social; riesgo en la seguridad de la población y animales en zonas aledañas a las instalaciones del proyecto. Además, de la generación o reducción de empleos por el desarrollo de la obra.
- **Flora y fauna:** Pérdida de biomasa al realizar el desbroce y desplazamiento de especies por la construcción y operación del proyecto.

### **5.6 Descripción de actividades a evaluar**

Dentro del proceso de ejecución del proyecto se encuentran actividades que generan impacto ambiental a la comuna debido a las técnicas de construcción que se implementarán. A continuación, se nombran dichas labores para la construcción de la presa colinar y la vía de acceso a la urbanización de la ESPOL y resort Las Cumbres.

**Tabla XVIII.** Actividades para evaluar en el estudio de impacto ambiental en la fase de construcción.

<b>FASE DE CONSTRUCCIÓN</b>	<b>PRESA COLINAR</b>	Desbroce
		Excavación con máquina
		Movimiento de tierra
		Operación de maquinaria
	<b>VÍA</b>	Trazado y Replanteo
		Excavación con máquina
		Movimiento de tierra
		Operación de maquinaria pesada
		Colocación de carpeta asfáltica

**Fuente:** Rodríguez, M., Salazar, R., 2017

### 5.7 Evaluación ambiental

La identificación y evaluación de impactos ambientales es un instrumento que permite predecir los impactos (positivos y negativos), sobre los factores ambientales que conforman el área de influencia en la que se desarrollará el proyecto. De esta manera con los resultados crear planes para prevenir y mitigar problemas que se presenten durante la ejecución del proyecto.

La metodología por seguir es usando las matrices de Leopold, de doble entrada en donde en las columnas se ubican los recursos ambientales que pueden ser afectados y en las filas se colocan las actividades capaces de alterar el ambiente. A continuación, la explicación de las matrices a utilizar.

- Matriz de intensidad (I)

Esta matriz cuantifica el grado con la que la actividad altera al ambiente. El valor numérico de la intensidad varía según la fuerza de la intensidad, si es alta los valores son de 10-7, si es media de 4-6 y si la intensidad es baja de 1-3. Si no genera impacto el valor es 0.

- Matriz de extensión (E)

Considera el área de influencia afectada por dicha actividad a evaluar, pudiendo ser esta puntual (1), local (5) o regional (10).

- Matriz de duración (D)

Es el tiempo en el cual el efecto del impacto se manifiesta, la escala de valoración de la duración es en años y se le otorga un valor de 10 si dura más de 10 años, un valor de 5 si dura entre 5 a 10 años y finalmente un valor de 1 si dura entre 0 a 5 años.

- Matriz de magnitud (M)

Una vez calculados estas variables se procede a asignarles factores los cuales deben de sumar uno. En este caso los factores son:

- ✓  $WI = 0.3$
- ✓  $WE = 0.3$
- ✓  $WD = 0.4$

La matriz magnitud es calculada mediante la siguiente iteración, que como resultado de la sumatoria acumulada de los valores obtenidos de las variables de intensidad (I), extensión (E) y duración (D), donde cada variable se multiplica por el valor de peso asignado.

$$Mi = \sum [(Ii * WI) + (Ei * WE) + (Di * WD)]$$

Luego se añade un signo positivo si es un impacto beneficioso o un signo negativo si el impacto es perjudicial.

- Matriz de riesgo (Rg)

Cuantifica la posibilidad real de que una actividad produzca un impacto sobre cualquier elemento del ambiente. Se considera como alto, valor de 10, si existe la certeza de que el impacto ocurra; medio, valor de 5, si existe cierta duda de que el impacto ocurra y baja, valor de 1, si no existe certeza de que el impacto ocurra.

- Matriz de reversibilidad (Rv)

Mide la posibilidad del entorno de regresar a su estado inicial una vez ocurrido el impacto.

La valoración es alta (1) si existe la posibilidad de que el impacto sea reversible de forma inmediata o a corto plazo; media (5) si el impacto es parcialmente reversible, es decir a largo y mediano plazo y finalmente baja (10) si el impacto es reversible a muy largo plazo.

- Matriz de VIA

Luego de obtener los valores descritos previamente, se procede a calcular la valoración del impacto ambiental (VIA) mediante la siguiente ecuación.

$$VIA = \sum (Rv^{WRv} * Rg^{WRg} * M^{WM})$$

En donde WRv, WRg y WM son los factores que se le asigna a cada matriz según su peso en el impacto. Se debe tener en cuenta que la suma de estos factores debe ser 1.

- ✓  $WM = 0.3$
- ✓  $WRg = 0.3$
- ✓  $WRv = 0.4$

Una vez obtenida la matriz de valoración, se han definido valores para jerarquizar los impactos, los cuales se muestran en la siguiente tabla.

**Tabla XIX.** Escala de valoración de jerarquía de los impactos ambientales

<b>Jerarquía</b>	<b>Rango</b>
Alto	10-7
Medio	6.99-4
Bajo	3.99-1

**Fuente:** Rodríguez, M., Salazar, R., 2017

A continuación, se presentan las matrices descrita anteriormente con las actividades a evaluar durante la etapa de construcción del proyecto.

**Tabla XX. Matriz de Intensidad**

Actividades		Recurso Agua		Recurso suelo	Recurso aire			Factores socioeconómicos	
		Superficial	Subterránea		Generación de gases	Material particulado	Ruido	Generación de empleo	Seguridad
Presa colinar	Desbroce	1	2	10	0	6	8	3	2
	Excavación con maquina	3	5	10	6	7	7	3	3
	Movimiento de tierra	3	5	10	6	5	5	3	4
	Operación de maquinaria	3	2	2	7	4	6	3	5
Vía	Trazado y Replanteo	0	0	2	0	2	3	2	1
	Excavación con maquina	3	5	10	6	7	7	3	3
	Movimiento de tierra	3	5	10	6	5	5	3	4
	Operación de maquinaria pesada	3	2	2	7	4	6	3	5
	Colocación de carpeta asfáltica	4	4	6	6	4	6	3	4

**Fuente:** Rodríguez, M., Salazar, R., 2017

Tabla XXI. Matriz de Extensión

Actividades		Recurso Agua		Recurso suelo	Recurso aire			Factores socioeconómicos	
		Superficial	Subterránea		Generación de gases	Material particulado	Ruido	Generación de empleo	Seguridad
Presa colinar	Desbroce	1	1	1	1	1	1	5	5
	Excavación con maquina	1	1	5	1	1	1	5	5
	Movimiento de tierra	1	1	5	1	1	1	5	5
	Operación de maquinaria	1	1	1	1	1	1	5	5
Vía	Trazado y Replanteo	1	1	1	1	1	1	5	5
	Excavación con maquina	1	1	5	1	1	1	5	5
	Movimiento de tierra	1	1	5	1	1	1	5	5
	Operación de maquinaria pesada	1	1	1	1	1	1	5	5
	Colocación de carpeta asfáltica	1	1	1	1	1	1	5	5

Fuente: Rodríguez, M., Salazar, R., 2017



Tabla XXII. Matriz de Duración

Actividades		Recurso Agua		Recurso suelo	Recurso aire			Factores socioeconómicos	
		Superficial	Subterránea		Generación de gases	Material particulado	Ruido	Generación de empleo	Seguridad
Presa colinar	Desbroce	10	10	10	10	10	10	10	10
	Excavación con maquina	10	10	10	10	10	10	10	10
	Movimiento de tierra	5	5	5	5	5	5	5	5
	Operación de maquinaria	1	1	1	1	1	1	1	1
Vía	Trazado y Replanteo	1	1	1	1	1	1	1	1
	Excavación con maquina	10	10	10	10	10	10	10	10
	Movimiento de tierra	5	5	5	5	5	5	5	5
	Operación de maquinaria pesada	1	1	1	1	1	1	1	1
	Colocación de carpeta asfáltica	5	5	5	5	5	5	5	5

Fuente: Rodríguez, M., Salazar, R., 2017

Tabla XXIII. Matriz de Magnitud

Actividades		Recurso Agua		Recurso suelo	Recurso aire			Factores socioeconómicos	
		Superficial	Subterránea		Generación de gases	Material particulado	Ruido	Generación de empleo	Seguridad
Presa colinar	Desbroce	-4.60	-4.90	-7.30	-4.30	-6.10	-6.70	6.40	-6.10
	Excavación con maquina	-5.20	-5.80	-8.50	-6.10	-6.40	-6.40	6.40	-6.40
	Movimiento de tierra	-3.20	-3.80	-6.50	-4.10	-3.80	-3.80	4.40	-4.70
	Operación de maquinaria	-1.60	-1.30	-1.30	-2.80	-1.90	-2.50	2.80	-3.40
Vía	Trazado y Replanteo	-0.70	-0.70	-1.30	-0.70	-1.30	-1.60	2.50	-2.20
	Excavación con maquina	-5.20	-5.80	-8.50	-6.10	-6.40	-6.40	6.40	-6.40
	Movimiento de tierra	-3.20	-3.80	-6.50	-4.10	-3.80	-3.80	4.40	-4.70
	Operación de maquinaria pesada	-1.60	-1.30	-1.30	-2.80	-1.90	-2.50	2.80	-3.40
	Colocación de carpeta asfáltica	-3.50	-3.50	-4.10	-4.10	-3.50	-4.10	4.40	-4.70

Fuente: Rodríguez, M., Salazar, R., 2017

**Tabla XXIV. Matriz de Riesgo**

Actividades		Recurso Agua		Recurso suelo	Recurso aire			Factores socioeconómicos	
		Superficial	Subterránea		Generación de gases	Material particulado	Ruido	Generación de empleo	Seguridad
Presa colinar	Desbroce	5	5	10	5	5	5	1	1
	Excavación con maquina	10	10	10	10	10	10	5	5
	Movimiento de tierra	10	5	10	10	10	10	5	5
	Operación de maquinaria	5	5	5	10	10	10	5	5
Vía	Trazado y Replanteo	10	10	10	10	10	10	5	5
	Excavación con maquina	10	10	10	10	10	10	5	5
	Movimiento de tierra	10	5	10	10	10	10	5	5
	Operación de maquinaria pesada	5	5	5	10	10	10	5	5
	Colocación de carpeta asfáltica	10	5	10	10	10	10	5	5

Fuente: Rodríguez, M., Salazar, R., 2017

**Tabla XXV. Matriz de Reversibilidad**

Actividades		Recurso Agua		Recurso suelo	Recurso aire			Factores socioeconómicos	
		Superficial	Subterránea		Generación de gases	Material particulado	Ruido	Generación de empleo	Seguridad
Presa colinar	Desbroce	5	5	10	5	5	5	5	5
	Excavación con maquina	5	5	10	5	5	5	5	5
	Movimiento de tierra	5	5	10	5	5	5	5	5
	Operación de maquinaria	5	5	10	5	5	5	5	5
Vía	Trazado y Replanteo	1	1	1	1	1	1	1	1
	Excavación con maquina	5	5	10	5	5	5	5	5
	Movimiento de tierra	5	5	10	5	5	5	5	5
	Operación de maquinaria pesada	5	5	10	5	5	5	5	5
	Colocación de carpeta asfáltica	5	5	5	5	5	5	5	5

Fuente: Rodríguez, M., Salazar, R., 2017

**Tabla XXVI.** Matriz de Valoración de Impacto Ambiental (VIA)

Actividades		Recurso Agua		Recurso suelo	Recurso aire			Factores socioeconómicos		Total
		Superficial	Subterránea		Generación de gases	Material particulado	Ruido	Generación de empleo	Seguridad	
Presa colinar	Desbroce	4.88	4.97	9.10	4.78	5.31	5.46	3.32	3.27	41.09
	Excavación con maquina	6.23	6.44	9.52	6.53	6.63	6.63	5.38	5.38	52.75
	Movimiento de tierra	5.38	4.60	8.79	5.80	5.67	5.67	4.81	4.91	45.64
	Operación de maquinaria	3.55	3.34	4.40	5.17	4.60	5.00	4.20	4.45	34.73
Vía	Trazado y Replanteo	1.79	1.79	2.16	1.79	2.16	2.30	2.13	2.05	16.18
	Excavación con maquina	6.23	6.44	9.52	6.53	6.63	6.63	5.38	5.38	52.75
	Movimiento de tierra	5.38	4.60	8.79	5.80	5.67	5.67	4.81	4.91	45.64
	Operación de maquinaria pesada	3.55	3.34	4.40	5.17	4.60	5.00	4.20	4.45	34.73
	Colocación de carpeta asfáltica	5.53	4.49	5.80	5.80	5.53	5.80	4.81	4.91	42.67
Total		42.53	40.01	62.49	47.39	46.80	48.15	39.06	39.73	366.17

Fuente: Rodríguez, M., Salazar, R., 2017

**Tabla XXVII.** Rango de significancia de la matriz VIA

Actividades		Recurso Agua		Recurso suelo	Recurso aire			Factores socioeconómicos	
		Superficial	Subterránea		Generación de gases	Material particulado	Ruido	Generación de empleo	Seguridad
Presa colinar	Desbroce	Medio	Medio	Alto	Medio	Medio	Medio	Bajo	Bajo
	Excavación con maquina	Medio	Medio	Alto	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio
	Movimiento de tierra	Medio	Medio	Alto	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio
	Operación de maquinaria	Bajo	Bajo	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio
Vía	Trazado y Replanteo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
	Excavación con maquina	Medio	Medio	Alto	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio
	Movimiento de tierra	Medio	Medio	Alto	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio
	Operación de maquinaria pesada	Bajo	Bajo	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio
	Colocación de carpeta asfáltica	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio

**Fuente:** Rodríguez, M., Salazar, R., 2017

## **5.8 Plan de manejo ambiental**

El plan de manejo ambiental es el documento que describe y detalla las acciones para prevenir, mitigar y controlar los impactos ambientales que se podrían generar al momento de ejecutar el proyecto. Tiene como propósito, velar por la seguridad del ambiente, evitando la afectación biológica, física y socioeconómica.

Como resultado del estudio de impacto ambiental, se puede observar que el recurso más afectado durante la construcción del proyecto es el suelo, debido a las excavaciones y movimiento de tierra para realizar la presa colinar y la reparación de la vía.

A continuación, se plantean las medidas de mitigación a adoptar por los impactos a generarse debido a dichas actividades.

- Desbroce
  - ✓ Uso de mascarilla para polvo para todos los trabajadores.
  - ✓ Verificar que los desechos sean dispuestos en lugares autorizados por el Municipio de Santa Elena.

- Excavación con máquina
  - ✓ Humedecer el terreno cada cierta profundidad, mientras se avanza en la excavación para evitar la generación de polvo.
  - ✓ Chequeo y mantenimiento periódico de los equipos y carburación de los vehículos.
  - ✓ Uso de mascarilla para polvo para todos los trabajadores.
  
- Movimiento de tierra
  - ✓ Cubrir los baldes de volquetas con lonas mientras se transporta material granular, escombros o cualquier material o desecho que pueda emitir material particulado (polvo) hacia el ambiente.
  - ✓ Humedecer el material en la parte superior de las volquetas para evitar el riego de material particulado.
  - ✓ Uso de mascarilla para polvo para todos los trabajadores.
  
- Operación de maquinaria
  - ✓ Colocar las señales necesarias para prevenir cualquier accidente durante el proceso.
  - ✓ Correcta movilización de los equipos por los espacios señalados previamente para su uso.



- ✓ Brindar mantenimiento preventivo a toda maquinaria, equipo o vehículo utilizado en la construcción. Para esto, la maquinaria deberá haber recibido mantenimiento previo a su ingreso a la obra.
  
- Colocación de carpeta asfáltica
  - ✓ Colocar las señales necesarias para prevenir cualquier accidente durante el proceso.
  - ✓ Verificar que la maquina se encuentra en buenas condiciones para evitar el riego de material en áreas no deseadas.

Además de estas medidas específicas para cada actividad, es importante conformar brigadas internas de control y prevención de desastres tanto operacionales como naturales y disponer de un botiquín de primeros auxilios con los implementos para asistir al personal en caso de accidente.

Es necesario que durante la fase de construcción el equipo de protección personal en los sitios de operación sea obligatoria en todo momento, especialmente el uso de casco, chaleco reflectivo y botas adecuadas.

# **CAPÍTULO 6**

## **PRESUPUESTO**

El presupuesto es la valoración económica de costos generados para la construcción total de una obra durante un determinado periodo de tiempo. Para el desarrollo del presupuesto de una obra, se analizan los siguientes aspectos:

- Rubro: El "Concepto de trabajo" (o trabajo específico), el servicio, la actividad o el bien, para el cual se han definido unidades de medida, calculado cantidades y previsto una compensación o pago.
- Unidad: Es el término mediante el cual se puede cuantificar la actividad realizada.
- Cantidad de Obra: Es la magnitud de la actividad realiza en la ejecución del proyecto, estos valores son determinados al término del diseño, en base a sus planos y características.
- Costo Unitario: Es el valor monetario que demanda la realización de la actividad por unidad de obra.
- Costo Total: Es el valor monetario que se necesita para la ejecución de una actividad en la totalidad de la obra. (Farinango, 2014)

Para el presente proyecto se ha realizado dos presupuestos, uno para las presas colinares y otro para la reparación de las vías hacia APESPOL y el resort Cumbres de Ayangue.

Se estimó 4 meses para la reparación de la vía y 6 meses para la ejecución de las presas colinares, se va a considerar un factor de sobrecosto que lleve relación con la economía actual del Ecuador.

El valor de sobrecosto representa el total de indirectos en una obra determinada, según indica Aguirre Sosapanta y Figueroa Bernal, el valor mínimo debe de ser 20%. En el presente proyecto se asumió un factor de sobrecosto del 22%.

El análisis detallado de precios unitarios se adjunta en el anexo F y anexo G para las presas colinares y reparación de la vía respectivamente.

## 6.1 Presupuesto - Presa colinar

<b>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL</b>					
<b>INSTITUCIÓN:</b> GAD CANTÓN SANTA ELENA					
<b>PROYECTO:</b> CONTROL DE INUNDACIONES EN LA COMUNA DE AYANGUE					
<b>UBICACIÓN :</b> PROVINCIA DE SANTA ELENA					
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.UNITARIO	TOTAL
<b>1</b>	<b>PRELIMINARES</b>				<b>115,552.91</b>
1.1	DESBROCE Y LIMPIEZA DE TERRENO	m2	10,854.00	1.54	16,715.16
1.2	CASETA DE GUARDIANÍA	m2	1.50	27.10	40.65
1.3	LETRERO DE OBRA	u	1.00	24.40	24.40
1.4	BATERÍA SANITARIA	mes	6.00	439.20	2,635.20
1.5	TRAZADO Y REPLANTEO	m2	3,749.00	1.43	5,361.07
1.6	EXCAVACIÓN SIN CLASIFICAR	m3	25,862.23	3.51	90,776.43
<b>2</b>	<b>PRESA COLINAR</b>				<b>244,511.42</b>
2.1	ENSAYOS DE CAMPO	u	1.00	8,540.00	8,540.00
2.2	RELLENO COMPACTADO CON SUELO ARCILLOSO LIMOSO (INC. TRANSPOR	m3	4,348.26	5.01	21,784.78
2.3	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE SITIO	m3	17,393.02	4.76	82,790.78
2.4	RELLENO COMPACTADO CON ARCILLA (INC. TRANSPORTE)	m3	20,757.64	6.33	131,395.86
<b>3</b>	<b>MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD DE OBRA</b>				<b>26,987.94</b>
3.1	GUARDIANÍA	mes	6.00	427.00	2,562.00
3.2	LIMPIEZA GENERAL DE OBRA	mes	6.00	122.31	733.86
3.3	RESTITUCIÓN DE LA CAPA VEGETAL	m2	3,586.00	6.56	23,524.16
3.4	DESALOJO DE MATERIALES	viaje	4.00	41.98	167.92
				<b>TOTAL</b>	<b>387,052.27</b>

## 6.2 Presupuesto - Vías

<b>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL</b>					
<b>INSTITUCIÓN:</b> GAD CANTÓN SANTA ELENA					
<b>PROYECTO:</b> DISEÑO DE SOLUCIONES VIALES ESPECIALES EN LA POBLACIÓN DE AYANGUE					
<b>UBICACIÓN :</b> CANTÓN SANTA ELENA					
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.UNITARIO	TOTAL
<b>1</b>	<b>PRELIMINARES</b>				<b>155,764.89</b>
1.1	LIMPIEZA DE TERRENO	m2	6,000.00	1.09	6,540.00
1.2	CASETA DE GUARDIANÍA	m2	1.50	25.05	37.58
1.3	LETRERO DE OBRA	u	1.00	24.40	24.40
1.4	BATERÍA SANITARIA	mes	4.00	439.20	1,756.80
1.5	TRAZADO Y REPLANTEO	m2	6,000.00	1.04	6,240.00
1.6	EXCAVACIÓN SIN CLASIFICAR (INC. DESALOJO)	m3	16,365.60	2.93	47,951.21
1.7	RELLENO CON MATERIAL DE PRÉSTAMO LOCAL (INC. TRANSPORTE)	m3	18,946.12	4.92	93,214.91
<b>2</b>	<b>PAVIMENTO</b>				<b>103,170.30</b>
2.1	TIERRA ARMADA (INC. TRANSPORTE, TENDIDO Y COMPACTACIÓN)	m3	1,080.00	6.03	6,512.40
2.2	BASE CLASE 2 (INC. TRANSPORTE, TENDIDO Y COMPACTACIÓN)	m3	1,950.00	13.01	25,369.50
2.3	IMPRIMACIÓN ASFÁLTICA	m2	7,800.00	1.54	12,012.00
2.4	CARPETA ASFÁLTICA e=2"	m2	7,800.00	6.61	51,558.00
2.5	PANTALLA IMPERMEABLE CON GEOMEMBRANA e=2mm	m2	1,440.00	4.78	6,883.20
2.6	BLOQUEO DE FLUJO	ml	160.00	5.22	835.20
<b>3</b>	<b>DRENAJE</b>				<b>8,080.49</b>
3.1	EXCAVACIÓN Y RELLENO (CUNETAS)	m3	195.00	5.40	1,053.00
3.2	HORMIGÓN SIMPLE F'C= 180 Kg/cm2 (CUNETAS)	m3	46.80	150.16	7,027.49
<b>4</b>	<b>MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD DE OBRA</b>				<b>8,417.44</b>
4.1	GUARDIANÍA	mes	4.00	427.00	1,708.00
4.2	LIMPIEZA GENERAL DE OBRA	mes	4.00	87.36	349.44
4.3	PINTURA REFLECTIVA SOBRE EL PAVIMENTO	m	3,900.00	1.62	6,318.00
4.4	DESALOJO DE MATERIALES	viaje	2.00	21.00	42.00
				<b>TOTAL</b>	<b>275,433.12</b>

El costo total del proyecto asciende a un valor de \$662.485,39.

# **CAPÍTULO 7**

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## CONCLUSIONES

Se logró plantear alternativas factibles en el aspecto económico, técnico y ambiental para dar una solución a la acumulación de aguas lluvias que se genera en la población de Ayangue. Las alternativas consisten diferentes ubicaciones y dimensiones para presas colinares, con la finalidad de mejorar las condiciones de vida de los habitantes puesto que la formación de esta poza de agua ocasiona muchos inconvenientes.

Mediante el análisis de los criterios detallados para la construcción de la presa colinar, se determinó que la opción más adecuada para la comuna de Ayangue es la alternativa 3. Esto se debe al mayor volumen de embalse, lo cual incide en una disminución a la acumulación de agua cercana a la población y reduce enormemente los malestares que esta manifiesta.

En las salidas de campo, se constató que el principal problema que ocasiona la acumulación de agua es el daño a la vía que se encuentra aledaña a la poza, debido a las infiltraciones en el terraplén. Se desarrolló una solución para reparar la vía fortaleciéndola mediante tierra armada y el uso de geomembrana. Además, se realizó el diseño de pavimento flexible en la vía que conecta la ciudadela APESPOL y el resort Cumbres de Ayangue.



Los resultados obtenidos demuestran que los suelos producto de la formación tablazo meteorizado permite obtener importantes valores de resistencia al corte, lo cual favorece a la estabilidad de los terraplenes compactados.

Durante el desarrollo de la presa colinar se tomó en consideración lo detallado en la Norma Ecuatoriana de la Construcción respecto a los valores mínimos de factores de seguridad para la estabilización de taludes. Al modelar el talud sin considerar las fuerzas sísmicas en el software GALENA, el talud presenta estabilidad puesto que para aguas arriba como aguas abajo, el factor de seguridad es mayor a 1.5, recomendado por la NEC. Así mismo, tomando en cuenta las fuerzas sísmicas con un coeficiente lateral sísmico ( $K_h$ ) de 0.4, el factor de seguridad para aguas arriba y aguas abajo es mayor o igual a 1.05, siendo lo permitido por la NEC.

Se formuló un plan de manejo ambiental (PMA) para minimizar y controlar las posibles afectaciones debido a la ejecución de las presas colinares y la reparación de la vía, para lo cual se evaluó las actividades que podrían generar problemas a los recursos agua, aire, suelo de la comuna de Ayangue, además de las afectaciones a la economía y seguridad de la población durante la etapa de construcción.

Cabe recalcar que el recurso más afectado es el suelo, debido a las excavaciones y al movimiento de tierra, pero siguiendo el plan de manejo ambiental se podrá minimizar los factores que influyan al deterioro del mismo.

Se contribuyó con un requerimiento de la comunidad de Ayangue en disponer de un plano urbanístico de la población.

El análisis de costos comprende de dos fases, la primera para el control de inundaciones y la segunda para el diseño de soluciones viales especiales de la vía que llega al resort Cumbres de Ayangue. El costo de las presas colinares asciende a \$387.052,27 mientras que el costo de la reparación de la vía asciende a \$275.433,12 lo cual un total de \$662.485,39.

## RECOMENDACIONES

Para este tipo de proyecto se recomienda no solo realizar ensayos previos a su ejecución, los cuales fueron mencionados anteriormente en los ensayos realizados, sino también realizar ensayos de campo durante la construcción de las presas colinares, para corroborar que el nivel de compactación del talud sea lo esperado de los ensayos de laboratorio.

Transcurrido un periodo de tiempo se sugiere dar mantenimiento a la carpeta asfáltica de la vía.

Es conveniente que se construya presas tipo colinar para lograr el embalsamiento de aguas lluvias y así disponer de un recurso importante para las comunidades del sector, considerando de que la zona es escasa de agua dulce.

Se recomienda desarrollar más proyectos en la comuna de Ayangue, debido a que, siendo un balneario visitado por turistas este tiene deficiencias en algunos servicios básicos, como un buen sistema de abastecimiento de agua potable y sistema de evacuación de aguas residuales.

# **ANEXOS**

## ANEXO A ENSAYOS REALIZADOS

### LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y RESISTENCIA DE MATERIALES

"Ing. Raúl Maruri Díaz"

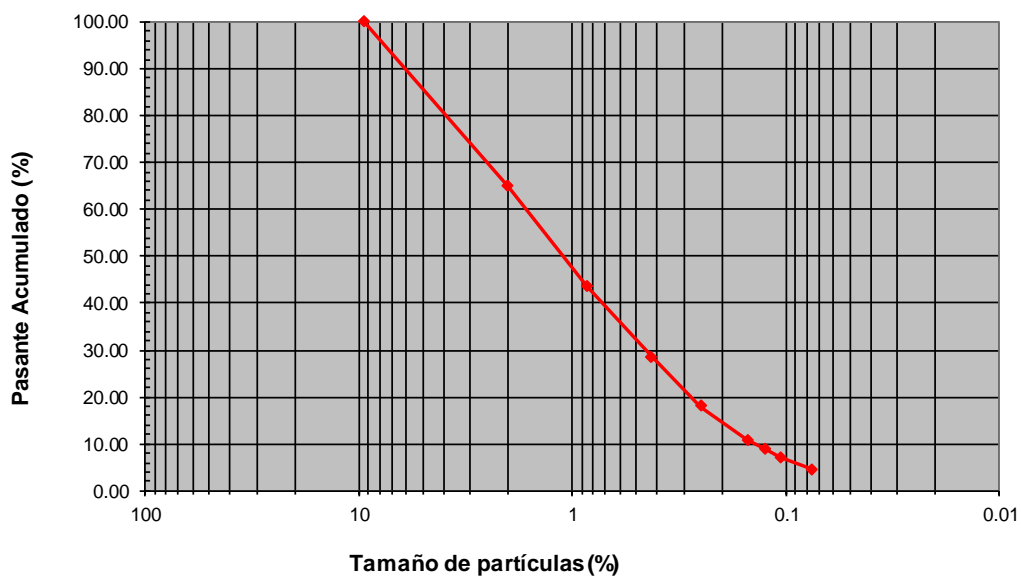
#### ENSAYO DE GRANULOMETRÍA

**Proyecto:** Control de inundaciones y diseños viales especiales en la población de Ayangue, cantón Santa Elena

**Peso Inicial:** 468.81 gr.

Tamiz	Abertura (mm)	Peso Parcial (gr)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Pasante Acumulado
3/8"	9.5	0	0	0	100
No. 10	2	164.68	35.14	35.14	64.86
No. 20	0.85	99.73	21.28	56.43	43.57
No. 40	0.425	71.2	15.19	71.62	28.38
No. 60	0.25	48.79	10.41	82.03	17.97
No. 100	0.15	33.55	7.16	89.19	10.81
No. 120	0.125	9.33	1.99	91.18	8.82
No. 140	0.106	8.66	1.85	93.03	6.97
No. 200	0.075	11.48	2.45	95.48	4.52
Fondo		21.17	4.52	100.00	0.00
Total		468.59			

**Curva Granulométrica**



**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y RESISTENCIA DE MATERIALES**

**"Ing. Raúl Maruri Díaz"**

**ENSAYO DE LÍMITES DE ATTERBERG**

**Proyecto:** Control de inundaciones y diseños viales especiales en la población de Ayangue, cantón Santa Elena

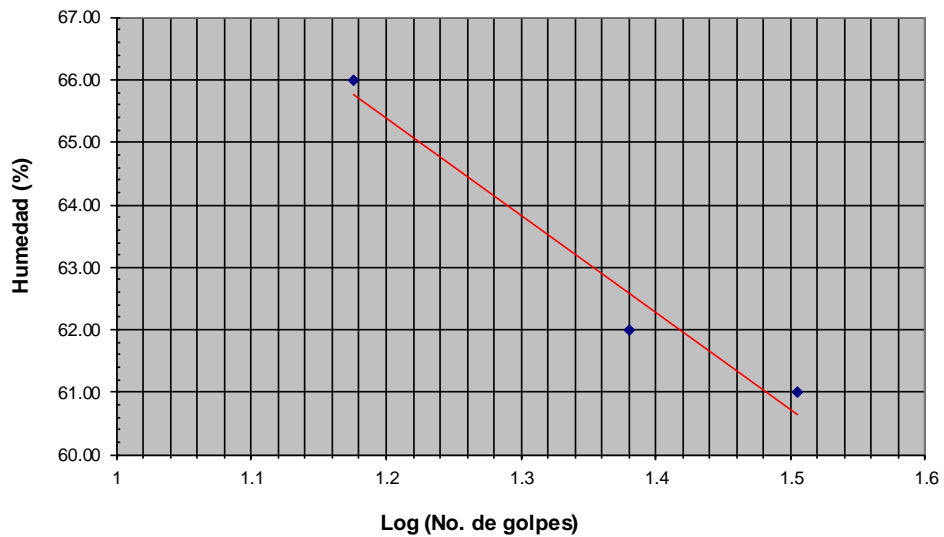
**Límite Líquido**

No.	2	3	5	
No. Recip	82	44	10	
wh+r	14.85	16.81	18.85	
ws+r	11.34	12.7	13.95	
r	6.05	6.12	5.97	
Ww	3.51	4.11	4.9	
Ws	5.29	6.58	7.98	
%w	66	62	61	
No. golpes	15	24	32	25
log (No. de g	1.176091259	1.38021124	1.50514998	1.39794001

**Límite Plástico**

No.	1	2
No. Recip	7	2
wh+r	6.89	7.34
ws+r	6.65	7.06
r	6.16	6.45
Ww	0.24	0.28
Ws	0.49	0.61
%w	49%	46%

**Curva Límite Líquido**



Límite Líquido

62.8

Límite Plástico

47.50

Índice Plástico

15.3

Elaborado por Mishell Rodríguez y Reinaldo Salazar

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y RESISTENCIA DE MATERIALES**

**"Ing. Raúl Maruri Díaz"**

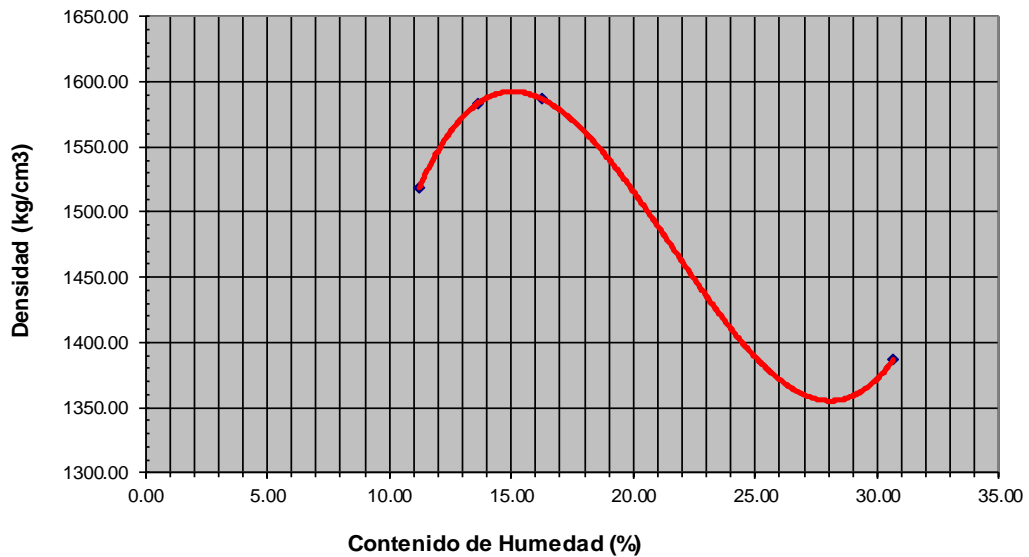
**ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR ESTANDAR**

**Proyecto:** Control de inundaciones y diseños viales especiales en la población de Ayangue, cantón Santa Elena **Muestra:** 3.5 Kg

Volúmen Molde (cm<sup>3</sup>) 0.001 cm<sup>3</sup> No. Golpes 25  
Peso del Pisón (N) 1.99 Kg No. Capas 5

	Cantidad de Agua (cm <sup>3</sup> )	Contenido de Humedad (%)	Material Húmedo + Molde (kg)	Peso Seco de material (gr)	Densidad Seca (kg/cm <sup>3</sup> )
1	100	11.23	3.59	1.44	1518.99
2	200	13.65	3.69	1.50	1583.76
3	300	16.27	3.73	1.50	1586.80
4	500	30.65	3.70	1.31	1386.52
5	400	11.82	3.74	1.56	1654.13

**Curva de Compactación Proctor**



**Humedad Óptima** 18.47 %

**Densidad máxima** 1602.50 kg/m<sup>3</sup>

**Elaborado por** Mishell Rodríguez y Reinaldo Salazar

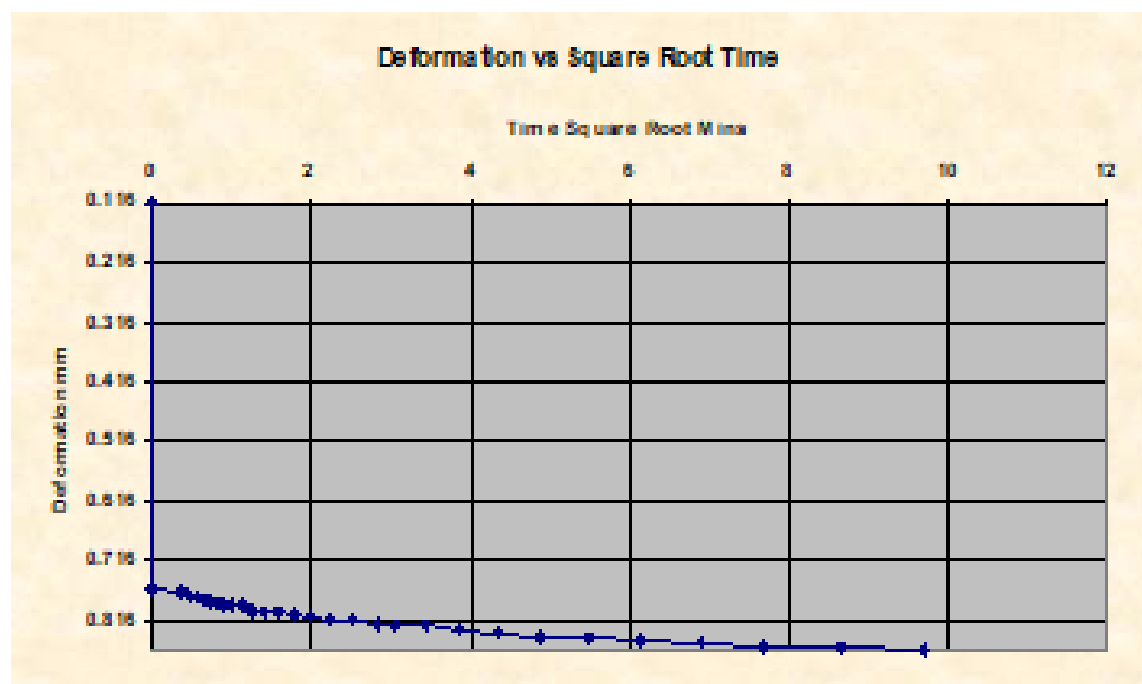
## Shear Strength by Direct Shear (Small Shear Box)

Client	ESPOL	Lab Ref	
Project	MATERIA INTEGRADORA CONTROL INUNDACION AYANGUE	Job	4
Borehole		Sample	1

Test Details			
Standard	ASTM D3080-03 / AASHTO T238-92	Particle Specific Gravity	2.80
Sample Type	CBR <del>100.00</del> sample	Single or Multi Stage	Single Stage
Lab. Temperature	0.0 <del>deg C</del>	Location	
Sample Description			
Variations from procedure	None		

Specimen Details			
Specimen Reference	A	Description	ARCILLA REMOLDEADA. (MATERIAL DIQUE)
Depth within Sample	0.00mm	Orientation within Sample	
Initial Height	20.000 mm	Area	3800.00 mm <sup>2</sup>
Structure / Preparation		Initial Water Content*	0.00 % (trimmings: 18.00 %)
Initial Wet Unit Weight	18.48 <del>kN/m<sup>3</sup></del>	Degree of Saturation	0.00 %
Initial Dry Unit Weight	18.48 <del>kN/m<sup>3</sup></del>	Initial Voids Ratio	0.689
Final Wet Unit Weight	18.79 <del>kN/m<sup>3</sup></del>	Final Water Content	0.00%
Final Dry Unit Weight	18.79 <del>kN/m<sup>3</sup></del>	Dry Mass	120.82 g
Tested Dry or Submerged	Dry		
Comments			

\* Calculated from initial and dry weights of whole specimen

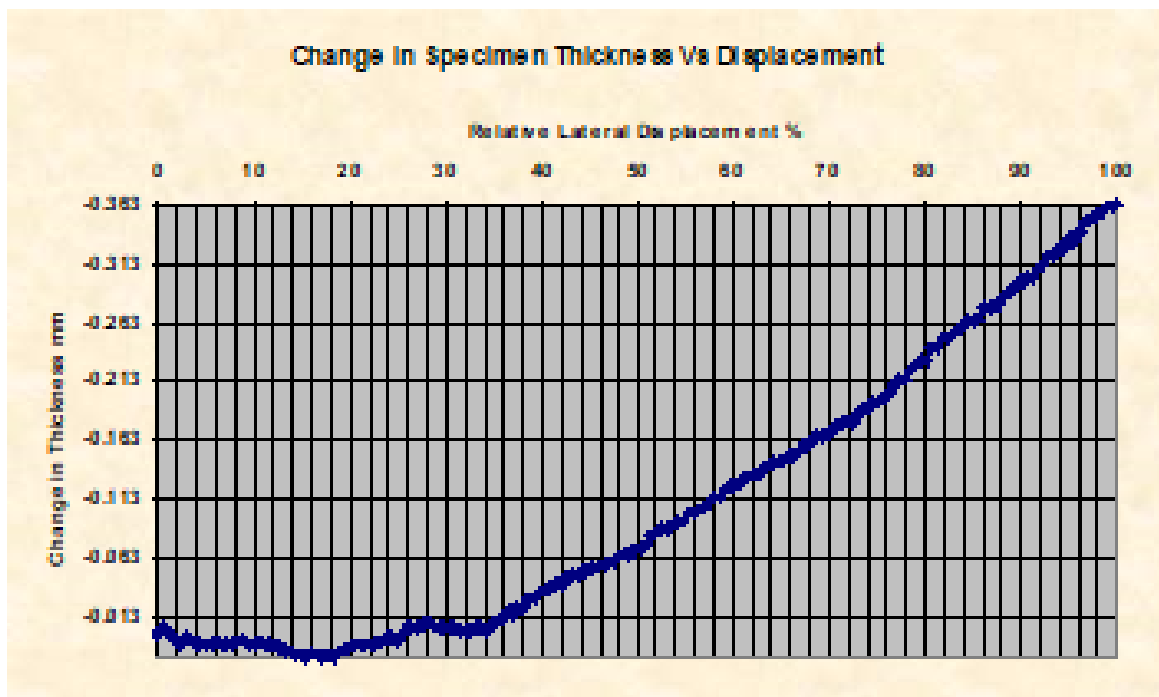
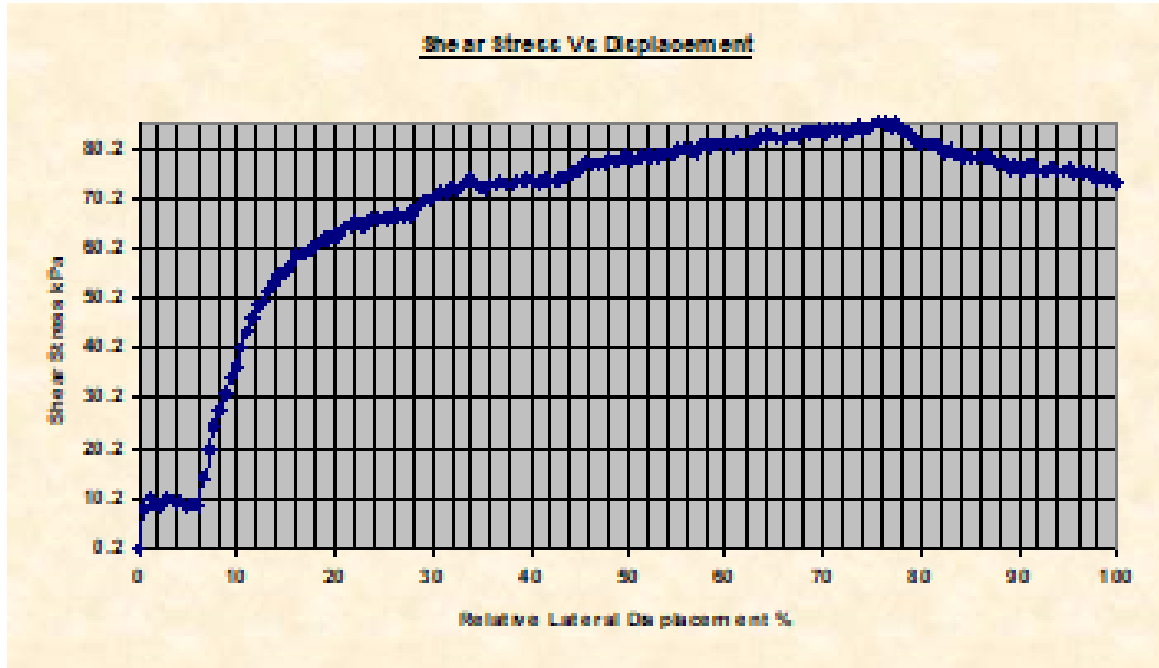




## Shear Strength by Direct Shear (Small Shear Box)



Client	ESPOL	Lab Ref	
Project	MATERIA INTEGRADORA CONTROL INUNDACION AYANGUE	Job	4



Borehole	Sample	1
----------	--------	---

Rate of Horizontal Displacement	Stage 1: 0.0105mm/min
---------------------------------	-----------------------

**Shear Strength by Direct Shear  
(Small Shear Box)**

<b>Client</b>	ESPOL	<b>Lab Ref</b>	
<b>Project</b>	MATERIA INTEGRADORA. CONTROL INUNDACION AYANGUE	<b>Job</b>	4
<b>Borehole</b>		<b>Sample</b>	1

Conditions at Failure	
Normal Stress	54.5 kPa
Peak Strength	85.4 kPa
Horizontal Deformation	6.718 mm
Residual Stress	0.0 kPa
Vertical Deformation	0.848 mm

<b>Tested By and Date:</b>	Mishell Rodríguez y Reinaldo Salazar 25 julio 2017
<b>Checked By and Date:</b>	Ing. Daniel Falquéz 26 julio 2017
<b>Approved By and Date:</b>	PhD. Miguel Ángel Chávez 31 Julio 2017

## Shear Strength by Direct Shear (Small Shear Box)

<b>Client</b>	ESPOL	<b>Lab Ref</b>	
<b>Project</b>	MATERIA INTEGRADORA. CONTROL INUNDACION AYANGUE	<b>Job</b>	4
<b>Borehole</b>		<b>Sample</b>	1

### Test Details

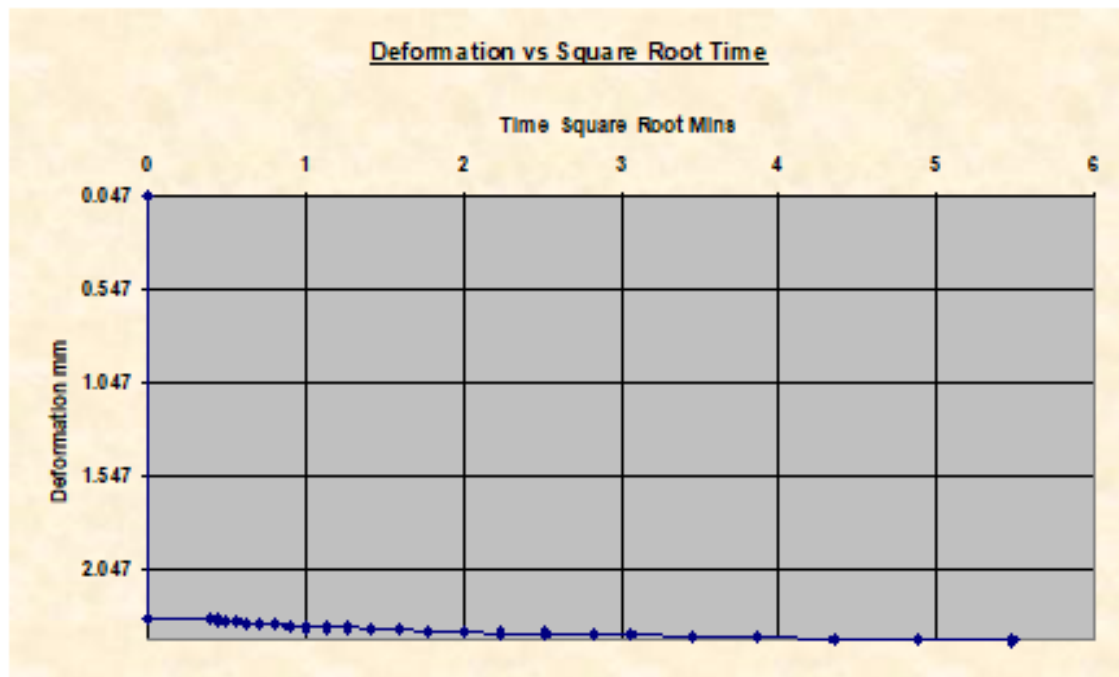
<b>Standard</b>	ASTM D3080-03 / AASHTO T238-92	<b>Particle Specific Gravity</b>	2.80
<b>Sample Type</b>	CBR <del>mould</del> sample	<b>Single or Multi Stage</b>	Single Stage
<b>Lab. Temperature</b>	0.0 <del>deg.C</del>	<b>Location</b>	
<b>Sample Description</b>			
<b>Variations from procedure</b>	None		

### Specimen Details

Specimen Reference	B	Description	
<b>Depth within Sample</b>	0.00mm	<b>Orientation within Sample</b>	
<b>Initial Height</b>	20.000 mm	<b>Area</b>	3800.00 mm <sup>2</sup>
<b>Structure / Preparation</b>		<b>Initial Water Content*</b>	0.00 %
<b>Initial Wet Unit Weight</b>	14.79 kN/m <sup>3</sup>	<b>Degree of Saturation</b>	0.00 %
<b>Initial Dry Unit Weight</b>	14.79 kN/m <sup>3</sup>	<b>Initial Voids Ratio</b>	0.857
<b>Final Wet Unit Weight</b>	18.96 kN/m <sup>3</sup>	<b>Final Water Content</b>	0.00%
<b>Final Dry Unit Weight</b>	18.96 kN/m <sup>3</sup>	<b>Dry Mass</b>	108.57 g
<b>Tested Dry or Submerged</b>	Dry		
<b>Comments</b>			

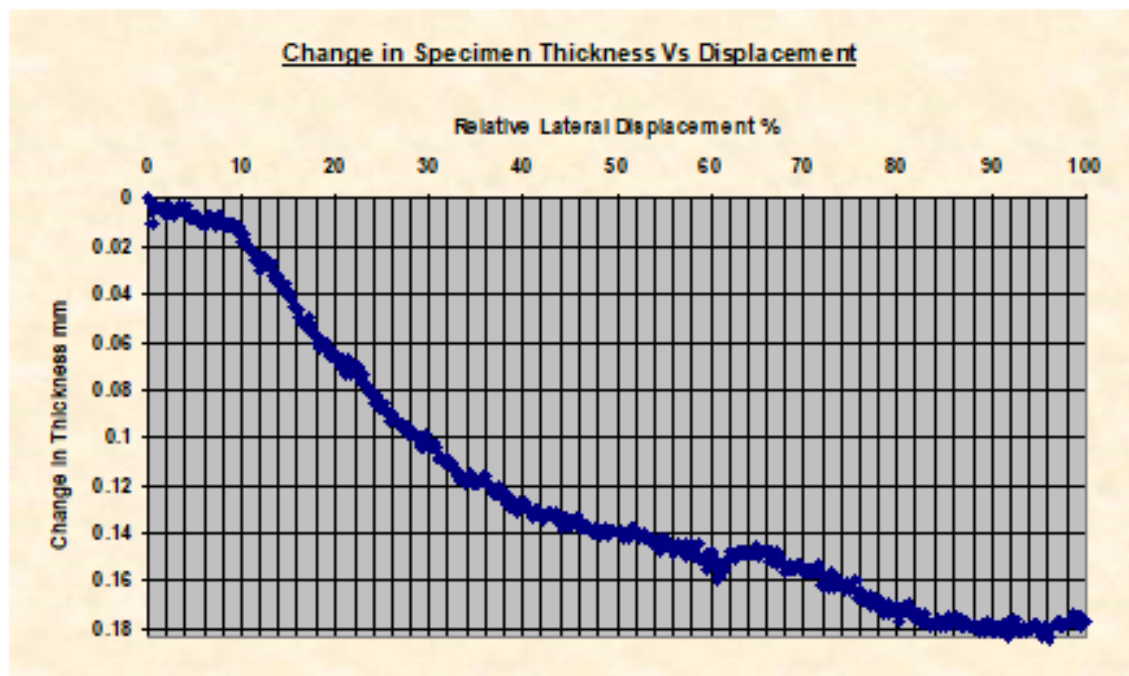
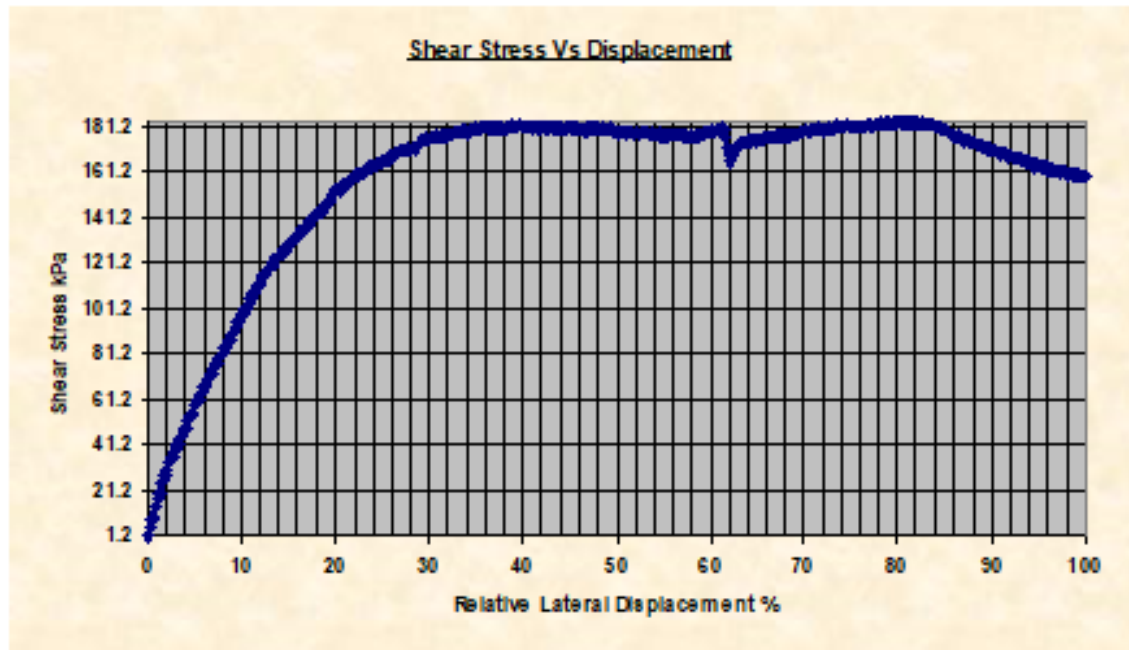
\* Calculated from initial and dry weights of whole specimen

### Deformation vs Square Root Time



## Shear Strength by Direct Shear (Small Shear Box)

<b>Client</b>	ESPOL	<b>Lab Ref</b>	
<b>Project</b>	MATERIA INTEGRADORA. CONTROL INUNDACION AYANGUE	<b>Job</b>	4



<b>Borehole</b>		<b>Sample</b>	1
-----------------	--	---------------	---

<b>Rate of Horizontal Displacement</b>	Stage 1: 0.0242mm/min
--	-----------------------

Shear Strength by Direct Shear  
(Small Shear Box)



<b>Client</b>	ESPOL	<b>Lab Ref</b>	
<b>Project</b>	MATERIA INTEGRADORA. CONTROL INUNDACION AYANGUE	<b>Job</b>	4
<b>Borehole</b>		<b>Sample</b>	1

Conditions at Failure	
Normal Stress	190.8 kPa
Peak Strength	183.5 kPa
Horizontal Deformation	4.538 mm
Residual Stress	0.0 kPa
Vertical Deformation	2.695 mm

Tested <u>By</u> and Date:	Mishell Rodríguez y Reinaldo Salazar 26 julio 2017
Checked <u>By</u> and Date:	<u>Ing.</u> Daniel Falquéz 27 julio 2017
Approved <u>By</u> and Date:	PhD. Miguel Ángel Chávez 31 Julio 2017

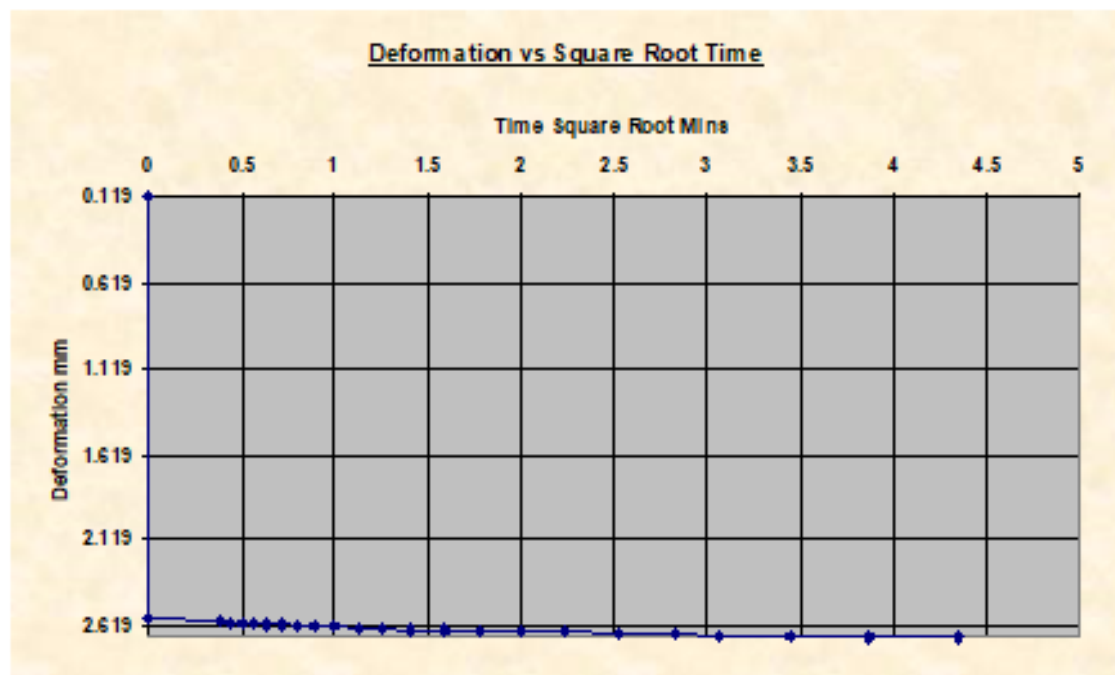
## Shear Strength by Direct Shear (Small Shear Box)

<b>Client</b>	ESPOL	<b>Lab Ref</b>	
<b>Project</b>	MATERIA INTEGRADORA. CONTROL INUNDACION AYANGUE	<b>Job</b>	4
<b>Borehole</b>		<b>Sample</b>	1

Test Details			
<b>Standard</b>	ASTM D3080-03 / AASHTO T238-92	<b>Particle Specific Gravity</b>	2.80
<b>Sample Type</b>	CBR <del>mould</del> sample	<b>Single or Multi Stage</b>	Single Stage
<b>Lab. Temperature</b>	0.0 <del>deg.C</del>	<b>Location</b>	
<b>Sample Description</b>			
<b>Variations from procedure</b>	None		

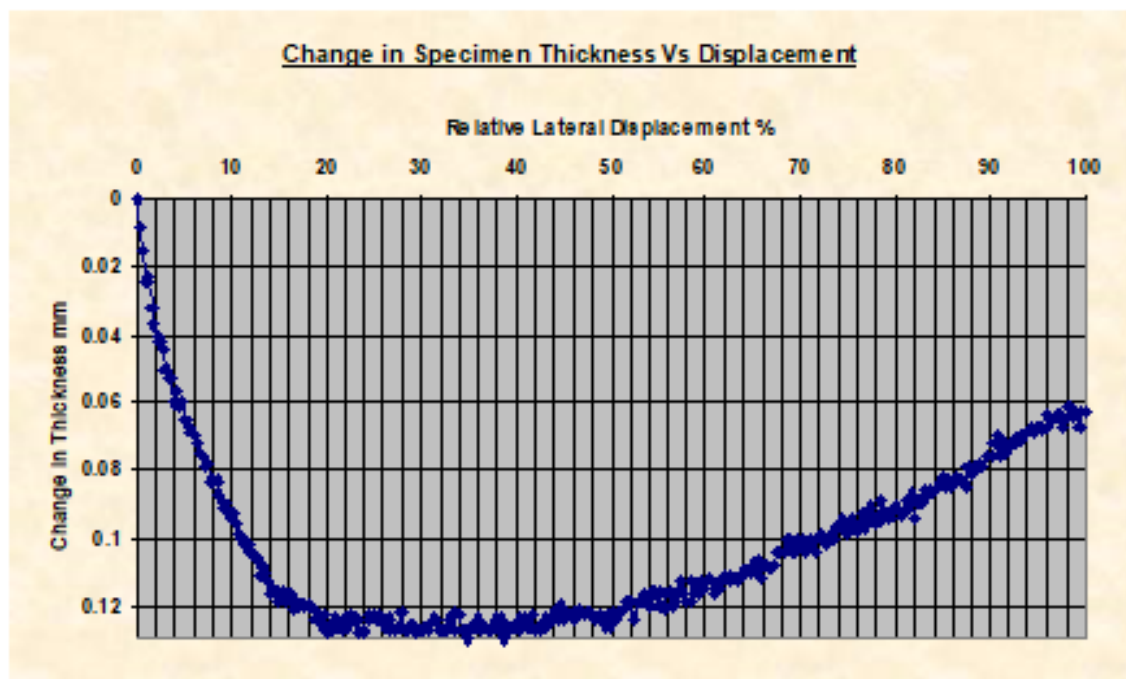
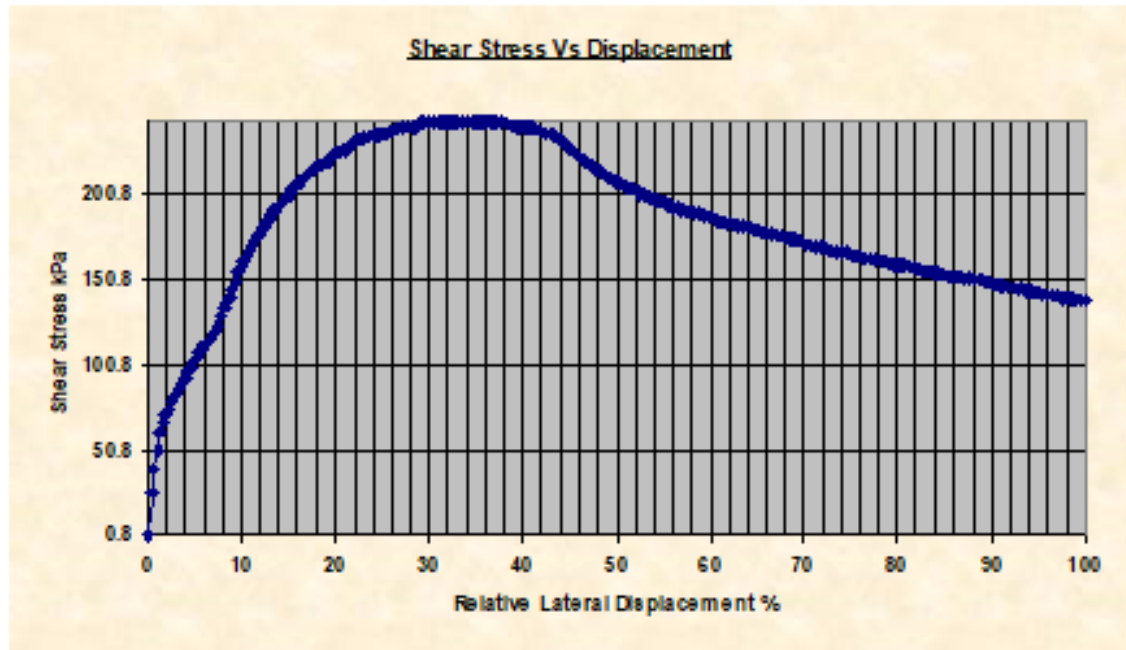
Specimen Details			
<b>Specimen Reference</b>	C	<b>Description</b>	
<b>Depth within Sample</b>	0.00mm	<b>Orientation within Sample</b>	
<b>Initial Height</b>	20.000 mm	<b>Area</b>	3800.00 mm <sup>2</sup>
<b>Structure / Preparation</b>		<b>Initial Water Content*</b>	0.00 %
<b>Initial Wet Unit Weight</b>	18.15 <del>kN/m<sup>3</sup></del>	<b>Degree of Saturation</b>	0.00 %
<b>Initial Dry Unit Weight</b>	18.15 <del>kN/m<sup>3</sup></del>	<b>Initial Voids Ratio</b>	0.700
<b>Final Wet Unit Weight</b>	18.80 <del>kN/m<sup>3</sup></del>	<b>Final Water Content</b>	0.00%
<b>Final Dry Unit Weight</b>	18.80 <del>kN/m<sup>3</sup></del>	<b>Dry Mass</b>	118.58 g
<b>Tested Dry or Submerged</b>	Dry		
<b>Comments</b>			

\* Calculated from initial and dry weights of whole specimen



## Shear Strength by Direct Shear (Small Shear Box)

<b>Client</b>	ESPOL	<b>Lab Ref</b>	
<b>Project</b>	MATERIA INTEGRADORA. CONTROL INUNDACION AYANGUE	<b>Job</b>	4



<b>Borehole</b>		<b>Sample</b>	1
-----------------	--	---------------	---

<b>Rate of Horizontal Displacement</b>	Stage 1: 0.0425mm/min
--	-----------------------

Shear Strength by Direct Shear  
(Small Shear Box)

<b>Client</b>	ESPOL	<b>Lab Ref</b>	
<b>Project</b>	MATERIA INTEGRADORA. CONTROL INUNDACION AYANGUE	<b>Job</b>	4
<b>Borehole</b>		<b>Sample</b>	1

Conditions at Failure	
Normal Stress	299.8 kPa
Peak Strength	243.0 kPa
Horizontal Deformation	2.535 mm
Residual Stress	0.0 kPa
Vertical Deformation	2.828 mm

Tested <u>By</u> and Date:	Mishell Rodríguez y Reinaldo Salazar 27 julio 2017
Checked <u>By</u> and Date:	Ing. Daniel Falquéz 28 julio 2017
Approved <u>By</u> and Date:	PhD. Miguel Ángel Chávez 31 Julio 2017



## Shear Strength by Direct Shear (Small Shear Box)

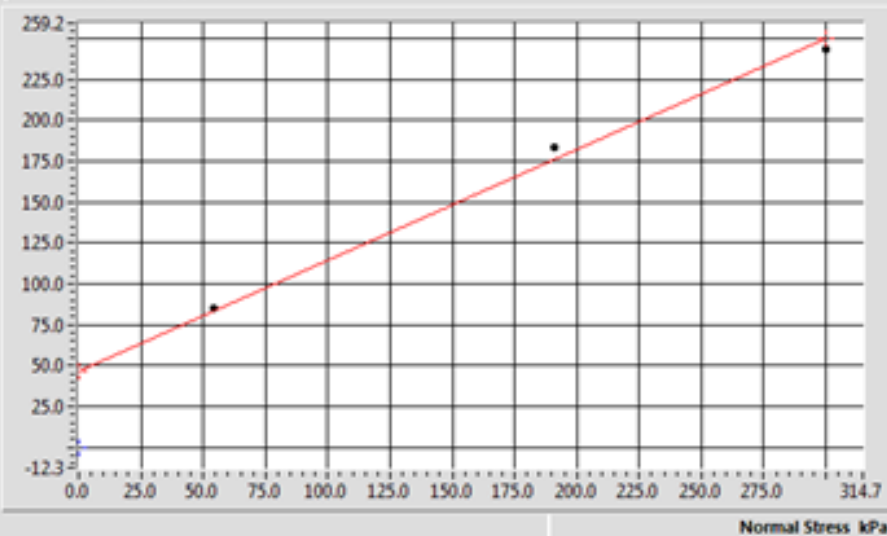


**Test Summary**

Reference	A	B	C
Normal Stress	54.5 kPa	190.8 kPa	299.8 kPa
Peak Strength	85.4 kPa	183.5 kPa	243.0 kPa
Corresponding Horizontal Displacement	6.718 mm	4.538 mm	2.535 mm
Residual Stress	N/A	N/A	N/A
Rate of Shear Displacement	Stage 1: 0.0105mm/min	Stage 1: 0.0242mm/min	Stage 1: 0.0425mm/min
Final Height	19.81 mm	17.44 mm	17.37 mm
Sample Area	3600.00 mm <sup>2</sup>	3600.00 mm <sup>2</sup>	3600.00 mm <sup>2</sup>
Initial Wet Unit Weight	18.46 kN/m <sup>3</sup>	14.79 kN/m <sup>3</sup>	18.15 kN/m <sup>3</sup>
Initial Dry Unit Weight	18.46 kN/m <sup>3</sup>	14.79 kN/m <sup>3</sup>	18.15 kN/m <sup>3</sup>
Final Wet Unit Weight	18.79 kN/m <sup>3</sup>	18.96 kN/m <sup>3</sup>	18.80 kN/m <sup>3</sup>
Final Dry Unit Weight	18.79 kN/m <sup>3</sup>	18.96 kN/m <sup>3</sup>	18.80 kN/m <sup>3</sup>
Final Moisture Content	0.00 %	0.00 %	0.00 %
Particle Specific Gravity	2.80	2.80	2.80
Final Void Ratio	0.6362	0.6195	0.4769
Final Saturation	0.00%	0.00%	0.00%

### Maximum Shear Stress vs Normal Stress

Peak Shear Stress kPa



**Peak** ●  
 Angle of Shear Resistance  
 34.12 Degrees  
 Cohesion  
 46.65 kPa

## ANEXO B

### ANÁLISIS HIDROLÓGICO

Años	Pmax 24h (mm)	i24 (mm/h)	Duración de lluvia en minutos									
			5	10	15	30	60	120	180	360	720	1440
1990	65.4	2.73	46.33	32.76	26.75	18.91	13.37	9.46	7.72	5.46	3.86	2.73
1991	72.3	3.01	51.08	36.12	29.49	20.85	14.75	10.43	8.51	6.02	4.26	3.01
1992	107.5	4.48	76.03	53.76	43.89	31.04	21.95	15.52	12.67	8.96	6.34	4.48
1993	45.8	1.91	32.41	22.92	18.71	13.23	9.36	6.62	5.4	3.82	2.7	1.91
1995	23	0.96	16.29	11.52	9.41	6.65	4.7	3.33	2.72	1.92	1.36	0.96
1996	14.3	0.6	10.18	7.2	5.88	4.16	2.94	2.08	1.7	1.2	0.85	0.6
1998	113.8	4.74	80.44	56.88	46.44	32.84	23.22	16.42	13.41	9.48	6.7	4.74
1999	90.6	3.78	64.15	45.36	37.04	26.19	18.52	13.09	10.69	7.56	5.35	3.78
2000	10.2	0.43	7.3	5.16	4.21	2.98	2.11	1.49	1.22	0.86	0.61	0.43
2007	9.5	0.4	6.79	4.8	3.92	2.77	1.96	1.39	1.13	0.8	0.57	0.4
2011	31.6	1.32	22.4	15.84	12.93	9.15	6.47	4.57	3.73	2.64	1.87	1.32
2012	80.7	3.36	57.02	40.32	32.92	23.28	16.46	11.64	9.5	6.72	4.75	3.36
2014	34.5	1.44	24.44	17.28	14.11	9.98	7.05	4.99	4.07	2.88	2.04	1.44
2015	45.4	1.89	32.07	22.68	18.52	13.09	9.26	6.55	5.35	3.78	2.67	1.89
2016	73.8	3.08	52.27	36.96	30.18	21.34	15.09	10.67	8.71	6.16	4.36	3.08
2017*	85.4	3.56	60.42	42.72	34.88	24.66	17.44	12.33	10.07	7.12	5.03	3.56
		<b>Prom.</b>	39.98	28.27	23.08	16.32	11.54	8.16	6.66	4.71	3.33	2.36
		<b>Desv. Est.</b>	23.5	16.61	13.56	9.59	6.78	4.79	3.92	2.77	1.96	1.38
		<b>c</b>	18.33	12.956	10.577	7.48	5.288	3.736	3.058	2.161	1.529	1.076
		<b>a</b>	-29.404	-20.794	-16.977	-12.004	-8.489	-6.004	-4.896	-3.463	-2.448	-1.739

\*Datos hasta abril del 2017

Fuentes de información:

Estación pluviométrica Colonche

Estimación a partir de estaciones cercanas

Datos de la misión GPM de la NASA

<b>Intensidad (mm/h)</b>										
T(años)	<i>Duración de lluvia en minutos</i>									
	5	10	15	30	60	120	180	360	720	1440
10	70.65	49.95	40.78	28.84	20.39	14.41	11.78	8.33	5.89	4.16
25	88.03	62.23	50.81	35.93	25.40	17.95	14.68	10.38	7.34	5.18
50	100.93	71.35	58.25	41.19	29.12	20.58	16.83	11.90	8.41	5.94
100	113.72	80.39	65.63	46.41	32.81	23.19	18.96	13.40	9.48	6.69

<b>Altura de lluvia (mm)</b>										
T(años)	<i>Duración de lluvia en minutos</i>									
	5	10	15	30	60	120	180	360	720	1440
10	5.89	8.32	10.19	14.42	20.39	28.82	35.33	49.96	70.67	99.85
25	7.34	10.37	12.70	17.96	25.40	35.91	44.03	62.25	88.06	124.33
50	8.41	11.89	14.56	20.60	29.12	41.16	50.48	71.37	100.97	142.50
100	9.48	13.40	16.41	23.21	32.81	46.38	56.89	80.42	113.78	160.53

## ANEXO C

### ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE TALUDES (GALENA 6.10)

GALENA 6.10 Analysis Results

Licensee: Escuela Superior Politécnica del Litoral

---

---

---

Project: CONTROL DE INUNDACIONES EN AYANGUE

File: C:\Users\Miguel Angel\Desktop\Presa 1 Ayangue.gmf

Processed: 01 Aug 2017 09:40:27

---

---

---

#### **DATA: Analysis 1 - Estabilidad del espaldón aguas abajo, sin sismo**

Material Properties (3 materials)

-----

Material: 1 (Mohr-Coulomb Isotropic) - Arcilla Compactada

Cohesion Phi UnitWeight Ru

40.00 20.0 15.80 Auto

Material: 2 (Mohr-Coulomb Isotropic) - Tablazo meteorizado Compactado

Cohesion Phi UnitWeight Ru

46.65 34.1 17.50 Auto

Material: 3 (Mohr-Coulomb Isotropic) - Suelo arcillo limoso cimentación

Cohesion Phi UnitWeight Ru

28.00 18.0 15.50 Auto

### Water Properties

Unit weight of water: 9.810 Unit weight of water/medium above ground: 9.810

### Material Profiles (3 profiles)

Profile: 1 (2 points) Material beneath: 1 - Arcilla Compactada

10.00 25.00 100.00 25.00

Profile: 2 (11 points) Material within: 3 - Suelo arcillo limoso cimentación

10.00 10.00 20.25 10.00 35.25 10.00 50.25 8.75 55.50 8.75  
70.00 10.00 84.75 10.00 100.00 10.00 100.00 5.00 10.00 5.00  
10.00 10.00

Profile: 3 (7 points) Material within: 2 - Tablazo meteorizado Compactado

35.00 10.00 50.00 19.25 55.00 19.25 70.00 10.00 55.25 8.75  
50.25 8.75 35.00 10.00

Slope Surface (6 points)

10.00	10.00	20.00	10.00	50.25	20.00	55.00	20.00	85.00	10.00
100.00	10.00								

Phreatic Surface (6 points)

20.25	10.00	35.25	9.75	42.25	13.75	49.75	17.75	55.25	19.25
100.00	19.50								

Failure Surface

Initial non-circular surface for critical search (6 points)

20.00	10.00	33.00	9.25	41.75	10.75	49.00	15.00	52.25	19.00
52.50	20.00								

Variable Restraints

Horizontal range around X-Left: 20.00 Trial positions within range: 5

Horizontal range around X-Right: 18.00 Trial positions within range: 5

Vertical range around Mid-Point: 12.75 Trial positions within range: 5

RESULTS: Analysis 1 - Estabilidad del espaldón aguas abajo, sin sismo

Sarma Non-Vertical Slice Method of Analysis - Non-Circular Failure Surface

Critical Failure Surface Search using Multiple Surface Generation Techniques

Factor of Safety for initial failure surface approximation: 4.10

There were: 75 successful analyses from a total of 125 trial surfaces

50 analyses terminated due to unacceptable geometry

Critical (minimum) Factor of Safety: 3.71

Critical Acceleration (Kc): 0.673

Negative normal stresses exist on the base and/or side of one or more slices - examine slice data and consult the GALENA Help utility

Surface and Results Summary (Lowest 81 Factor of Safety surfaces)

Surface	X-Left	Y-Left	X-Right	Y-Right	Y-Deflection	FoS	Kc
1	10.00	10.00	52.50	20.00	-6.38	3.708	0.673
2	15.00	10.00	52.50	20.00	-6.38	3.754	0.748
3	15.00	10.00	52.50	20.00	-3.19	3.770	0.746

4	20.00	10.00	52.50	20.00	-3.19	3.809	0.797
5	10.00	10.00	57.00	19.33	-6.38	3.893	0.661
6	10.00	10.00	52.50	20.00	-3.19	3.909	0.749
7	20.00	10.00	52.50	20.00	-6.38	3.942	0.923
8	15.00	10.00	57.00	19.33	-6.38	3.948	0.729
9	20.00	10.00	57.00	19.33	-3.19	3.953	0.747
10	15.00	10.00	57.00	19.33	-3.19	3.961	0.706
11	20.00	10.00	57.00	19.33	0.00	3.989	0.753
12	10.00	10.00	48.00	19.26	-6.38	3.992	0.713
13	10.00	10.00	57.00	19.33	-3.19	4.000	0.679
14	15.00	10.00	48.00	19.26	-6.38	4.047	0.784
15	20.00	10.00	52.50	20.00	0.00	4.105	0.845
16	20.00	10.00	57.00	19.33	-6.38	4.141	0.914
17	20.00	10.00	48.00	19.26	-3.19	4.181	0.853
18	15.00	10.00	48.00	19.26	-3.19	4.207	0.822
19	15.00	10.00	57.00	19.33	0.00	4.220	0.796
20	20.00	10.00	48.00	19.26	-6.38	4.289	0.951
21	10.00	10.00	48.00	19.26	-3.19	4.370	0.830



22	15.00	10.00	52.50	20.00	0.00	4.384	0.914
23	20.00	10.00	61.50	17.83	0.00	4.467	0.702
24	10.00	10.00	61.50	17.83	-6.38	4.470	0.660
25	10.00	10.00	57.00	19.33	0.00	4.491	0.844
26	15.00	10.00	43.50	17.77	-6.38	4.575	0.857
27	15.00	10.00	61.50	17.83	-6.38	4.578	0.735
28	10.00	10.00	61.50	17.83	-3.19	4.604	0.673
29	10.00	10.00	43.50	17.77	-6.38	4.611	0.819
30	20.00	10.00	48.00	19.26	0.00	4.614	0.969
31	15.00	10.00	61.50	17.83	-3.19	4.614	0.700
32	20.00	10.00	43.50	17.77	0.00	4.633	1.068
33	15.00	10.00	61.50	17.83	0.00	4.686	0.741
34	20.00	10.00	61.50	17.83	-3.19	4.708	0.697
35	20.00	10.00	43.50	17.77	-3.19	4.731	0.938
36	15.00	10.00	43.50	17.77	-3.19	4.749	0.931
37	20.00	10.00	43.50	17.77	-6.38	4.795	0.952
38	20.00	10.00	61.50	17.83	-6.38	4.811	0.817
39	10.00	10.00	52.50	20.00	0.00	4.824	1.019

40	25.00	11.65	52.50	20.00	-3.19	4.846	1.185
41	10.00	10.00	61.50	17.83	0.00	4.904	0.765
42	25.00	11.65	57.00	19.33	-3.19	4.994	1.037
43	10.00	10.00	43.50	17.77	-3.19	4.996	0.965
44	25.00	11.65	57.00	19.33	0.00	5.038	0.988
45	25.00	11.65	52.50	20.00	-6.38	5.054	1.718
46	15.00	10.00	48.00	19.26	0.00	5.055	1.096
47	25.00	11.65	52.50	20.00	0.00	5.143	1.158
48	15.00	10.00	43.50	17.77	0.00	5.277	1.269
49	25.00	11.65	57.00	19.33	-6.38	5.387	1.319
50	10.00	10.00	48.00	19.26	0.00	5.532	1.248
51	25.00	11.65	48.00	19.26	-3.19	5.582	1.361
52	25.00	11.65	48.00	19.26	-6.38	5.771	1.977
53	25.00	11.65	61.50	17.83	0.00	5.778	0.880
54	30.00	13.31	52.50	20.00	-3.19	5.808	1.490
55	25.00	11.65	48.00	19.26	0.00	5.912	1.371
56	30.00	13.31	52.50	20.00	0.00	6.021	1.378
57	30.00	13.31	57.00	19.33	0.00	6.078	1.148

58	30.00	13.31	57.00	19.33	-3.19	6.178	1.208
59	10.00	10.00	43.50	17.77	0.00	6.203	1.525
60	25.00	11.65	61.50	17.83	-3.19	6.264	0.904
61	25.00	11.65	43.50	17.77	0.00	6.299	1.622
62	30.00	13.31	52.50	20.00	-6.38	6.333	3.821
63	25.00	11.65	43.50	17.77	-3.19	6.650	1.546
64	25.00	11.65	61.50	17.83	-6.38	6.784	1.073
65	30.00	13.31	57.00	19.33	-6.38	6.799	1.914
66	30.00	13.31	48.00	19.26	-3.19	6.907	1.843
67	30.00	13.31	48.00	19.26	0.00	7.027	1.689
68	25.00	11.65	43.50	17.77	-6.38	7.080	2.005
69	30.00	13.31	61.50	17.83	0.00	7.586	0.997
70	30.00	13.31	48.00	19.26	-6.38	7.815	-3.621
71	30.00	13.31	43.50	17.77	0.00	8.134	2.181
72	30.00	13.31	61.50	17.83	-3.19	8.782	1.037
73	30.00	13.31	43.50	17.77	-3.19	8.980	2.259
74	30.00	13.31	61.50	17.83	-6.38	10.052	1.355
75	30.00	13.31	43.50	17.77	-6.38	11.182	0.513

Note: Y-Deflection values are failure surface mid-point vertical distances from the initial failure surface mid-point

Critical Failure Surface (6 points)

10.00	10.00	27.00	6.79	38.44	5.60	47.92	8.63	52.17	14.49
52.50	20.00								

Non-Vertical Slice Geometry (6 slices)

Slice	----- Left Hand Side -----						X-S	----- Base -----		
	X-Top	Y-Top	X-Base	Y-Base	Angle	Length		Area	Angle	Width
1	10.00	10.00	10.00	10.00	0.0	0.00	9.71	-10.7	10.27	10.46
2	20.00	10.00	20.27	8.06	-8.1	1.96	22.97	-10.7	6.73	6.84
3	26.01	11.99	27.00	6.79	-10.7	5.29	80.67	-5.9	11.44	11.50
4	35.83	15.23	38.44	5.60	-15.2	9.98	96.19	17.7	9.48	9.95
5	44.61	18.14	47.92	8.63	-19.2	10.07	47.25	54.0	4.25	7.24
6	50.25	20.00	52.17	14.49	-19.2	5.84	6.20	86.6	0.33	5.52
RHS	52.50	20.00	52.50	20.00	0.0	0.00	-----		-----	
							X-S Area: 262.99	Path Length: 51.52		

Non-Vertical Slice Properties (6 slices)

Slice	Left-Hand-Side		--- Base ---		Weight	Total-Extrnl-Force		- Water-Force -		Effect-Normal-Stress	
	Cohesion	Phi	Cohesion	Phi		Vert	Horiz	Side	Base	Side	Base
1	0.00	0.0	28.00	18.0	150.48	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	20.82
2	28.00	18.0	28.00	18.0	357.95	0.00	0.00	18.67	169.24	62.81	43.13
3	32.59	18.8	31.59	21.1	1282.33	0.00	0.00	49.72	435.68	50.75	99.53
4	43.82	28.1	46.65	34.1	1634.55	0.00	0.00	159.39	693.70	60.16	87.34
5	45.37	31.4	46.65	34.1	814.44	0.00	0.00	323.71	438.19	23.48	37.54
6	45.75	32.2	45.91	32.5	105.82	0.00	0.00	97.01	76.39	-16.19	-16.17
RHS	0.00	0.0					0.00		0.00		
			X-S Weight:		4345.56						

**DATA: Analysis 2 - Estabilidad del espaldón aguas abajo, con 0.4g**

Material Properties (3 materials)

Material: 1 (Mohr-Coulomb Isotropic) - Arcilla Compactada

Cohesion Phi UnitWeight Ru

40.00 20.0 15.80 Auto

Material: 2 (Mohr-Coulomb Isotropic) - Tablazo meteorizado Compactado

Cohesion Phi UnitWeight Ru

46.65 34.1 17.50 Auto

Material: 3 (Mohr-Coulomb Isotropic) - Suelo arcillo limoso cimentación

Cohesion Phi UnitWeight Ru

28.00 18.0 15.50 Auto

### Water Properties

Unit weight of water: 9.810

Unit weight of water/medium above ground: 9.810

### Material Profiles (3 profiles)

Profile: 1 (2 points) Material beneath: 1 - Arcilla Compactada

10.00 25.00 100.00 25.00

Profile: 2 (11 points) Material within: 3 - Suelo arcillo limoso cimentación

10.00 10.00 20.25 10.00 35.25 10.00 50.25 8.75 55.50 8.75

70.00 10.00 84.75 10.00 100.00 10.00 100.00 5.00 10.00 5.00

10.00 10.00

Profile: 3 (7 points) Material within: 2 - Tablazo meteorizado Compactado

35.00	10.00	50.00	19.25	55.00	19.25	70.00	10.00	55.25	8.75
50.25	8.75	35.00	10.00						

Slope Surface (6 points)

10.00	10.00	20.00	10.00	50.25	20.00	55.00	20.00	85.00	10.00
100.00	10.00								

Phreatic Surface (6 points)

20.25	10.00	35.25	9.75	42.25	13.75	49.75	17.75	55.25	19.25
100.00	19.50								

Failure Surface

Initial non-circular surface for critical search (6 points)

20.00	10.00	33.00	9.25	41.75	10.75	49.00	15.00	52.25	19.00
52.50	20.00								

Earthquake Force

Pseudo-static earthquake (seismic) coefficient: 0.400

#### Variable Restraints

Horizontal range around X-Left: 20.00 Trial positions within range: 5

Horizontal range around X-Right: 18.00 Trial positions within range: 5

Vertical range around Mid-Point: 12.75 Trial positions within range: 5

RESULTS: Analysis 2 - Estabilidad del espaldón aguas abajo, con 0.4g

Sarma Non-Vertical Slice Method of Analysis - Non-Circular Failure Surface

Critical Failure Surface Search using Multiple Surface Generation Techniques

Factor of Safety for initial failure surface approximation: 1.71

There were: 75 successful analyses from a total of 125 trial surfaces

50 analyses terminated due to unacceptable geometry

Critical (minimum) Factor of Safety: 1.39

Critical Acceleration (Kc): 0.261



Negative normal stresses exist on the base and/or side of one or more slices - examine slice data and consult the GALENA Help utility

Surface and Results Summary (Lowest 75 Factor of Safety surfaces)

Surface	X-Left	Y-Left	X-Right	Y-Right	Y-Deflection	FoS	Kc
1	10.00	10.00	57.00	19.33	-6.38	1.391	0.261
2	10.00	10.00	61.50	17.83	-6.38	1.394	0.260
3	10.00	10.00	52.50	20.00	-6.38	1.424	0.273
4	15.00	10.00	57.00	19.33	-6.38	1.440	0.329
5	15.00	10.00	61.50	17.83	-6.38	1.444	0.335
6	10.00	10.00	61.50	17.83	-3.19	1.462	0.273
7	10.00	10.00	57.00	19.33	-3.19	1.462	0.279
8	20.00	10.00	61.50	17.83	-3.19	1.462	0.297
9	15.00	10.00	57.00	19.33	-3.19	1.469	0.306
10	15.00	10.00	61.50	17.83	-3.19	1.472	0.300
11	20.00	10.00	57.00	19.33	-3.19	1.483	0.347
12	15.00	10.00	52.50	20.00	-6.38	1.483	0.348
13	20.00	10.00	61.50	17.83	-6.38	1.501	0.417

14	20.00	10.00	61.50	17.83	0.00	1.503	0.302
15	10.00	10.00	48.00	19.26	-6.38	1.523	0.313
16	15.00	10.00	52.50	20.00	-3.19	1.528	0.346
17	20.00	10.00	57.00	19.33	-6.38	1.547	0.514
18	20.00	10.00	57.00	19.33	0.00	1.550	0.353
19	20.00	10.00	52.50	20.00	-3.19	1.561	0.397
20	10.00	10.00	52.50	20.00	-3.19	1.563	0.349
21	15.00	10.00	61.50	17.83	0.00	1.578	0.341
22	15.00	10.00	48.00	19.26	-6.38	1.593	0.384
23	20.00	10.00	52.50	20.00	-6.38	1.601	0.523
24	15.00	10.00	57.00	19.33	0.00	1.639	0.396
25	10.00	10.00	61.50	17.83	0.00	1.644	0.365
26	15.00	10.00	48.00	19.26	-3.19	1.693	0.422
27	20.00	10.00	48.00	19.26	-3.19	1.703	0.453
28	20.00	10.00	52.50	20.00	0.00	1.707	0.445
29	10.00	10.00	43.50	17.77	-6.38	1.720	0.419
30	20.00	10.00	48.00	19.26	-6.38	1.733	0.551
31	10.00	10.00	48.00	19.26	-3.19	1.734	0.430

32	10.00	10.00	57.00	19.33	0.00	1.739	0.444
33	15.00	10.00	43.50	17.77	-6.38	1.762	0.457
34	25.00	11.65	61.50	17.83	-3.19	1.800	0.504
35	25.00	11.65	61.50	17.83	0.00	1.823	0.480
36	25.00	11.65	61.50	17.83	-6.38	1.827	0.673
37	15.00	10.00	52.50	20.00	0.00	1.832	0.514
38	25.00	11.65	57.00	19.33	-3.19	1.860	0.637
39	20.00	10.00	43.50	17.77	-6.38	1.889	0.552
40	15.00	10.00	43.50	17.77	-3.19	1.903	0.531
41	20.00	10.00	43.50	17.77	-3.19	1.904	0.538
42	25.00	11.65	57.00	19.33	-6.38	1.907	0.919
43	25.00	11.65	57.00	19.33	0.00	1.925	0.588
44	20.00	10.00	48.00	19.26	0.00	1.938	0.569
45	10.00	10.00	43.50	17.77	-3.19	1.969	0.565
46	20.00	10.00	43.50	17.77	0.00	2.000	0.668
47	10.00	10.00	52.50	20.00	0.00	2.010	0.619
48	25.00	11.65	52.50	20.00	-3.19	2.017	0.785
49	25.00	11.65	52.50	20.00	-6.38	2.076	1.318

50	30.00	13.31	61.50	17.83	-3.19	2.099	0.637
51	30.00	13.31	61.50	17.83	0.00	2.114	0.597
52	30.00	13.31	57.00	19.33	-3.19	2.131	0.808
53	15.00	10.00	48.00	19.26	0.00	2.141	0.696
54	25.00	11.65	52.50	20.00	0.00	2.173	0.758
55	30.00	13.31	57.00	19.33	0.00	2.218	0.748
56	30.00	13.31	61.50	17.83	-6.38	2.225	0.955
57	30.00	13.31	57.00	19.33	-6.38	2.288	1.514
58	15.00	10.00	43.50	17.77	0.00	2.295	0.869
59	25.00	11.65	48.00	19.26	-3.19	2.337	0.961
60	10.00	10.00	48.00	19.26	0.00	2.350	0.848
61	30.00	13.31	52.50	20.00	-3.19	2.376	1.090
62	25.00	11.65	48.00	19.26	-6.38	2.398	1.577
63	30.00	13.31	52.50	20.00	0.00	2.540	0.978
64	25.00	11.65	48.00	19.26	0.00	2.542	0.971
65	30.00	13.31	52.50	20.00	-6.38	2.580	3.421
66	10.00	10.00	43.50	17.77	0.00	2.676	1.125
67	25.00	11.65	43.50	17.77	-3.19	2.767	1.146

68	25.00	11.65	43.50	17.77	0.00	2.768	1.222
69	25.00	11.65	43.50	17.77	-6.38	2.894	1.605
70	30.00	13.31	48.00	19.26	-3.19	2.906	1.443
71	30.00	13.31	48.00	19.26	0.00	3.044	1.289
72	30.00	13.31	48.00	19.26	-6.38	3.296	-4.021
73	30.00	13.31	43.50	17.77	0.00	3.595	1.781
74	30.00	13.31	43.50	17.77	-3.19	3.776	1.859
75	30.00	13.31	43.50	17.77	-6.38	4.727	0.113

Note: Y-Deflection values are failure surface mid-point vertical distances from the initial failure surface mid-point

Critical Failure Surface (6 points)

10.00	10.00	28.80	6.84	41.45	5.55	51.94	8.30	56.64	13.89
57.00	19.33								

Non-Vertical Slice Geometry (7 slices)

Slice	----- Left Hand Side -----				X-S	----- Base -----				
	X-Top	Y-Top	X-Base	Y-Base	Angle	Length	Area	Angle	Width	Length
1	10.00	10.00	10.00	10.00	0.0	0.00	8.55	-9.5	10.17	10.31
2	20.00	10.00	20.17	8.29	-5.7	1.72	31.23	-9.5	8.63	8.75

3	27.90	12.61	28.80	6.84	-8.9	5.84	99.41	-5.8	12.65	12.72
4	38.89	16.25	41.45	5.55	-13.5	11.00	118.13	14.7	10.48	10.84
5	48.44	19.40	51.94	8.30	-17.5	11.64	21.80	50.0	1.56	2.42
6	50.25	20.00	53.50	10.15	-18.3	10.37	36.05	50.0	3.14	4.88
7	55.00	20.00	56.64	13.89	-15.0	6.33	5.56	86.2	0.36	5.46
RHS	57.00	19.33	57.00	19.33	0.0	0.00	-----		-----	
				X-S Area:	320.73		Path Length:	55.38		

#### Non-Vertical Slice Properties (7 slices)

Slice	Left-Hand-Side		--- Base ---		Weight	Total-Extrnl-Force		- Water-Force -		Effect-Normal-Stress	
	Cohesion	Phi	Cohesion	Phi		Vert	Horiz	Side	Base	Side	Base
1	0.00	0.0	28.00	18.0	132.59	0.00	-53.04	0.00	0.00	0.00	30.38
2	28.00	18.0	28.00	18.0	487.31	0.00	-194.92	0.00	203.12	167.18	64.79
3	33.43	18.9	36.61	25.4	1616.64	0.00	-646.66	47.42	555.62	87.96	147.48
4	44.54	29.7	46.65	34.1	2029.22	0.00	-811.69	274.76	971.71	93.26	48.09
5	46.09	32.9	46.65	34.1	379.00	0.00	-151.60	523.56	222.09	11.54	-13.80
6	46.14	33.0	46.65	34.1	624.77	0.00	-249.91	405.09	339.89	-4.59	-15.58
7	45.67	32.0	44.99	30.6	94.12	0.00	-37.65	146.65	141.72	-40.81	-56.48

RHS 0.00 0.0 ----- 0.00 0.00  
X-S Weight: 5363.65

**DATA: Analysis 4 - Estabilidad del espaldón aguas arriba, con sismo 0.4g**

Material Properties (3 materials)

Material: 1 (Mohr-Coulomb Isotropic) - Arcilla Compactada

Cohesion	Phi	UnitWeight	Ru
40.00	20.0	15.80	Auto

Material: 2 (Mohr-Coulomb Isotropic) - Tablazo meteorizado Compactado

Cohesion	Phi	UnitWeight	Ru
46.65	34.1	17.50	Auto

Material: 3 (Mohr-Coulomb Isotropic) - Suelo arcillo limoso cimentación

Cohesion	Phi	UnitWeight	Ru
28.00	18.0	15.50	Auto

Water Properties

Unit weight of water: 9.810

Unit weight of water/medium above ground: 9.810

Material Profiles (3 profiles)

Profile: 1 (2 points) Material beneath: 1 - Arcilla Compactada

10.00 25.00 100.00 25.00

Profile: 2 (11 points) Material within: 3 - Suelo arcillo limoso cimentación

10.00 10.00 20.25 10.00 35.25 10.00 50.25 8.75 55.50 8.75

70.00 10.00 84.75 10.00 100.00 10.00 100.00 5.00 10.00 5.00

10.00 10.00

Profile: 3 (7 points) Material within: 2 - Tablazo meteorizado Compactado

35.00 10.00 50.00 19.25 55.00 19.25 70.00 10.00 55.25 8.75

50.25 8.75 35.00 10.00

Slope Surface (6 points)

10.00 10.00 20.00 10.00 50.25 20.00 55.00 20.00 85.00 10.00

100.00 10.00



Phreatic Surface (6 points)

20.25 10.00 35.25 9.75 42.25 13.75 49.75 17.75 55.25 19.25  
100.00 19.50

Failure Surface

Initial non-circular surface for critical search (7 points)

53.00 20.00 55.00 17.25 60.75 13.50 67.50 10.25 74.75 8.50  
82.00 8.50 85.00 10.00

Earthquake Force

Pseudo-static earthquake (seismic) coefficient: 0.400

Variable Restraints

Horizontal range around X-Left: 20.00 Trial positions within range: 5

Horizontal range around X-Right: 18.00 Trial positions within range: 5

Vertical range around Mid-Point: 12.75 Trial positions within range: 5

RESULTS: Analysis 4 - Estabilidad del espaldón aguas arriba, con sismo 0.4g

Sarma Non-Vertical Slice Method of Analysis - Non-Circular Failure Surface  
Critical Failure Surface Search using Multiple Surface Generation Techniques  
Factor of Safety for initial failure surface approximation: 1.83

There were: 81 successful analyses from a total of 125 trial surfaces  
44 analyses terminated due to unacceptable geometry

Critical (minimum) Factor of Safety: 1.05

Critical Acceleration (Kc): 0.080

Negative normal stresses exist on the base and/or side of one or more slices - examine slice data and consult the GALENA Help utility

Surface and Results Summary (Lowest 75 Factor of Safety surfaces)

Surface	X-Left	Y-Left	X-Right	Y-Right	Y-Deflection	FoS	Kc
1	58.00	19.00	76.00	13.00	-6.38	1.052	0.080
2	63.00	17.33	85.00	10.00	-6.38	1.059	0.084

3	63.00	17.33	76.00	13.00	-3.19	1.068	0.127
4	63.00	17.33	80.50	11.50	-6.38	1.105	0.166
5	43.00	17.60	89.50	10.00	-3.19	1.272	0.136
6	43.00	17.60	94.00	10.00	-3.19	1.295	0.146
7	43.00	17.60	85.00	10.00	-3.19	1.317	0.196
8	48.00	19.26	89.50	10.00	-3.19	1.326	0.178
9	63.00	17.33	76.00	13.00	-6.38	1.333	0.851
10	43.00	17.60	94.00	10.00	-6.38	1.396	0.338
11	48.00	19.26	94.00	10.00	-3.19	1.411	0.257
12	43.00	17.60	89.50	10.00	-6.38	1.424	0.385
13	48.00	19.26	85.00	10.00	-3.19	1.513	0.721
14	48.00	19.26	89.50	10.00	-6.38	1.516	0.543
15	43.00	17.60	80.50	11.50	-3.19	1.546	0.356
16	43.00	17.60	85.00	10.00	0.00	1.556	0.237
17	48.00	19.26	85.00	10.00	0.00	1.578	0.274
18	48.00	19.26	94.00	10.00	-6.38	1.603	3.779
19	43.00	17.60	85.00	10.00	-6.38	1.613	8.089
20	43.00	17.60	89.50	10.00	0.00	1.658	0.276

21	53.00	20.00	94.00	10.00	-3.19	1.661	0.582
22	48.00	19.26	89.50	10.00	0.00	1.694	0.310
23	53.00	20.00	89.50	10.00	-3.19	1.710	1.516
24	48.00	19.26	80.50	11.50	-3.19	1.763	2.294
25	43.00	17.60	80.50	11.50	-6.38	1.770	-2.382
26	43.00	17.60	94.00	10.00	0.00	1.790	0.334
27	53.00	20.00	85.00	10.00	0.00	1.829	0.429
28	48.00	19.26	94.00	10.00	0.00	1.859	0.390
29	53.00	20.00	85.00	10.00	-3.19	1.899	-1.134
30	58.00	19.00	94.00	10.00	-3.19	1.946	1.098
31	43.00	17.60	76.00	13.00	-3.19	1.957	0.632
32	53.00	20.00	94.00	10.00	-6.38	1.976	-0.672
33	53.00	20.00	89.50	10.00	0.00	1.987	0.468
34	48.00	19.26	85.00	10.00	-6.38	1.992	-0.442
35	43.00	17.60	80.50	11.50	0.00	2.000	0.442
36	58.00	19.00	89.50	10.00	-3.19	2.034	-4.616
37	48.00	19.26	80.50	11.50	0.00	2.040	0.517
38	43.00	17.60	76.00	13.00	-6.38	2.047	-1.261

39	58.00	19.00	85.00	10.00	0.00	2.142	0.641
40	48.00	19.26	76.00	13.00	-3.19	2.172	-4.345
41	63.00	17.33	94.00	10.00	-3.19	2.176	1.844
42	53.00	20.00	94.00	10.00	0.00	2.190	0.561
43	53.00	20.00	89.50	10.00	-6.38	2.223	-0.333
44	48.00	19.26	80.50	11.50	-6.38	2.264	-0.408
45	53.00	20.00	80.50	11.50	-3.19	2.305	-0.633
46	43.00	17.60	76.00	13.00	0.00	2.308	0.557
47	58.00	19.00	94.00	10.00	-6.38	2.316	-0.436
48	48.00	19.26	76.00	13.00	0.00	2.319	0.638
49	58.00	19.00	89.50	10.00	0.00	2.323	0.680
50	58.00	19.00	85.00	10.00	-3.19	2.351	-0.520
51	63.00	17.33	89.50	10.00	-3.19	2.352	-1.655
52	53.00	20.00	80.50	11.50	0.00	2.398	0.789
53	63.00	17.33	85.00	10.00	0.00	2.507	0.870
54	43.00	17.60	85.00	10.00	3.19	2.559	0.639
55	63.00	17.33	94.00	10.00	-6.38	2.665	-0.339
56	58.00	19.00	94.00	10.00	0.00	2.682	0.822

57	48.00	19.26	76.00	13.00	-6.38	2.697	-0.347
58	58.00	19.00	89.50	10.00	-6.38	2.725	-0.202
59	53.00	20.00	85.00	10.00	-6.38	2.748	-0.202
60	48.00	19.26	85.00	10.00	3.19	2.752	0.771
61	53.00	20.00	76.00	13.00	0.00	2.781	0.983
62	58.00	19.00	80.50	11.50	0.00	2.867	1.233
63	63.00	17.33	85.00	10.00	-3.19	2.886	-0.352
64	63.00	17.33	89.50	10.00	0.00	2.889	0.953
65	53.00	20.00	76.00	13.00	-3.19	2.970	-0.370
66	58.00	19.00	80.50	11.50	-3.19	3.056	-0.332
67	43.00	17.60	80.50	11.50	3.19	3.235	0.889
68	63.00	17.33	89.50	10.00	-6.38	3.296	-0.114
69	53.00	20.00	80.50	11.50	-6.38	3.319	-0.200
70	48.00	19.26	80.50	11.50	3.19	3.504	1.099
71	58.00	19.00	76.00	13.00	0.00	3.505	1.628
72	63.00	17.33	94.00	10.00	0.00	3.545	1.304
73	63.00	17.33	80.50	11.50	0.00	3.596	1.684
74	58.00	19.00	85.00	10.00	-6.38	3.623	-0.069

75	63.00	17.33	80.50	11.50	-3.19	4.107	-0.188
76	58.00	19.00	76.00	13.00	-3.19	4.282	-0.139
77	53.00	20.00	76.00	13.00	-6.38	4.384	-0.064
78	63.00	17.33	76.00	13.00	0.00	4.737	2.388
79	58.00	19.00	80.50	11.50	-6.38	4.869	-0.037
80	53.00	20.00	80.50	11.50	3.19	5.106	1.966
81	58.00	19.00	85.00	10.00	3.19	5.828	2.266

Note: Y-Deflection values are failure surface mid-point vertical distances from the initial failure surface mid-point

Critical Failure Surface (7 points)

58.00	19.00	59.12	14.69	62.36	10.18	66.16	6.90	70.23	6.10
74.31	8.33	76.00	13.00						

Non-Vertical Slice Geometry (6 slices)

Slice	----- Left Hand Side -----				X-S	----- Base -----				
	X-Top	Y-Top	X-Base	Y-Base	Angle	Length	Area	Angle	Width	Length
1	58.00	19.00	58.00	19.00	0.0	0.00	5.35	75.4	1.12	4.46
2	60.72	18.09	59.12	14.69	-25.1	3.76	24.27	54.4	3.23	5.55

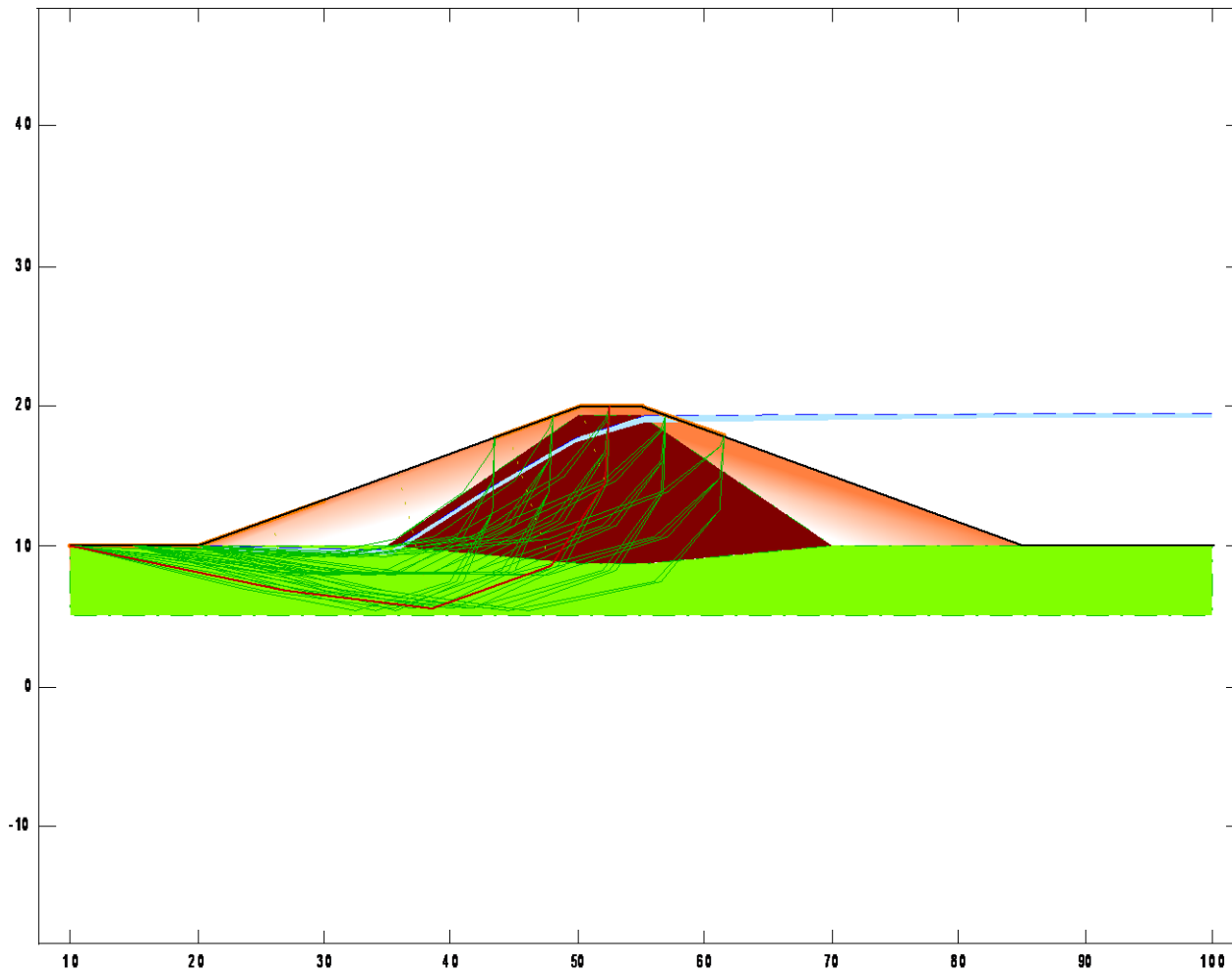
3	64.84	16.72	62.36	10.18	-20.7	7.00	34.63	40.8	3.80	5.02
4	68.70	15.43	66.16	6.90	-16.6	8.91	33.52	11.1	4.08	4.16
5	72.13	14.29	70.23	6.10	-13.0	8.41	22.56	-28.7	4.08	4.65
6	75.17	13.28	74.31	8.33	-9.8	5.02	2.17	-70.1	1.69	4.97
RHS	76.00	13.00	76.00	13.00	0.0	0.00	-----		-----	
							X-S Area: 122.50		Path Length: 28.79	

Non-Vertical Slice Properties (6 slices)

Slice	Left-Hand-Side		--- Base ---		Weight	Total-Extrnl-Force		- Water-Force -		Effect-Normal-Stress	
	Cohesion	Phi	Cohesion	Phi		Vert	Horiz	Side	Base	Side	Base
1	0.00	0.0	43.66	27.8	86.83	19.35	28.28	0.00	105.93	0.00	-44.52
2	43.06	26.5	46.65	34.1	405.55	76.12	136.85	106.36	372.78	-43.00	-27.18
3	43.74	27.9	32.39	21.4	570.06	122.88	187.06	401.22	529.70	-23.60	-2.47
4	37.38	22.3	30.66	20.3	534.09	150.22	163.56	712.25	522.87	-4.38	43.68
5	34.28	19.0	28.00	18.0	353.48	166.22	85.99	754.44	553.24	0.41	191.91
6	35.94	19.3	35.50	19.2	34.24	50.68	-3.20	421.62	423.85	-143.18	-141.49
RHS	0.00	0.0			-----		0.00		0.00		
							X-S Weight: 1984.26				



.27	103.32	-9.80	609.66	614.88	-140.76	-136.56	
RHS	0.00	0.0	-----			0.00	0.00
		X-S Weight:	2605.21				



**GALENA** Versión 4.14

**Material Keys**

- Arilla Compactada
- Tablazo meteorizado Compactado
- Suelo arcillo limoso cimentación

**Analysis 1**

Multiple Stability Analysis

Method: Sarma

Surface: Non-Circular

**Results**

Critical Factor of Safety: 3.71

Critical Acceleration (Kc): 0.673

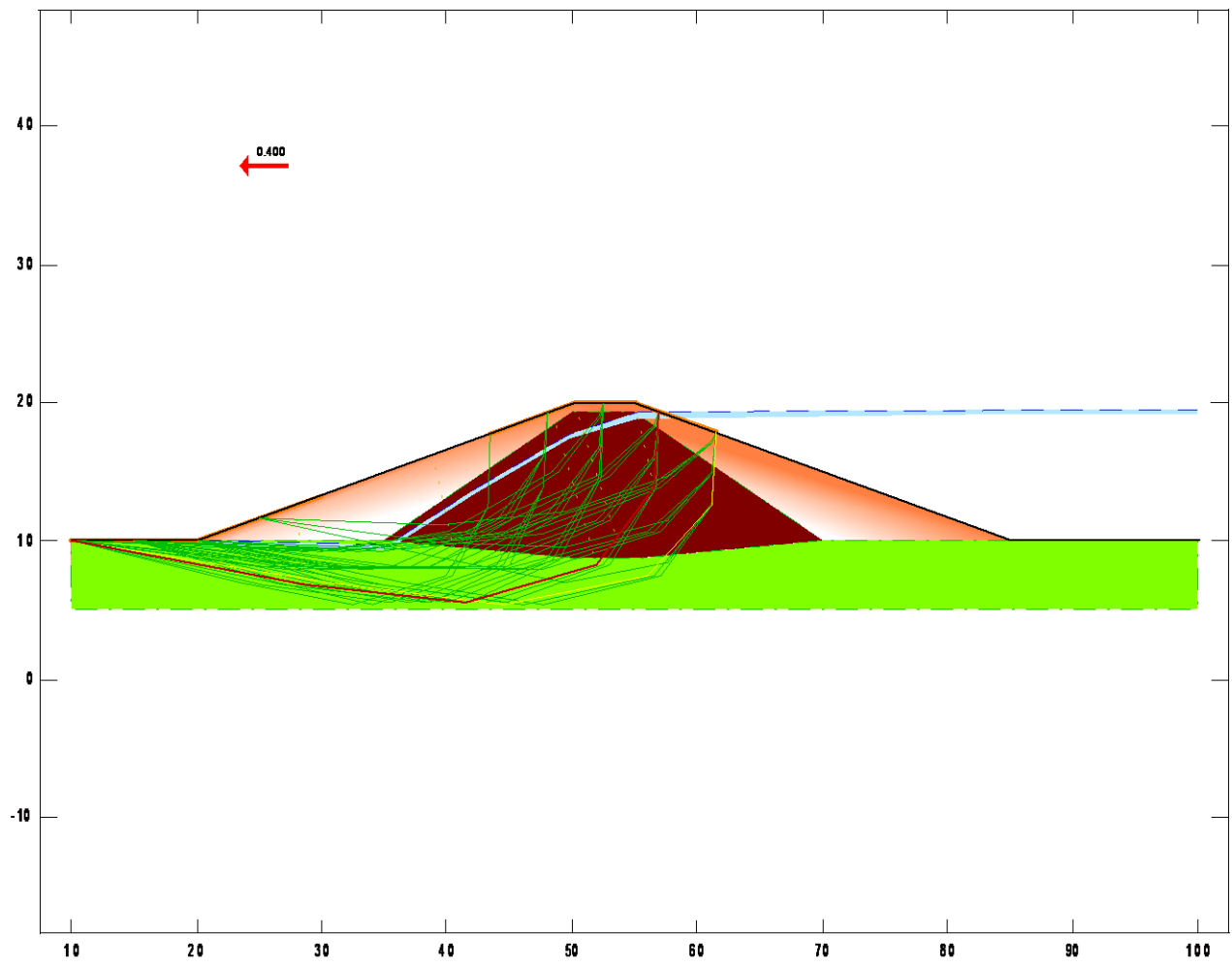
Edited: 1 Aug 2017 Processed: 1 Aug 2017

**Proyect CONTROL DE INUNDACIONES EN AYANGUE**

Estabilidad del espaldón aguas abajo, sin sismo

File: C:\Users\Miguel Ange\Desktop\Presa 1 Ayangue.gmf

**Escuela Superior Politécnica del Litoral**



**GALENA** Versión 6.14

**Material Keys**

- Arilla Compactada
- Tablazo meteorizado Compactado
- Suelo arcillo limoso cimentación

**Analysis 2**

Multiple Stability Analysis  
 Method: Sarma  
 Surface: Non-Circular

**Results**

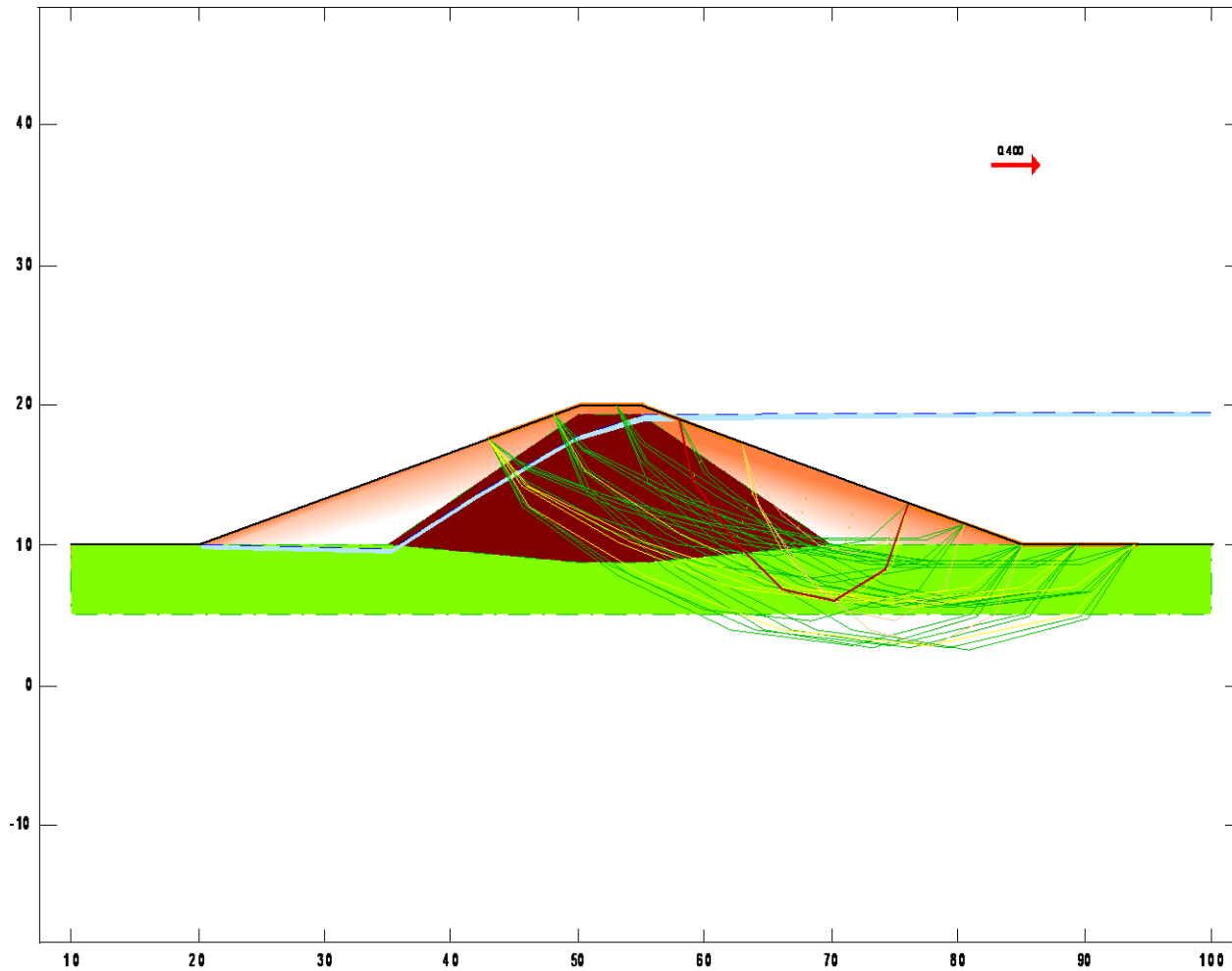
Critical Factor of Safety: 1.39  
 Critical Acceleration (K<sub>c</sub>): 0.261

Edited: 1 Aug 2017 Processed: 1 Aug 2017

**Project** CONTROL DE INUNDACIONES EN AYANGUE  
 Estabilidad del espaldón aguas abajo, con 0.4g

File: C:\Users\Miguel AngeAD esttopi\Presa 1 Ayangue.gmf

**Escuela Superior Politécnica del Litoral**



**GALENA** Versión 6.14

**Material Keys**

- Arilla compactada
- Tablazo meteorizado compactado
- Suelo arcillo limoso cimentación

**Analysis 4**

**Multiple Stability Analysis**  
**Method: Sarma**  
**Surface: Non-Circular**

**Results**

**Critical Factor of Safety: 1.05**  
**Critical Acceleration (Kc): 0.080**

Edited: 1 Aug 2017 Processed: 1 Aug 2017

**Project CONTROL DE INUNDACIONES EN AYANGUE**  
**Estabilidad del espaldón aguas arriba, con sismo 0.4g**

File: C:\Users\Miguel Angel\Desktop\Presa 1 Ayangué.gmf

**Escuela Superior Politécnica del Litoral**

**ANEXO D**  
**CURVAS VERTICALES Y HORIZONTALES DE VÍAS**

Vía hacia resort Cumbres de Ayangué

- Curva vertical #1

<b>PIV 1</b>	<b>0+051.85</b>
Cota (m)	6.64
m1(%)	3.8
m2(%)	-2.1
A	5.9
Lcv(m)	100
PCv	0+001.85
PTv	0+101.85

<b>CURVA VERTICAL #1</b>				
PIV: 0+051.85 Cota: 6.64m	<b>Calculado por:</b> Mishell Rodríguez Reinaldo Salazar <b>Fecha:</b> 17/08/17			
ABSCISA	G(%)	Cota sobre tangente	y	Cota sobre curva
<b>PCV 0+001.85</b>	3.8	4.74	0	4.74
0+020.00	3.8	5.43	0.1	5.33
0+040.00	3.8	6.19	0.43	5.76
<b>PIV 0+051.85</b>	3.8	6.64	0.74	5.9
0+060.00	-2.1	6.47	0.52	5.95
0+080.00	-2.1	6.05	0.14	5.91
0+100.00	-2.1	5.63	0	5.63
<b>PTV 0+101.85</b>	-2.1	5.59	0	5.59

- Curva vertical #2

<b>PIV 2</b>	<b>0+178.92</b>
Cota(m)	3.94
m1(%)	-2.1
m2(%)	3.4
A	5.5
Lcv(m)	40
PCv	0+158.92
PTv	0+198.92

<b>CURVA VERTICAL #2</b>				
PIV: 0+178.92 Cota: 3.94m	<b>Calculado por:</b> Mishell Rodríguez Reinaldo Salazar <b>Fecha:</b> 17/08/17			
ABSCISA	G(%)	Cota sobre tangente	y	Cota sobre curva
<b>PCV 0+158.92</b>	-2.1	4.36	0	4.36
0+160.00	-2.1	4.34	0	4.34
<b>PIV 0+178.92</b>	-2.1	3.94	0.28	4.22
0+180.00	3.4	3.98	0.25	4.23
<b>PTV 0+198.92</b>	3.4	4.62	0	4.62

- Curva vertical #3

<b>PIV 3</b>	<b>0+464.43</b>
Cota (m)	13.69
m1(%)	3.4
m2(%)	7.7
A	4.3
Lcv(m)	150
PCv	0+389.43
PTv	0+539.43

<b>CURVA VERTICAL #3</b>				
PIV: 0+464.43 Cota: 13.69m	<b>Calculado por:</b> Mishell Rodríguez Reinaldo Salazar <b>Fecha:</b> 17/08/17			
ABSCISA	G(%)	Cota sobre tangente	y	Cota sobre curva
<b>PCV 0+389.43</b>	3.4	11.14	0	11.14
0+400.00	3.4	11.5	0.02	11.52
0+420.00	3.4	12.18	0.13	12.31
0+440.00	3.4	12.86	0.37	13.23
0+460.00	3.4	13.54	0.71	14.25
<b>PIV 0+464.43</b>	3.4	13.69	0.81	14.5
0+480.00	7.7	14.89	0.51	15.4
0+500.00	7.7	16.43	0.22	16.65
0+520.00	7.7	17.97	0.05	18.02
<b>PTV 0+539.43</b>	7.7	19.47	0	19.47

- Curva vertical #4

<b>PIV 4</b>	<b>0+653.84</b>
Cota(m)	28.22
m1(%)	7.7
m2(%)	0.6
A	7.1
Lcv(m)	100
PCv	0+603.84
PTv	0+703.84

<b>CURVA VERTICAL #4</b>				
PIV: 0+653.84 Cota: 28.22m	<b>Calculado por:</b> Mishell Rodríguez Reinaldo Salazar <b>Fecha:</b> 17/08/17			
ABSCISA	G(%)	Cota sobre tangente	y	Cota sobre curva
<b>PCV 0+603.84</b>	7.7	24.37	0	24.37
0+620.00	7.7	25.61	0.09	25.52
0+640.00	7.7	27.15	0.46	26.69
<b>PIV 0+653.84</b>	7.7	28.22	0.89	27.33
0+660.00	0.6	28.26	0.68	27.58
0+680.00	0.6	28.38	0.2	28.18
0+700.00	0.6	28.5	0.01	28.49
<b>PTV 0+703.84</b>	0.6	28.52	0	28.52



Vía hacia APESPOL

- Curva vertical #1

<b>PIV 1</b>	<b>0+107.51</b>
Cota (m)	15.77
m1(%)	3.2
m2(%)	7.5
A	4.3
Lcv(m)	50
PCv	0+082.51
PTv	0+132.51

<b>CURVA VERTICAL #1</b>				
PIV: 0+107.51 Cota: 15.77m	<b>Calculado por:</b> Mishell Rodríguez Reinaldo Salazar <b>Fecha:</b> 17/08/17			
ABSCISA	G(%)	Cota sobre tangente	y	Cota sobre curva
<b>PCV 0+082.51</b>	3.2	14.97	0	14.97
0+100.00	3.2	15.53	0.13	15.66
<b>PIV 0+107.51</b>	3.2	15.77	0.27	16.04
0+120.00	7.5	16.71	0.07	16.78
<b>PTV 0+132.51</b>	7.5	17.65	0	17.65

- Curva vertical #2

<b>PIV 1</b>	<b>0+101.36</b>
Cota (m)	29.68
m1(%)	-6.6
m2(%)	-1.9
A	4.7
Lcv(m)	50
PCv	0+076.36
PTv	0+126.36

<b>CURVA VERTICAL #1</b>				
PIV: 0+101.36 Cota: 29.68m	<b>Calculado por:</b> Mishell Rodríguez Reinaldo Salazar <b>Fecha:</b> 17/08/17			
ABSCISA	G(%)	Cota sobre tangente	y	Cota sobre curva
<b>PCV 0+076.36</b>	-6.6	31.33	0	31.33
0+100.00	-6.6	29.77	0.26	30.03
<b>PIV 0+101.36</b>	-6.6	29.68	0.29	29.97
0+120.00	-1.9	29.33	0.02	29.35
<b>PTV 0+126.36</b>	-1.9	29.21	0	29.21

- Curva vertical #3

<b>PIV 1</b>	<b>0+058.40</b>
Cota (m)	27.94
m1(%)	7.5
m2(%)	-5.8
A	13.3
Lcv(m)	80
PCv	0+018.40
PTv	0+098.40

<b>CURVA VERTICAL #1</b>				
PIV: 0+58.40 Cota: 27.94m	<b>Calculado por:</b> Mishell Rodríguez Reinaldo Salazar <b>Fecha:</b> 17/08/17			
ABSCISA	G(%)	Cota sobre tangente	y	Cota sobre curva
<b>PCV 0+018.40</b>	7.5	24.94	0	24.94
0+020.00	7.5	25.06	0	25.06
0+040.00	7.5	26.56	0.39	26.17
<b>PIV 0+058.40</b>	7.5	27.94	1.33	26.61
0+060.00	-5.8	27.85	1.23	26.62
0+080.00	-5.8	26.69	0.28	26.41
<b>PTV 0+098.40</b>	-5.8	25.62	0	25.62

Vía hacia resort Cumbres de Ayangue

	<b>C1</b>	<b>C2</b>	<b>C3</b>
$\alpha$	19°11'33"	22°40'32"	41°31'08"
$\alpha/2$	9°35'46"	11°20'16"	20°45'34"
$\Delta\alpha$	0°17'11"	0°17'11"	0°11'28"
R (m)	100	100	150
E (m)	1.42	1.99	10.41
F (m)	1.40	1.95	9.74
LT (m)	16.91	20.05	56.86
CL (m)	33.34	39.32	106.33
LC (m)	33.50	39.58	108.70
PC	0+039.37	0+237.87	0+695.41
PI	0+056.28	0+257.92	0+752.27
PT	0+072.87	0+277.45	0+804.11

- Curva horizontal #1

<b>CURVA HORIZONTAL IZQUIERDA #1</b>				
PI: 0+56.28 R= 100m $\alpha= 19°11'33''$	<b>Calculado por:</b> Mishell Rodríguez Reinaldo Salazar <b>Fecha:</b> 17/08/17			
ABSCISA	Distancia		Ángulo de replanteo	
	Parcial	Acumulada	Parcial	Acumulado
<b>PC 0+039.37</b>		0		0°00'00"
	0.63		0°10'50"	
0+040.00		0.63		0°10'50"
	20.00		5°43'46"	
0+060.00		20.63		5°54'36"
	12.87		3°41'10"	
<b>PT 0+072.87</b>		33.50		9°35'46"

- Curva horizontal #2

<b>CURVA HORIZONTAL IZQUIERDA #2</b>				
PI: 0+257.92 R= 100m $\alpha = 22^\circ 40' 32''$	<b>Calculado por:</b> Mishell Rodríguez Reinaldo Salazar <b>Fecha:</b> 17/08/17			
ABSCISA	Distancia		Ángulo de replanteo	
	Parcial	Acumulada	Parcial	Acumulado
<b>PC 0+237.87</b>		0		0°00'00''
	2.13		0°36'37''	
0+240.00		2.13		0°36'37''
	20.00		5°43'46''	
0+260.00		22.13		6°20'23''
	17.45		4°59'53''	
<b>PT 0+277.45</b>		39.58		11°20'16''

- Curva horizontal #3

<b>CURVA HORIZONTAL DERECHA #3</b>				
PI: 0+752.27 R= 150m $\alpha = 41^{\circ}31'08''$	<b>Calculado por:</b> Mishell Rodríguez Reinaldo Salazar <b>Fecha:</b> 17/08/17			
ABSCISA	Distancia		Ángulo de replanteo	
	Parcial	Acumulada	Parcial	Acumulado
<b>PC 0+695.41</b>		0		0°00'00''
	4.59		0°52'36''	
0+700.00		4.59		0°52'36''
	20.00		3°49'11''	
0+720.00		24.59		4°41'47''
	20.00		3°49'11''	
0+740.00		44.59		8°30'58''
	20.00		3°49'11''	
0+760.00		64.59		12°20'09''
	20.00		3°49'11''	
0+780.00		84.59		16°09'20''
	20.00		3°49'11''	
0+800.00		104.59		19°58'31''
	4.11		0°47'03''	
<b>PT 0+804.11</b>		108.70		20°45'34''

Vía hacia APESPOL

	<b>C1</b>	<b>C1</b>
$\alpha$	21°41'42"	19°44'43"
$\alpha/2$	10°50'51"	9°52'22"
$\Delta\alpha$	0°17'11"	0°28'39"
R (m)	100	60
E (m)	1.82	0.90
F (m)	1.79	0.89
LT (m)	19.16	10.44
CL (m)	37.64	20.58
LC (m)	37.86	20.68
PC	0+160.61	0+045.28
PI	0+179.77	0+055.72
PT	0+198.47	0+065.96

- Curva horizontal #1

<b>CURVA HORIZONTAL IZQUIERDA #1</b>				
PI: 0+179.77 R= 100m $\alpha= 21^\circ 41' 42''$	<b>Calculado por:</b> Mishell Rodríguez Reinaldo Salazar <b>Fecha:</b> 17/08/17			
ABSCISA	Distancia		Ángulo de replanteo	
	Parcial	Acumulada	Parcial	Acumulado
<b>PC 0+160.61</b>		0		0°00'00"
	19.39		5°33'17"	
0+180.00		19.39		5°33'17"
	18.47		5°17'34"	
<b>PT 0+198.47</b>		37.86		10°50'51"

- Curva horizontal #2

<b>CURVA HORIZONTAL DERECHA #1</b>				
PI: 0+55.72 R= 60m $\alpha = 19^{\circ}44'43''$	<b>Calculado por:</b> Mishell Rodríguez Reinaldo Salazar <b>Fecha:</b> 17/08/17			
ABSCISA	Distancia		Ángulo de replanteo	
	Parcial	Acumulada	Parcial	Acumulado
<b>PC 0+045.28</b>		0		0°00'00''
	14.72		7°01'42''	
0+060.00		14.72		7°01'42''
	5.96		2°50'40''	
<b>PT 0+065.96</b>		20.68		9°52'22''





**OBRA:** CONTROL DE INUNDACIONES EN LA POBLACIÓN DE AYANGUE  
**UBICACIÓN:** CANTÓN SANTA ELENA

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**RUBRO:** 1.20  
**DETALLE:** CASETA DE GUARDIANÍA

**UNIDAD:** m2  
**RENDIMIENTO:** 0.55

**M. - EQUIPOS**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% M/O					0.2937

**SUBTOTAL (M)**

0.2937

**N.- MANO DE OBRA**

DESCRIPCION	CATEGORÍA	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Maestro de obra C1		1.00	3.8200	3.8200	0.5500	2.1010
Carpintero D2		1.00	3.4500	3.4500	0.5500	1.8975
Peón E2		1.00	3.4100	3.4100	0.5500	1.8755

**SUBTOTAL (N)**

5.8740

**O.- MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B
Tabla	u	0.4000	4.5000	1.8000
Cuartón	u	1.0000	2.6000	2.6000
Clavo 2"x 8	Lb	0.0050	0.8200	0.0041
Plancha galvalumen	u	0.8000	13.5800	10.8640
Bisagra cromada	u	0.1000	0.8500	0.0850
Argollas	u	0.0800	0.7700	0.0616
Candado	u	0.0100	6.5000	0.0650

**SUBTOTAL O**

15.4797

**P.- TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
Transporte de madera	U/Km	1.40	0.400	0.5600

**SUBTOTAL (P)**

0.5600

Nota: estos precios no incluyen IVA  
 Guayaquil, septiembre del 2017

<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P):</b>		<b>22.21</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES</b>	22.00%	4.89
<b>OTROS INDIRECTOS</b>		0.00
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>		<b>27.10</b>
<b>VALOR OFERTADO (\$)</b>		<b>27.10</b>

\_\_\_\_\_  
 FIRMA DEL OFERENTE

**OBRA:** CONTROL DE INUNDACIONES EN LA POBLACIÓN DE AYANGUE

**UBICACIÓN:** CANTÓN SANTA ELENA

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**RUBRO:** 1.30  
**DETALLE:** LETRERO DE OBRA

**UNIDAD:** u  
**RENDIMIENTO:**

**M. - EQUIPOS**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R

**SUBTOTAL (M)**

**N.- MANO DE OBRA**

DESCRIPCION	CATEGORÍA	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R

**SUBTOTAL (N)**

**O.- MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B
Rotulo informativo de la obra	u	1.0000	20.0000	20.0000

**SUBTOTAL O**

20.0000

**P.- TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B

**SUBTOTAL (P)**

0.00

Nota: estos precios no incluyen IVA  
Guayaquil, septiembre del 2017

<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P):</b>		<b>20.00</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES</b>	22.00%	4.40
<b>OTROS INDIRECTOS</b>		0.00
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>		<b>24.40</b>
<b>VALOR OFERTADO (\$)</b>		<b>24.40</b>

\_\_\_\_\_  
FIRMA DEL OFERENTE

**OBRA:** CONTROL DE INUNDACIONES EN LA POBLACIÓN DE AYANGUE  
**UBICACIÓN:** CANTÓN SANTA ELENA

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**RUBRO:** 1.40  
**DETALLE:** BATERÍA SANITARIA

**UNIDAD:** mes  
**RENDIMIENTO:**

**M. - EQUIPOS**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R

**SUBTOTAL (M)**

**N.- MANO DE OBRA**

DESCRIPCION	CATEGORÍA	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R

**SUBTOTAL (N)**

**O.- MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B
Contrato mensual de batería sanitaria	u	2.0000	180.0000	360.00

**SUBTOTAL O**

360.00

**P.- TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B

**SUBTOTAL (P)**

0.00

Nota: estos precios no incluyen IVA Guayaquil, septiembre del 2017	<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P):</b>	<b>360.00</b>
	<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES</b>	22.00% 79.20
	<b>OTROS INDIRECTOS</b>	0.00
	<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	439.20
	<b>VALOR OFERTADO (\$)</b>	<b>439.20</b>

FIRMA DEL OFERENTE

**OBRA:** CONTROL DE INUNDACIONES EN LA POBLACIÓN DE AYANGUE  
**UBICACIÓN:** CANTÓN SANTA ELENA

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**RUBRO:** 1.50  
**DETALLE:** TRAZADO Y REPLANTEO

**UNIDAD:** m2  
**RENDIMIENTO:** 0.044

<b>M. - EQUIPOS</b>						
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R	
Herramienta menor					0.05	
Equipo topográfico	1.00	2.5000	2.5000	0.0440	0.1100	
<b>SUBTOTAL (M)</b>					0.1561	
<b>N.- MANO DE OBRA</b>						
DESCRIPCION	CATEGORÍA	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Cadenero		2.00	3.4500	6.9000	0.0440	0.3036
Topógrafo		1.00	3.8200	3.8200	0.0440	0.1681
Peón E2		3.00	3.4100	10.2300	0.0440	0.4501
<b>SUBTOTAL (N)</b>					0.9218	
<b>O.- MATERIALES</b>						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B		
Tabla	u	0.0060	4.5000	0.0270		
Cuartón	u	0.0190	2.6000	0.0494		
Clavo 2" x 8	Lb	0.0020	0.8200	0.0016		
Pintura de caucho	gln	0.0002	15.6200	0.0031		
Cementina (25Kg)	sc	0.0010	1.6000	0.0016		
<b>SUBTOTAL O</b>					0.0828	
<b>P.- TRANSPORTE</b>						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B		
Transporte de madera	u/Km	0.0250	0.4000	0.0100		
<b>SUBTOTAL (P)</b>					0.0100	
<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P):</b>					<b>1.17</b>	
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES</b> 22.00%					0.26	
<b>OTROS INDIRECTOS</b>					0.00	
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>1.43</b>	
<b>VALOR OFERTADO (\$)</b>					<b>1.43</b>	

Nota: estos precios no incluyen IVA  
 Guayaquil, septiembre del 2017

\_\_\_\_\_  
 FIRMA DEL OFERENTE

**OBRA:** CONTROL DE INUNDACIONES EN LA POBLACIÓN DE AYANGUE  
**UBICACIÓN:** CANTÓN SANTA ELENA

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**RUBRO:** 1.60  
**DETALLE:** EXCAVACIÓN SIN CLASIFICAR

**UNIDAD:** m3  
**RENDIMIENTO:** 0.020

**M. - EQUIPOS**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor					0.0286
Excavadora	3.00	38.0000	114.0000	0.0200	2.2800
<b>SUBTOTAL (M)</b>					2.3086

**N.- MANO DE OBRA**

DESCRIPCION	CATEGORÍA	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peon E2		3.00	3.4100	10.2300	0.0200	0.2046
Ayudante Mec.		2.00	3.4500	6.9000	0.0200	0.1380
OP. Excavadora		3.00	3.8200	11.4600	0.0200	0.2292
<b>SUBTOTAL (N)</b>						0.5718

**O.- MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B
<b>SUBTOTAL O</b>				

**P.- TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
<b>SUBTOTAL (P)</b>				0.00

Nota: estos precios no incluyen IVA  
 Guayaquil, septiembre del 2017

<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P):</b>		<b>2.88</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES</b>	22.00%	0.63
<b>OTROS INDIRECTOS</b>		0.00
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>		<b>3.51</b>
<b>VALOR OFERTADO (\$)</b>		<b>3.51</b>

FIRMA DEL OFERENTE

**OBRA:** CONTROL DE INUNDACIONES EN LA POBLACIÓN DE AYANGUE  
**UBICACIÓN:** CANTÓN SANTA ELENA

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**RUBRO:** 2.10  
**DETALLE:** ENSAYOS DE CAMPO

**UNIDAD:** u  
**RENDIMIENTO:** 120.00

**M. - EQUIPOS**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R

**SUBTOTAL (M)**

**N.- MANO DE OBRA**

DESCRIPCION	CATEGORÍA	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R

**SUBTOTAL (N)**

**O.- MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B
Ensayo de campo	u	1.00	7,000.00	7,000.00

**SUBTOTAL O**

7,000.00

**P.- TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B

**SUBTOTAL (P)**

Nota: estos precios no incluyen IVA  
 Guayaquil, septiembre del 2017

<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P):</b>		<b>7,000.00</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES</b>	22.00%	1,540.00
<b>OTROS INDIRECTOS</b>		0.00
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>		<b>8,540.00</b>
<b>VALOR OFERTADO (\$)</b>		<b>8,540.00</b>

FIRMA DEL OFERENTE







**OBRA:** CONTROL DE INUNDACIONES EN LA POBLACIÓN DE AYANGUE  
**UBICACIÓN:** CANTÓN SANTA ELENA

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**RUBRO:** 2.40

**UNIDAD:** m3

**DETALLE:** RELLENO COMPACTADO CON ARCILLA (INC. TRANSPORTE)

**RENDIMIENTO:** 0.03

**M. - EQUIPOS**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% M/O					0.0217
Excavadora	1.00	38.0000	38.0000	0.0200	0.7600
Motoniveladora	1.00	48.0000	48.0000	0.0200	0.9600
Rodillo liso	1.00	35.0000	35.0000	0.0200	0.7000
Tanquero	1.00	25.0000	25.0000	0.0200	0.5000

**SUBTOTAL (M)**

2.9417

**N.- MANO DE OBRA**

DESCRIPCION	CATEGORÍA	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
OP. Excavadora		1.00	3.8200	3.8200	0.0200	0.0764
OP. Motoniveladora		1.00	3.4100	3.4100	0.0200	0.0682
OP. Rodillo liso		1.00	3.8200	3.8200	0.0200	0.0764
OP. Tanquero		1.00	3.8200	3.8200	0.0200	0.0764
Peon E2		2.00	3.4100	6.8200	0.0200	0.1364

**SUBTOTAL (N)**

0.4338

**O.- MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B
Arcilla	m3	1.00	1.6000	1.6000

**SUBTOTAL O**

1.6000

**P.- TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
Transporte de material	m3	1.0000	0.2100	0.2100

**SUBTOTAL (P)**

0.2100

Nota: estos precios no incluyen IVA Guayaquil, septiembre del 2017	<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P):</b>	<b>5.19</b>
	<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES</b> 22.00%	1.14
	<b>OTROS INDIRECTOS</b>	0.00
	<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>6.33</b>
	<b>VALOR OFERTADO (\$)</b>	<b>6.33</b>

FIRMA DEL OFERENTE

**OBRA:** CONTROL DE INUNDACIONES EN LA POBLACIÓN DE AYANGUE  
**UBICACIÓN:** CANTÓN SANTA ELENA

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**RUBRO:** 3.10  
**DETALLE:** GUARDIANÍA

**UNIDAD:** mes  
**RENDIMIENTO:** 100.00

**M. - EQUIPOS**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R

**SUBTOTAL (M)**

**N.- MANO DE OBRA**

DESCRIPCION	CATEGORÍA	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Guardia		1.00	3.5000	3.5000	100.0000	350.0000

**SUBTOTAL (N)**

350.0000

**O.- MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B

**SUBTOTAL O**

**P.- TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B

**SUBTOTAL (P)**

Nota: estos precios no incluyen IVA Guayaquil, septiembre del 2017	<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P):</b>	<b>350.00</b>
	<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES</b> 22.00%	77.00
	<b>OTROS INDIRECTOS</b>	0.00
	<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	427.00
	<b>VALOR OFERTADO (\$)</b>	<b>427.00</b>

\_\_\_\_\_  
 FIRMA DEL OFERENTE



**OBRA:** CONTROL DE INUNDACIONES EN LA POBLACIÓN DE AYANGUE  
**UBICACIÓN:** CANTÓN SANTA ELENA

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**RUBRO:** 3.30  
**DETALLE:** RESTITUCIÓN DE LA CAPA VEGETAL

**UNIDAD:** m2  
**RENDIMIENTO:** 0.20

<b>M. - EQUIPOS</b>					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor	1.00	0.17	0.17		0.17

**SUBTOTAL (M)** 0.17

<b>N.- MANO DE OBRA</b>						
DESCRIPCION	CATEGORÍA	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peón E2		5.00	3.4100	17.05	0.200	3.41

**SUBTOTAL (N)** 3.41

<b>O.- MATERIALES</b>				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B
Capa vegetal	m2	1.00	1.80	1.80

**SUBTOTAL O** 1.80

<b>P.- TRANSPORTE</b>				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B

**SUBTOTAL (P)** 0.00

Nota: estos precios no incluyen IVA Guayaquil, septiembre del 2017	<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P):</b>	<b>5.38</b>
	<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES</b> 22.00%	<b>1.18</b>
	<b>OTROS INDIRECTOS</b>	<b>0.00</b>
	<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>6.56</b>
	<b>VALOR OFERTADO (\$)</b>	<b>6.56</b>

\_\_\_\_\_  
 FIRMA DEL OFERENTE

**OBRA:** CONTROL DE INUNDACIONES EN LA POBLACIÓN DE AYANGUE  
**UBICACIÓN:** CANTÓN SANTA ELENA

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**RUBRO:** 3.40  
**DETALLE:** DESALOJO DE MATERIALES

**UNIDAD:** viaje  
**RENDIMIENTO:** 0.50

**M. - EQUIPOS**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor					0.59
Volqueta 8 m3	2.00	22.00	44.00	0.50	22.00
<b>SUBTOTAL (M)</b>					22.5910

**N.- MANO DE OBRA**

DESCRIPCION	CATEGORÍA	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peón E2		4.00	3.41	13.64	0.500	6.820
Chofer licencia E		2.00	5.00	10.00	0.500	5.000
<b>SUBTOTAL (N)</b>						11.8200

**O.- MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B
<b>SUBTOTAL O</b>				

**P.- TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
<b>SUBTOTAL (P)</b>				

Nota: estos precios no incluyen IVA Guayaquil, septiembre del 2017	<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P):</b>	<b>34.41</b>
	<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES</b> 22.00%	7.57
	<b>OTROS INDIRECTOS</b>	0.00
	<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	41.98
	<b>VALOR OFERTADO (\$)</b>	<b>41.98</b>

FIRMA DEL OFERENTE

**ANEXO F**  
**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS (VÍAS DE ACCESO)**

**OBRA:** DISEÑO DE SOLUCIONES VIALES ESPECIALES EN LA POBLACIÓN DE AYANGUE  
**UBICACIÓN:** CANTÓN SANTA ELENA

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**RUBRO:** 1.10  
**DETALLE:** LIMPIEZA DE TERRENO

**UNIDAD:** m2  
**RENDIMIENTO:** 0.05

**M. - EQUIPOS**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% M/O					0.0425
<b>SUBTOTAL (M)</b>					0.04

**N.- MANO DE OBRA**

DESCRIPCION	CATEGORÍA	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peón E2		5.00	3.4100	17.0500	0.0500	0.8525
<b>SUBTOTAL (N)</b>					0.85	

**O.- MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B
<b>SUBTOTAL O</b>				

**P.- TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
<b>SUBTOTAL (P)</b>				

Nota: estos precios no incluyen IVA Guayaquil, septiembre del 2017	<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P):</b>	<b>0.89</b>
	<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES</b> 22.00%	0.20
	<b>OTROS INDIRECTOS</b>	0.00
	<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	1.09
	<b>VALOR OFERTADO (\$)</b>	<b>1.09</b>

\_\_\_\_\_  
FIRMA DEL OFERENTE

**OBRA:** DISEÑO DE SOLUCIONES VIALES ESPECIALES EN LA POBLACIÓN DE AYANGUE  
**UBICACIÓN:** CANTÓN SANTA ELENA

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**RUBRO:** 1.20  
**DETALLE:** CASETA DE GUARDIANÍA

**UNIDAD:** m2  
**RENDIMIENTO:** 0.40

**M. - EQUIPOS**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% M/O					0.2136

**SUBTOTAL (M)**

0.2136

**N.- MANO DE OBRA**

DESCRIPCION	CATEGORÍA	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Maestro de obra C1		1.00	3.8200	3.8200	0.4000	1.5280
Carpintero D2		1.00	3.4500	3.4500	0.4000	1.3800
Peón E2		1.00	3.4100	3.4100	0.4000	1.3640

**SUBTOTAL (N)**

4.2720

**O.- MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B
Tabla	u	0.4000	4.5000	1.8000
Cuartón	u	1.0000	2.6000	2.6000
Clavo 2"x 8	Lb	0.0050	0.8200	0.0041
Plancha galvanen	u	0.8000	13.5800	10.8640
Bisagra cromada	u	0.1000	0.8500	0.0850
Argollas	u	0.0800	0.7700	0.0616
Candado	u	0.0100	6.5000	0.0650

**SUBTOTAL O**

15.4797

**P.- TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
Transporte de madera	U/Km	1.40	0.400	0.560

**SUBTOTAL (P)**

0.5600

Nota: estos precios no incluyen IVA  
 Guayaquil, septiembre del 2017

<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P):</b>		<b>20.53</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES</b>	22.00%	4.52
<b>OTROS INDIRECTOS</b>		0.00
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>		<b>25.05</b>
<b>VALOR OFERTADO (\$)</b>		<b>25.05</b>

\_\_\_\_\_  
 FIRMA DEL OFERENTE



**OBRA:** DISEÑO DE SOLUCIONES VIALES ESPECIALES EN LA POBLACIÓN DE AYANGUE  
**UBICACIÓN:** CANTÓN SANTA ELENA

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**RUBRO:** 1.30  
**DETALLE:** LETRERO DE OBRA

**UNIDAD:** u  
**RENDIMIENTO:**

<b>M. - EQUIPOS</b>					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R

**SUBTOTAL (M)**

<b>N.- MANO DE OBRA</b>						
DESCRIPCION	CATEGORÍA	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R

**SUBTOTAL (N)**

<b>O.- MATERIALES</b>				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B
Rotulo informativo de la obra	u	1.0000	20.0000	20.0000

**SUBTOTAL O** 20.0000

<b>P.- TRANSPORTE</b>				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B

**SUBTOTAL (P)**

Nota: estos precios no incluyen IVA Guayaquil, septiembre del 2017	<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P):</b>	<b>20.00</b>
	<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES</b> 22.00%	<b>4.40</b>
	<b>OTROS INDIRECTOS</b>	<b>0.00</b>
	<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>24.40</b>
	<b>VALOR OFERTADO (\$)</b>	<b>24.40</b>

\_\_\_\_\_  
 FIRMA DEL OFERENTE

**OBRA:** DISEÑO DE SOLUCIONES VIALES ESPECIALES EN LA POBLACIÓN DE AYANGUE  
**UBICACIÓN:** CANTÓN SANTA ELENA

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**RUBRO:** 1.40  
**DETALLE:** BATERÍA SANITARIA

**UNIDAD:** mes  
**RENDIMIENTO:**

**M. - EQUIPOS**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R

**SUBTOTAL (M)**

**N.- MANO DE OBRA**

DESCRIPCION	CATEGORÍA	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R

**SUBTOTAL (N)**

**O.- MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B
Contrato mensual de batería sanitaria	u	2.0000	180.0000	360.0000

**SUBTOTAL O**

360.0000

**P.- TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B

**SUBTOTAL (P)**

Nota: estos precios no incluyen IVA Guayaquil, septiembre del 2017	<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P):</b>	<b>360.00</b>
	<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES</b> 22.00%	79.20
	<b>OTROS INDIRECTOS</b>	0.00
	<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	439.20
	<b>VALOR OFERTADO (\$)</b>	<b>439.20</b>

FIRMA DEL OFERENTE

**OBRA:** DISEÑO DE SOLUCIONES VIALES ESPECIALES EN LA POBLACIÓN DE AYANGUE  
**UBICACIÓN:** CANTÓN SANTA ELENA

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**RUBRO:** 1.50  
**DETALLE:** TRAZADO Y REPLANTEO

**UNIDAD:** m2  
**RENDIMIENTO:** 0.044

**M. - EQUIPOS**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% M/O					0.0310
Equipo topográfico	1.00	2.5000	2.5000	0.0440	0.1100
<b>SUBTOTAL (M)</b>					0.1410

**N.- MANO DE OBRA**

DESCRIPCION	CATEGORÍA	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Cadenero		1.00	3.4500	3.4500	0.0440	0.1518
Topógrafo		1.00	3.8200	3.8200	0.0440	0.1681
Peón E2		2.00	3.4100	6.8200	0.0440	0.3001
<b>SUBTOTAL (N)</b>						0.6200

**O.- MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B
Tabla	u	0.0060	4.50	0.0270
Cuartón	u	0.0190	2.60	0.0494
Clavo 2" x 8	Lb	0.0020	0.82	0.0016
Pintura de caucho	gln	0.0002	15.62	0.0031
Cementina (25Kg)	sc	0.0010	1.60	0.0016
<b>SUBTOTAL O</b>				0.0828

**P.- TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
Transporte de madera	u/Km	0.0250	0.4000	0.0100
<b>SUBTOTAL (P)</b>				0.0100

Nota: estos precios no incluyen IVA Guayaquil, septiembre del 2017	<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P):</b>	<b>0.85</b>
	<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES</b>	22.00% 0.19
	<b>OTROS INDIRECTOS</b>	0.00
	<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	1.04
	<b>VALOR OFERTADO (\$)</b>	<b>1.04</b>

FIRMA DEL OFERENTE





**OBRA:** DISEÑO DE SOLUCIONES VIALES ESPECIALES EN LA POBLACIÓN DE AYANGUE  
**UBICACIÓN:** CANTÓN SANTA ELENA

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**RUBRO:** 2.10

**UNIDAD:** m3

**DETALLE:** TIERRA ARMADA (INC. TRANSPORTE, TENDIDO Y COMPACTACIÓN)

**RENDIMIENTO:** 0.02

**M. - EQUIPOS**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% M/O					0.0180
Motoniveladora	1.00	48.0000	48.0000	0.0200	0.9600
Rodillo liso	1.00	35.0000	35.0000	0.0200	0.7000
Tanquero	1.00	25.0000	25.0000	0.0200	0.5000
<b>SUBTOTAL (M)</b>					2.1780

**N.- MANO DE OBRA**

DESCRIPCION	CATEGORÍA	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
OP. Motoniveladora		1.00	3.4100	3.4100	0.0200	0.0682
OP. Rodillo liso		1.00	3.8200	3.8200	0.0200	0.0764
OP. Tanquero		1.00	3.8200	3.8200	0.0200	0.0764
Peon E2		2.00	3.4100	6.8200	0.0200	0.1364
<b>SUBTOTAL (N)</b>					0.3600	

**O.- MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B
Geotextil no tejido NT 3000	ml	1.00	2.40	2.40
<b>SUBTOTAL O</b>				2.4000

**P.- TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
<b>SUBTOTAL (P)</b>				0.0000

Nota: estos precios no incluyen IVA Guayaquil, septiembre del 2017	<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P):</b>	<b>4.94</b>
	<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES</b> 22.00%	1.09
	<b>OTROS INDIRECTOS</b>	0.00
	<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>6.03</b>
	<b>VALOR OFERTADO (\$)</b>	<b>6.03</b>

\_\_\_\_\_  
FIRMA DEL OFERENTE

**OBRA:** DISEÑO DE SOLUCIONES VIALES ESPECIALES EN LA POBLACIÓN DE AYANGUE  
**UBICACIÓN:** CANTÓN SANTA ELENA

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**RUBRO:** 2.20 **UNIDAD:** m3  
**DETALLE:** BASE CLASE 2 (INC. TRANSPORTE, TENDIDO Y COMPACTACIÓN) **RENDIMIENTO:** 0.05

<b>M. - EQUIPOS</b>					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% M/O					0.0297
Excavadora	1.00	38.0000	38.0000	0.0400	1.5200
Motoniveladora	1.00	48.0000	48.0000	0.0400	1.9200
Rodillo liso	1.00	35.0000	35.0000	0.0400	1.4000
<b>SUBTOTAL (M)</b>					4.8697

<b>N.- MANO DE OBRA</b>						
DESCRIPCION	CATEGORÍA	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
OP. Excavadora		1.00	3.8200	3.8200	0.0400	0.1528
OP. Motoniveladora		1.00	3.8200	3.8200	0.0400	0.1528
OP. Rodillo liso		1.00	3.8200	3.8200	0.0400	0.1528
Peon E2		1.00	3.4100	3.4100	0.0400	0.1364
<b>SUBTOTAL (N)</b>						0.5948

<b>O.- MATERIALES</b>				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B
Base clase 2	m3	1.0000	5.2000	5.2000
<b>SUBTOTAL O</b>				5.20

<b>P.- TRANSPORTE</b>				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
<b>SUBTOTAL (P)</b>				0.0000

Nota: estos precios no incluyen IVA Guayaquil, septiembre del 2017	<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P):</b>			<b>10.66</b>
	<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES</b>			22.00% 2.35
	<b>OTROS INDIRECTOS</b>			0.00
	<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>			13.01
	<b>VALOR OFERTADO (\$)</b>			<b>13.01</b>

FIRMA DEL OFERENTE

**OBRA:** DISEÑO DE SOLUCIONES VIALES ESPECIALES EN LA POBLACIÓN DE AYANGUE  
**UBICACIÓN:** CANTÓN SANTA ELENA

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**RUBRO:** 2.30  
**DETALLE:** IMPRIMACIÓN ASFÁLTICA

**UNIDAD:** m2  
**RENDIMIENTO:** 0.01

**M. - EQUIPOS**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% M/O					0.01
Distribuidor de asfalto	1.00	40.00	40.00	0.01	0.40
Barredora autopropulsado	1.00	25.00	25.00	0.01	0.25

**SUBTOTAL (M)** 0.66

**N.- MANO DE OBRA**

DESCRIPCION	CATEGORÍA	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
OP. Distribuidor de asfalto		1.00	3.64	3.64	0.010	0.04
OP. Barredora autopropulsado		1.00	3.64	3.64	0.010	0.04
Peón		2.00	3.41	6.82	0.010	0.07

**SUBTOTAL (N)** 0.14

**O.- MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B
Asfalto RC-250	Kg	1.50	0.29	0.44
Diesel	lt.	0.10	0.27	0.03

**SUBTOTAL O** 0.46

**P.- TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B

**SUBTOTAL (P)** 0.00

Nota: estos precios no incluyen IVA Guayaquil, septiembre del 2017	<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P):</b>	<b>1.26</b>
	<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES</b> 22.00%	<b>0.28</b>
	<b>OTROS INDIRECTOS</b>	<b>0.00</b>
	<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>1.54</b>
	<b>VALOR OFERTADO (\$)</b>	<b>1.54</b>

FIRMA DEL OFERENTE



**OBRA:** DISEÑO DE SOLUCIONES VIALES ESPECIALES EN LA POBLACIÓN DE AYANGUE  
**UBICACIÓN:** CANTÓN SANTA ELENA

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**RUBRO:** 2.40

**UNIDAD:** m2

**DETALLE:** CARPETA ASFÁLTICA e=2"

**RENDIMIENTO:** 0.010

**M. - EQUIPOS**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% M/O					0.0054
Distribuidor de asfalto	1.00	40.0000	40.0000	0.0100	0.4000
Rodillo liso	1.00	35.0000	35.0000	0.0100	0.3500
Rodillo neumatico	1.00	35.0000	35.0000	0.0100	0.3500

**SUBTOTAL (M)**

1.1054

**N.- MANO DE OBRA**

DESCRIPCION	CATEGORÍA	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
OP. Distribuidor de asfalto		1.00	3.8200	3.8200	0.0100	0.0382
OP. Rodillo		1.00	3.6400	3.6400	0.0100	0.0364
Peón		1.00	3.4100	3.4100	0.0100	0.0341

**SUBTOTAL (N)**

0.1087

**O.- MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B
Asfalto RC-2	Kg	5.0000	0.6000	3.0000
Agregado para carpeta asfáltica	m3	0.0150	8.7200	0.1308
Material fino cribado	m3	0.1000	10.8000	1.0800

**SUBTOTAL O**

4.2108

**P.- TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B

**SUBTOTAL (P)**

Nota: estos precios no incluyen IVA Guayaquil, septiembre del 2017	<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P):</b>	<b>5.42</b>
	<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES</b> 22.00%	<b>1.19</b>
	<b>OTROS INDIRECTOS</b>	<b>0.00</b>
	<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>6.61</b>
	<b>VALOR OFERTADO (\$)</b>	<b>6.61</b>

FIRMA DEL OFERENTE

**OBRA:** DISEÑO DE SOLUCIONES VIALES ESPECIALES EN LA POBLACIÓN DE AYANGUE  
**UBICACIÓN:** CANTÓN SANTA ELENA

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**RUBRO:** 2.50  
**DETALLE:** PANTALLA IMPERMEABLE CON GEOMEMBRANA e=2mm

**UNIDAD:** m2  
**RENDIMIENTO:** 0.20

**M. - EQUIPOS**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% M/O					0.0532
<b>SUBTOTAL (M)</b>					0.0532

**N.- MANO DE OBRA**

DESCRIPCION	CATEGORÍA	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peón E2		2.00	3.4100	6.8200	0.1000	0.6820
Maestro C1		1.00	3.8200	3.8200	0.1000	0.3820
<b>SUBTOTAL (N)</b>						1.0640

**O.- MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B
Geomembrana polietileno 2.00mm	ml	1.0000	2.8000	2.8000
<b>SUBTOTAL O</b>				2.8000

**P.- TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
<b>SUBTOTAL (P)</b>				0.00

Nota: estos precios no incluyen IVA  
 Guayaquil, septiembre del 2017

<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P):</b>		<b>3.92</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES</b>	22.00%	0.86
<b>OTROS INDIRECTOS</b>		0.00
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>		<b>4.78</b>
<b>VALOR OFERTADO (\$)</b>		<b>4.78</b>

\_\_\_\_\_  
 FIRMA DEL OFERENTE

**OBRA:** DISEÑO DE SOLUCIONES VIALES ESPECIALES EN LA POBLACIÓN DE AYANGUE  
**UBICACIÓN:** CANTÓN SANTA ELENA

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**RUBRO:** 2.60  
**DETALLE:** BLOQUEO DE FLUJO

**UNIDAD:** ml  
**RENDIMIENTO:** 0.20

**M. - EQUIPOS**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% M/O					0.1064
<b>SUBTOTAL (M)</b>					0.1064

**N.- MANO DE OBRA**

DESCRIPCION	CATEGORÍA	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peón E2		2.00	3.4100	6.8200	0.2000	1.3640
Maestro C1		1.00	3.8200	3.8200	0.2000	0.7640
<b>SUBTOTAL (N)</b>						2.1280

**O.- MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B
Bloque	u	2.50	0.70	1.75
Mortero	m3	0.50	0.20	0.10
<b>SUBTOTAL O</b>				1.85

**P.- TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
Transporte de bloque	u	2.5000	0.0800	0.2000
<b>SUBTOTAL (P)</b>				0.2000

Nota: estos precios no incluyen IVA Guayaquil, septiembre del 2017	<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P):</b>	<b>4.28</b>
	<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES</b> 22.00%	0.94
	<b>OTROS INDIRECTOS</b>	0.00
	<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>5.22</b>
	<b>VALOR OFERTADO (\$)</b>	<b>5.22</b>

\_\_\_\_\_  
 FIRMA DEL OFERENTE

**OBRA:** DISEÑO DE SOLUCIONES VIALES ESPECIALES EN LA POBLACIÓN DE AYANGUE  
**UBICACIÓN:** CANTÓN SANTA ELENA

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**RUBRO:** 3.10  
**DETALLE:** EXCAVACIÓN Y RELLENO (CUNETETA)

**UNIDAD:** m3  
**RENDIMIENTO:** 0.30

**M. - EQUIPOS**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% M/O					0.2110
<b>SUBTOTAL (M)</b>					0.2100

**N.- MANO DE OBRA**

DESCRIPCION	CATEGORÍA	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peon E2		3.00	3.4100	10.2300	0.3000	3.0690
Maestro C1		1.00	3.8200	3.8200	0.3000	1.1460
<b>SUBTOTAL (N)</b>						4.2200

**O.- MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B
<b>SUBTOTAL O</b>				

**P.- TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
<b>SUBTOTAL (P)</b>				0.00

Nota: estos precios no incluyen IVA Guayaquil, septiembre del 2017	<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P):</b>	<b>4.43</b>
	<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES</b> 22.00%	<b>0.97</b>
	<b>OTROS INDIRECTOS</b>	<b>0.00</b>
	<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>5.40</b>
	<b>VALOR OFERTADO (\$)</b>	<b>5.40</b>

\_\_\_\_\_  
 FIRMA DEL OFERENTE

**OBRA:** DISEÑO DE SOLUCIONES VIALES ESPECIALES EN LA POBLACIÓN DE AYANGUE  
**UBICACIÓN:** CANTÓN SANTA ELENA

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**RUBRO:** 3.20  
**DETALLE:** HORMIGÓN SIMPLE F'C= 180 Kg/cm2 (CUNETETA)

**UNIDAD:** m3  
**RENDIMIENTO:** 0.50

**M. - EQUIPOS**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor					0.7388
Concreteira 1 saco	1.00	3.1300	3.1300	0.5000	1.5650
<b>SUBTOTAL (M)</b>					2.3038

**N.- MANO DE OBRA**

DESCRIPCION	CATEGORÍA	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peón E2		6.00	3.4100	20.4600	0.5000	10.2300
Maestro C1		1.00	3.4500	3.4500	0.5000	1.7250
Albañil		2.00	2.8200	5.6400	0.5000	2.8200
<b>SUBTOTAL (N)</b>						14.7750

**O.- MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B
Cemento tipo I (50Kg)	kg	300.0000	0.1400	42.0000
Piedra 3/4"	m3	0.9000	13.0000	11.7000
Arena	m3	0.6500	12.7000	8.2550
Agua	m3	0.1600	1.5000	0.2400
Encofrado especial	m2	4.0000	8.1000	32.4000
<b>SUBTOTAL O</b>				94.60

**P.- TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
Transporte de material petreo	m3/Km	31.00	0.21	6.51
Transporte de cemento	kg/Km	300.00	0.01	3.30
Transporte de madera	m2/Km	4.00	0.40	1.60
<b>SUBTOTAL (P)</b>				11.41

Nota: estos precios no incluyen IVA Guayaquil, septiembre del 2017	<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P):</b>	<b>123.08</b>
	<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES</b> 22.00%	27.08
	<b>OTROS INDIRECTOS</b>	0.00
	<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	150.16
	<b>VALOR OFERTADO (\$)</b>	<b>150.16</b>

FIRMA DEL OFERENTE

**OBRA:** DISEÑO DE SOLUCIONES VIALES ESPECIALES EN LA POBLACIÓN DE AYANGUE  
**UBICACIÓN:** CANTÓN SANTA ELENA

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**RUBRO:** 4.10  
**DETALLE:** GUARDIANÍA

**UNIDAD:** mes  
**RENDIMIENTO:** 100.000

**M. - EQUIPOS**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R

**SUBTOTAL (M)**

**N.- MANO DE OBRA**

DESCRIPCION	CATEGORÍA	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Guardia		1.00	3.5000	3.5000	100.0000	350.0000

**SUBTOTAL (N)**

350.0000

**O.- MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B

**SUBTOTAL O**

**P.- TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B

**SUBTOTAL (P)**

Nota: estos precios no incluyen IVA Guayaquil, septiembre del 2017	<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P):</b>	<b>350.00</b>
	<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES</b> 22.00%	<b>77.00</b>
	<b>OTROS INDIRECTOS</b>	<b>0.00</b>
	<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>427.00</b>
	<b>VALOR OFERTADO (\$)</b>	<b>427.00</b>

FIRMA DEL OFERENTE

**OBRA:** DISEÑO DE SOLUCIONES VIALES ESPECIALES EN LA POBLACIÓN DE AYANGUE  
**UBICACIÓN:** CANTÓN SANTA ELENA

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**RUBRO:** 4.20  
**DETALLE:** LIMPIEZA GENERAL DE OBRA

**UNIDAD:** mes  
**RENDIMIENTO:** 4.00

<b>M. - EQUIPOS</b>					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor					3.4100
<b>SUBTOTAL (M)</b>					3.4100

<b>N.- MANO DE OBRA</b>						
DESCRIPCION	CATEGORÍA	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peón E2		5.00	3.4100	17.0500	4.0000	68.2000
<b>SUBTOTAL (N)</b>						68.2000

<b>O.- MATERIALES</b>				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B
<b>SUBTOTAL O</b>				

<b>P.- TRANSPORTE</b>				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
<b>SUBTOTAL (P)</b>				

Nota: estos precios no incluyen IVA Guayaquil, septiembre del 2017	<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P):</b>	<b>71.61</b>
	<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES</b> 22.00%	15.75
	<b>OTROS INDIRECTOS</b>	0.00
	<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>87.36</b>
	<b>VALOR OFERTADO (\$)</b>	<b>87.36</b>

\_\_\_\_\_  
 FIRMA DEL OFERENTE

**OBRA:** DISEÑO DE SOLUCIONES VIALES ESPECIALES EN LA POBLACIÓN DE AYANGUE  
**UBICACIÓN:** CANTÓN SANTA ELENA

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**RUBRO:** 4.30

**UNIDAD:** m

**DETALLE:** PINTURA REFLECTIVA SOBRE EL PAVIMENTO

**RENDIMIENTO:** 0.03

**M. - EQUIPOS**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor					0.0283
Franjadora	1.00	8.0000	8.0000	0.0300	0.2400
Camioneta doble tracción	1.00	5.0000	5.0000	0.0300	0.1500

**SUBTOTAL (M)**

0.4183

**N.- MANO DE OBRA**

DESCRIPCION	CATEGORÍA	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peón E2		3.41	3.0000	10.2300	0.0300	0.3069
OP. Franjadora		3.64	1.0000	3.6400	0.0300	0.1092
Chofer licencia E		5.00	1.0000	5.0000	0.0300	0.1500

**SUBTOTAL (N)**

0.5661

**O.- MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B
Pintura de tráfico	gl	0.0100	29.5000	0.2950
Diluyente	gl	0.0080	7.3300	0.0586

**SUBTOTAL O**

0.3500

**P.- TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B

**SUBTOTAL (P)**

0.00

Nota: estos precios no incluyen IVA Guayaquil, septiembre del 2017	<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P):</b>	<b>1.33</b>
	<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES</b> 22.00%	0.29
	<b>OTROS INDIRECTOS</b>	0.00
	<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>1.62</b>
	<b>VALOR OFERTADO (\$)</b>	<b>1.62</b>

\_\_\_\_\_  
FIRMA DEL OFERENTE



**OBRA:** DISEÑO DE SOLUCIONES VIALES ESPECIALES EN LA POBLACIÓN DE AYANGUE  
**UBICACIÓN:** CANTÓN SANTA ELENA

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**RUBRO:** 4.40  
**DETALLE:** DESALOJO DE MATERIALES

**UNIDAD:** viaje  
**RENDIMIENTO:** 0.50

<b>M. - EQUIPOS</b>					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor					0.30
Volqueta 8 m3	1.00	22.00	22.00	0.50	11.00
<b>SUBTOTAL (M)</b>					11.2955

<b>N.- MANO DE OBRA</b>						
DESCRIPCION	CATEGORÍA	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peón E2		2.00	3.41	6.82	0.500	3.410
Chofer licencia E		1.00	5.00	5.00	0.500	2.500
<b>SUBTOTAL (N)</b>						5.9100

<b>O.- MATERIALES</b>				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B
<b>SUBTOTAL O</b>				0.00

<b>P.- TRANSPORTE</b>				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
<b>SUBTOTAL (P)</b>				0.00

Nota: estos precios no incluyen IVA Guayaquil, septiembre del 2017	<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P):</b>	<b>17.21</b>
	<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES</b> 22.00%	<b>3.79</b>
	<b>OTROS INDIRECTOS</b>	<b>0.00</b>
	<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>21.00</b>
	<b>VALOR OFERTADO (\$)</b>	<b>21.00</b>

\_\_\_\_\_  
 FIRMA DEL OFERENTE

# **BIBLIOGRAFÍA**

Clover Associates. (8 de mayo de 2017). *GALENA SOFTWARE*. Obtenido de GALENA, slope stability analysis system: <http://www.galenasoftware.com/html/briefly.html>

Farinango, D. (2014). *Análisis comparativo de costos entre el pavimento rígido y pavimento flexible. (Tesis de pregrado)*. Quito: Universidad Central del Ecuador.

French Committee on Large Dams. (2002). *Small dams, guidelines for design, construction and monitoring*. Cemagref Editions and Engref (France).

GeoStru software. (2015). *SLOPE 2015*. Obtenido de GeoStru software.

Gobierno Autónomo Descentralizado de Colonche. (2007). *Comuna Ayangue*. Obtenido de Gobierno Autónomo Descentralizado de Colonche: <http://www.colonche.gob.ec/>

Gobierno Comunal Ayangue. (2017). *Historia de Ayangue*. Ayangue: Gobierno Comunal Ayangue.

Iñiguez, J. B. (2011). Métodos para el análisis de la estabilidad de pendientes. *MASKANA*, 2-7.

Ministerio de Obras Públicas. (2003). *Manual de Diseño Geométrico*. Quito: Ministerio de Obras Públicas.

NEC-SE-GC. (2015). *Norma ecuatoriana de la construcción* . Quito: Dirección de comunicación social: MIDUVI.

Riviera, I. N. (2014). *Trabajo de titulación. Modelo de Gestión Administrativa para la Comuna Febres Cordero, Parroquia Colonche, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena*. La Libertad, Santa Elena, Ecuador.

Terreros, C. (2004). *Mecánica de Suelos Práctica*. Guayaquil : ESPOL.