

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA  
DIRECCIÓN DE POSGRADO  
MAESTRÍA EN VÍAS TERRESTRES

**TEMA:**

---

**“MODELO DE APLICACIÓN TECNOLÓGICO PARA  
ESTABILIZACIÓN DE TALUDES Y SU INCIDENCIA EN LA  
DISMINUCIÓN DE LOS ACCIDENTES DE TRÁNSITO EN LA VÍA  
INTERCANTONAL AMBATO - PILLARO”**

---

Trabajo de Titulación  
Previo a la obtención del Grado Académico de Magíster en Vías  
Terrestres

**Autor:** Ing. Mauro Rubén Castro Barreno

**Director:** Ing. Segundo Francisco Pazmiño Gavilanes, Mg.

Ambato – Ecuador

2015

## **Al Consejo de Posgrado de la Universidad Técnica de Ambato**

El Tribunal de Defensa del Trabajo de Titulación presidido por Ingeniero Segundo Francisco Pazmiño Gavilanes Magister, Presidente del Tribunal e integrado por los señores Ingeniero Víctor Hugo Paredes Sandoval Magister, Ingeniero Fabián Rodrigo Morales Fiallos Magister, Ingeniero Carlos Patricio Navarro Peñaherrera Magister, Miembros del Tribunal de Defensa, designados por el Consejo de Posgrado de la Universidad Técnica de Ambato, para receptor la defensa oral del trabajo de titulación con el tema: “Modelo de Aplicación Tecnológico para Estabilización de Taludes y su Incidencia en la Disminución de los Accidentes de Tránsito en la Vía Intercantonal Ambato - Píllaro”, elaborado y presentado por el señor Ingeniero Mauro Rubén Castro Barreno, para optar por el Grado Académico de Magister en Vías Terrestres.

Una vez escuchada la defensa oral el Tribunal aprueba y remite el trabajo de titulación para uso y custodia en las bibliotecas de la UTA.

-----  
Ing. Segundo Francisco Pazmiño Gavilanes, Mg.  
Presidente del Tribunal de Defensa

-----  
Ing. Víctor Hugo Paredes Sandoval, Mg.  
Miembro del Tribunal

-----  
Ing. Fabián Rodrigo Morales Fiallos, Mg.  
Miembro del Tribunal

-----  
Ing. Carlos Patricio Navarro Peñaherrera, Mg.  
Miembro del Tribunal

## **Autoría de Investigación**

La responsabilidad de las opiniones, comentarios y críticas emitidas en el trabajo de titulación con el tema: “MODELO DE APLICACIÓN TECNOLÓGICO PARA ESTABILIZACIÓN DE TALUDES Y SU INCIDENCIA EN LA DISMINUCIÓN DE LOS ACCIDENTES DE TRÁNSITO EN LA VÍA AMBATO - PÍLLARO”, le corresponde exclusivamente al: Ingeniero Mauro Rubén Castro Barreno, Autor bajo la Dirección de Ingeniero Segundo Francisco Pazmiño Gavilanes Magister, Director del trabajo de titulación; y el patrimonio intelectual a la Universidad Técnica de Ambato.

-----  
Ing. Mauro Rubén Castro Barreno

**Autor**

-----  
Ing. Segundo Francisco Pazmiño Gavilanes, Mg.

**Director**

## **Derechos de Autor**

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga uso de este trabajo de titulación como un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación.

Cedo los Derechos de mi trabajo de titulación, con fines de difusión pública, además autorizo su reproducción dentro de las regulaciones de la Universidad.

-----  
Ing. Mauro Rubén Castro Barreno  
c.c. 0501879548

## **Dedicatoria**

Por toda la paciencia y tiempo que tuvieron  
que verse privados de mi compañía dedico  
este trabajo a las personas más importantes  
de mi vida: mi esposa, mis hijos, hermanos,  
y a mis Padres

Mauro

## **Agradecimientos**

A mi Director Ing. Segundo  
Francisco Pazmiño Gavilanes, Mg.  
por su paciencia, sus conocimientos  
valiosos y todo el tiempo que dedicó  
en las reuniones para dirigir este  
trabajo.

**Mauro**

## Índice General

### Páginas Preliminares

|  |       |
|--|-------|
| Portada .....  | i     |
| Al Consejo de Posgrado de la Universidad Técnica de Ambato ..... | ii    |
| Autoría de Investigación .....                                   | iii   |
| Derechos de Autor .....  | iv    |
| Dedicatoria .....  | v     |
| Agradecimientos .....  | vi    |
| Índice General .....   | vii   |
| Índice de Figuras .....  | xi    |
| Índice de Tablas .....   | xiii  |
| Índice de Gráficos .....   | xv    |
| Índice de Fotos .....  | xvii  |
| Resumen Ejecutivo .....  | xix   |
| Executive Summary .....  | xviii |

|                    |   |
|--------------------|---|
| Introducción ..... | 1 |
|--------------------|---|

|   |    |
|---|----|
| Capítulo 1 El Problema de Investigación ..... | 2  |
| 1.1 Tema de Investigación .....               | 2  |
| 1.2 Planteamiento del Problema .....          | 2  |
| 1.2.1 Contextualización .....                 | 2  |
| 1.2.2 Análisis crítico .....                  | 8  |
| 1.2.3 Prognosis .....                         | 9  |
| 1.2.4 Formulación del problema .....          | 9  |
| 1.2.5 Preguntas directrices .....             | 9  |
| 1.2.6 Delimitación .....                      | 10 |
| 1.3 Justificación .....                       | 10 |
| 1.4 Objetivos .....                           | 11 |
| 1.4.1 Objetivo general .....                  | 11 |
| 1.4.2 Objetivos específicos .....             | 11 |
| Capítulo 2 Marco Teórico .....                | 12 |
| 2.1 Antecedentes Investigativos .....         | 12 |

|  |   |    |
|--|---|----|
| 2.2  | Fundamentación Filosófica .....   | 14 |
| 2.3  | Fundamentación Legal .....  | 15 |
| 2.4  | Categorías Fundamentales .....  | 16 |
| 2.4.1  | Visión dialéctica de conceptualizaciones que sustentan las variables del problema ..... | 16 |
| 2.4.2  | Tipología y desarrollo de los movimientos en los suelos .....                           | 18 |
| 2.4.3  | Tipos de movimientos .....  | 23 |
| 2.4.4  | Factores condicionantes y desencadenantes .....   | 26 |
| 2.4.5  | Reconocimientos generales localización de zonas inestables .....                        | 28 |
| 2.4.6  | Investigaciones de detalle .....  | 29 |
| 2.4.7  | Análisis de estabilidad de taludes .....  | 32 |
| 2.4.8  | Prevención, Estabilización, y diseño .....  | 35 |
| 2.4.9  | Súper ordenación conceptual.....  | 38 |
| 2.4.10   | Sub ordenación conceptual.....  | 39 |
| 2.5  | Hipótesis.....  | 39 |
| 2.6  | Señalamiento de variables de la hipótesis.....  | 39 |
| Capítulo 3 Metodología de la Investigación ..... |   | 41 |
| 3.1  | Enfoque .....   | 41 |
| 3.2  | Modalidad Básica de la Investigación.....   | 41 |
| 3.2.1  | Investigación de campo .....  | 41 |
| 3.2.2  | Investigación bibliográfica-documental .....  | 42 |
| 3.2.3  | Investigación experimental.....   | 42 |
| 3.3  | Nivel o tipo de investigación .....   | 43 |
| 3.3.1  | Investigación exploratoria .....  | 43 |
| 3.3.2  | Investigación descriptiva.....  | 44 |
| 3.3.3  | Investigación asociación de variables (correlacional).....                              | 44 |
| 3.3.4  | Investigación explicativa .....   | 45 |
| 3.4  | Población y muestra .....   | 46 |
| 3.4.1  | Población.....  | 46 |
| 3.4.2  | Muestra.....  | 46 |
| 3.5  | Operacionalización de las variables .....   | 45 |
| 3.5.1  | Operacionalización de la variable independiente .....                                   | 45 |
| 3.5.2  | Operacionalización de la variable dependiente .....                                     | 46 |
| 3.6  | Recolección de información.....   | 47 |



|   |    |
|---|----|
| 3.6.1 Plan para la recolección de información .....         | 47 |
| 3.7 Procesamiento y análisis .....                          | 52 |
| 3.7.1 Plan de procesamiento de información .....            | 52 |
| 3.7.2 Plan de análisis e interpretación de resultados ..... | 52 |
| Capítulo 4 Análisis e Interpretación de Resultados.....     | 54 |
| 4.1 Análisis e Interpretación de Resultados.....            | 54 |
| 4.2 Verificación de la Hipótesis.....                       | 64 |
| Capítulo 5 Conclusiones y Recomendaciones.....              | 69 |
| 5.1 Conclusiones .....                                      | 69 |
| 5.2 Recomendaciones .....                                   | 70 |
| Capítulo 6 Propuesta de la Investigación.....               | 71 |
| 6.1 Datos Informativos.....                                 | 71 |
| 6.1.1 Título .....  | 71 |
| 6.1.2 Institución ejecutora.....                            | 71 |
| 6.1.3 Beneficiarios .....                                   | 71 |
| 6.1.4 Ubicación.....  | 72 |
| 6.1.5 Tiempo estimado para la ejecución .....               | 72 |
| 6.1.6 Equipo técnico responsable .....                      | 72 |
| 6.1.7 Costo.....  | 72 |
| 6.2 Antecedentes de la Propuesta.....                       | 74 |
| 6.3 Justificación .....                                     | 74 |
| 6.4 Objetivos.....  | 75 |
| 6.4.1 Objetivo General .....                                | 75 |
| 6.4.2 Objetivos Específicos.....                            | 75 |
| 6.5 Análisis de Factibilidad .....                          | 76 |
| 6.5.1 Localización .....                                    | 76 |
| 6.5.2 Tecnología .....                                      | 76 |
| 6.5.3 Ejecución.....  | 76 |
| 6.5.4 Organizacional.....                                   | 76 |
| 6.5.5 Económico Financiero.....                             | 77 |
| 6.5.6 Ambiental .....                                       | 77 |

|  |         |
|--|---------|
| 6.5.7 Legal .....  | 77      |
| 6.5.8 Política .....   | 77      |
| 6.6 Fundamentación Teórica Científica .....                          | 77      |
| 6.6.1 Modelo de estabilización mediante anclajes .....               | 80      |
| 6.6.3 Modelo de estabilización mediante malla .....                  | 88      |
| 6.6.4 Modelo de estabilización con hidrosiembra controlada .....     | 92      |
| 6.7 Metodología (Modelo Operativo) .....                             | 99      |
| 6.7.1 Identificación de tipos de deslizamientos .....                | 99      |
| 6.7.2 Evaluación de los movimientos .....                            | 100     |
| 6.7.3 Análisis de los tipos de suelos .....                          | 107     |
| 6.7.4 Desarrollo del modelo tecnológico .....                        | 110     |
| 6.7.5 Calculo del factor de seguridad con refuerzos de anclaje ..... | 123     |
| 6.8 Administración de la propuesta .....                             | 124     |
| 6.9 Previsión de la evaluación .....                                 | 125     |
| <br>Bibliografía .....   | <br>126 |
| <br>A. Libros .....  | <br>126 |
| B. Ilustraciones .....   | 128     |
| <br>Anexos .....   | <br>132 |
| Anexo 1 Matriz de análisis de situaciones .....                      | 133     |
| Anexo 2 Mapa Geológico de la zona de estudio .....                   | 134     |
| Anexo 3 Fotos de deslizamientos en la vía Ambato Píllaro .....       | 135     |
| Anexo 4 Ensayos de suelos en la vía Ambato Píllaro .....             | 146     |
| Anexo 5 Referencia de tráfico de la vía Ambato - Píllaro .....       | 157     |
| Anexo 6 Ficha Técnica .....  | 158     |
| Anexo 7 Planos .....   | 159     |

## Índice de Figuras

|  |     |
|--|-----|
| Figura 1: Nomenclatura de talud y laderas.....                     | 15  |
| Figura 2: Procesos de deterioro.....                               | 19  |
| Figura 3: Deslizamientos en suelos blandos.....                    | 24  |
| Figura 4: Vista aérea del trazado de estudio.....                  | 77  |
| Figura 5: Terraplenes, pedra plenes e hidrosiembra.....            | 79  |
| Figura 6: Colocación de plásticos de protección en laderas.....    | 82  |
| Figura 7: Colocación de mallas galvanizadas en taludes.....        | 83  |
| Figura 8: Espaciamiento entre anclajes y malla (d min 10cm).....   | 85  |
| Figura 9: Anclajes con lechada e hidrosiembra.....                 | 85  |
| Figura 10: Ubicación de anclajes con malla (d min 10cm).....       | 87  |
| Figura 11: Inyección de manto ecológico en malla.....              | 87  |
| Figura 12: Redes de malla de acero corrugado.....                  | 88  |
| Figura 13: Barras de acero corrugado en corona y pie de talud..... | 89  |
| Figura 14: Grapas para traslape de malla galvanizada.....          | 89  |
| Figura 15: Traslape transversal de mallas.....                     | 90  |
| Figura 16: Colocación de vegetación en talud estabilizado.....     | 91  |
| Figura 17: Inyección de semillas en talud.....                     | 91  |
| Figura 18: Barreras de filtros para sedimentos.....                | 92  |
| Figura 19: Barreras de arbustos con ramas.....                     | 93  |
| Figura 20: Muros de escolleras.....                                | 93  |
| Figura 21: Barreras vivas lineales.....                            | 94  |
| Figura 22: Especies nativas en taludes.....                        | 95  |
| Figura 23: colocación de macollas en taludes.....                  | 95  |
| Figura 24: armado de estacas con ramas.....                        | 96  |
| Figura 25: deslizamientos antiguos y nuevos.....                   | 98  |
| Figura 26: perfiles de los deslizamientos.....                     | 104 |
| Figura 27: Perfiles de los derrumbamientos.....                    | 110 |

|  |     |
|--|-----|
| Figura 28: Critical slip - diagrama de cuerpo libre polígono de fuerza.. | 118 |
| Figura 29: Esquema administrativo de la propuesta.....                   | 110 |

## Índice de Tablas

|   |    |
|---|----|
| Tabla 1: Criterios de selección de factor de seguridad para diseño de taludes.....                              | 37 |
| Tabla 2: Matriz de operacionabilidad de variables independientes.....   | 45 |
| Tabla 3: Matriz de operacionabilidad de variables dependientes.....   | 46 |
| Tabla 4: Procedimiento de recolección de información.....   | 50 |
| Tabla 5: Relación de objetivos específicos, conclusiones y recomendaciones.....                                 | 53 |
| Tabla 6: Frecuencias de importancia de la dinámica de los taludes de la carretera Ambato Píllaro.....           | 55 |
| Tabla 7: Frecuencias de la inclinación de la dinámica de los taludes de la carretera Ambato Píllaro.....        | 56 |
| Tabla 8: Frecuencias de la actividad la dinámica de los taludes de la carretera Ambato Píllaro.....             | 57 |
| Tabla 9: Frecuencias de la plasticidad de la dinámica de los taludes de la carretera Ambato Píllaro.....        | 58 |
| Tabla 10: Frecuencias de la estratigrafía de la dinámica de los taludes de la carretera Ambato Píllaro.....     | 59 |
| Tabla 11: Frecuencias del tipo de movimiento de la dinámica de los taludes de la carretera Ambato Píllaro.....  | 60 |
| Tabla 12: Frecuencias de la humedad de la dinámica de los taludes de la carretera Ambato Píllaro.....           | 61 |
| Tabla 13: Frecuencias de las causas de la dinámica de los taludes de la carretera Ambato Píllaro.....           | 62 |
| Tabla 14: Frecuencias del factor de seguridad de la dinámica de los taludes de la carretera Ambato Píllaro..... | 63 |
| Tabla 15: Comprobación de la normalidad, obtenida de SPSS prueba de normalidad.....                             | 64 |
| Tabla 16: Comprobación de la normalidad, obtenida de SPSS prueba de normalidad de muestras relacionada.....     | 65 |
| Tabla 17: Recursos humanos.....   | 72 |
| Tabla 18: Recursos materiales.....  | 72 |
| Tabla 19: Especificaciones de anclajes.....   | 86 |

|  |     |
|--|-----|
| Tabla 20: Especificaciones de malla galvanizada de triple torsión..... | 90  |
| Tabla 21: Especificaciones de hidrosiembra en taludes.....             | 97  |
| Tabla 22: Deslizamientos encontrados en la vía.....                    | 99  |
| Tabla 23: Ingreso de coordenadas talud 1.....                          | 102 |
| Tabla 24: Ingreso de coordenadas talud 2.....                          | 102 |
| Tabla 25: Ingreso de coordenadas talud 3.....                          | 103 |
| Tabla 26: Ingreso de coordenadas talud 4.....                          | 103 |
| Tabla 27: Resumen de evaluación de movimientos.....                    | 105 |
| Tabla 28: Tipos de suelos en laderas de vía.....                       | 106 |
| Tabla 29: Actividad de suelos en taludes.....                          | 106 |
| Tabla 30: Análisis de causa y efectos en los taludes.....              | 107 |
| Tabla 31: Clasificación de muestras.....                               | 108 |
| Tabla 32: Parámetros geotécnicos de suelos.....                        | 108 |
| Tabla 33: Parámetros de suelos de pendientes.....                      | 109 |
| Tabla 34: Previsión de la evaluación.....                              | 124 |
| Tabla 35: Matriz de análisis de situación (anexo1).....                | 125 |

## Índice de Gráficos

|  |     |
|--|-----|
| Gráfico 1: Árbol de problemas.....   | 7   |
| Gráfico 2: Inclusión interrelacionados.....  | 37  |
| Gráfico 3: Subordinación conceptual.....   | 38  |
| Gráfico 4: Codificación de la importancia de los eventos producidos en los taludes.....        | 55  |
| Gráfico 5: Codificación de pendientes de los eventos producidos en los taludes.....            | 56  |
| Gráfico 6: Codificación de la actividad de los eventos producidos en los taludes.....          | 57  |
| Gráfico 7: Codificación de la plasticidad de los eventos producidos en los taludes.....        | 58  |
| Gráfico 8: Codificación de la estratigrafía de los eventos producidos en los taludes.....      | 59  |
| Gráfico 9: Codificación del tipo de movimiento de los eventos producidos en los taludes.....   | 60  |
| Gráfico 10: Codificación de la humedad de los eventos producidos en los taludes.....           | 61  |
| Gráfico 11: Codificación de las causas de los eventos producidos en los taludes.....           | 62  |
| Gráfico 12: Codificación del factor de seguridad de los eventos producidos en los taludes..... | 63  |
| Gráfico 13: Tabla de comparación de hipótesis (t student).....                                 | 67  |
| Gráfico 14: Sección lateral de canales de coronación.....                                      | 81  |
| Gráfico 15: Estructuras de filtros y drenes.....   | 82  |
| Gráfico 16: Ubicación de anclajes de estabilización.....                                       | 84  |
| Gráfico 17: Partes estructurales de un anclaje.....  | 84  |
| Gráfico 18: Faja topografía de la vía intercantonal Ambato Píllaro.....                        | 100 |
| Gráfico 19: Perfil inicio (Izamba).....  | 101 |
| Gráfico 20: Perfil fin (redondel Píllaro).....   | 101 |
| Gráfico 21: Talud 1 (perfil a) sector Izamba.....  | 111 |
| Gráfico 22: Talud 1 (perfil a) tipo de suelos.....   | 112 |

|   |     |
|---|-----|
| Gráfico 23: Características de los suelos.....                  | 112 |
| Gráfico 24: Trazado de suelos.....                              | 113 |
| Gráfico 25: Trazado de círculos de falla.....                   | 114 |
| Gráfico 26: Talud 1 (perfil a) sector Izamba.....               | 115 |
| Gráfico 27: Talud 2 (perfil a) aeropuerto.....                  | 116 |
| Gráfico 28: Talud 3 (perfil c) descenso al río (anexo 5).....   | 116 |
| Gráfico 29: Talud 4 (perfil d) ascenso a Píllaro (anexo 5)..... | 117 |
| Gráfico 30: Talud 5 (perfil d) ingreso a Píllaro (anexo 5)..... | 117 |
| Gráfico 31: Fuerza vs distancia.....                            | 118 |
| Gráfico 32: Resistencia al cizallamiento vs distancia.....      | 119 |
| Gráfico 33: Parámetros de talud.....                            | 121 |
| Gráfico 34: Parámetros de anclajes.....                         | 121 |
| Gráfico 35: Parámetros de suelo.....                            | 122 |
| Gráfico 36: Factor de seguridad con refuerzos.....              | 123 |
| Gráfico 37: Mapa geológico de la zona en estudio (anexo 2)..... | 135 |



## Índice de Fotos

|  |     |
|--|-----|
| Foto 1: Sector Culapachan vía Ambato Píllaro.....                                    | 6   |
| Foto 2: Vista panorámica del talud de estudio.....                                   | 49  |
| Foto 3: Actividad de deslizamiento en vía.....                                       | 86  |
| Foto 4: Talud con desmoronamiento de aglomerados ubicada una vía en la corona.....   | 127 |
| Foto 5: Presencia de erosión laminar por lluvia en superficie de talud...            | 127 |
| Foto 6: Formación de cárcavas por la presencia de lavado en superficie.....          | 128 |
| Foto 7: Formación de quebradas por erosión avanzada confinada.....                   | 128 |
| Foto 8: Deslizamiento de partículas en el lavado de la superficie (mina).....        | 129 |
| Foto 9: Desprendimiento en cárcavas en la entrada de la mina.....                    | 129 |
| Foto 10: Desprendimientos menores de suelos en deslizamientos antiguos.....          | 130 |
| Foto 11: Huellas antiguas de cárcavas en taludes.....                                | 130 |
| Foto 12: Ubicación de semi muro en pie de talud reactivo.....                        | 131 |
| Foto 13: Disgregación del suelo en laderas y bordes de vía.....                      | 131 |
| Foto 14: Presencia de aglomerados en pie de talud de la vía.....                     | 132 |
| Foto 15: Deslizamientos sucesivos activos en pared de la ladera.....                 | 132 |
| Foto 16: Presencia de piro clastos con aglomerados y toba en paredes de laderas..... | 133 |
| Foto 17: Evidencia de accidentes en borde de vía.....                                | 133 |
| Foto 18: Formaciones erosivas por lavado superficial.....                            | 134 |
| Foto 19: Cárcavas activas con desprendimientos.....                                  | 134 |
| Foto 20: Pendientes muy abruptas en márgenes de la vía y del río.....                | 135 |
| Foto 21: Visualización aérea del área potencial del deslizamiento.....               | 135 |
| Foto 22: Pedra plenas antiguos en márgenes de la vía.....                            | 136 |
| Foto 23: Disgregación y deslizamiento de toba y agregados.....                       | 136 |
| Foto 24: Poca vegetación en taludes activos.....                                     | 137 |

Foto 25: Activación de deslizamientos en vías.....137

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**DIRECCIÓN DE POSGRADO**  
**MAESTRÍA EN VÍAS TERRESTRES**

**Tema:** “MODELO DE APLICACIÓN TECNOLÓGICO PARA ESTABILIZACIÓN DE TALUDES Y SU INCIDENCIA EN LA DISMINUCIÓN DE LOS ACCIDENTES DE TRÁNSITO EN LA VÍA INTERCANTONAL AMBATO - PÍLLARO”

**Autor:** Ing. Mauro Rubén Castro Barreno

**Director:** Ing. Segundo Francisco Pazmiño Gavilanes Mg.

**Fecha:** 14 de enero del 2015

**Resumen Ejecutivo**

La falta de mantenimiento y de obras de mitigación en los bordes de las vías de la provincia de Tungurahua, hace necesario un Modelo tecnológico para la estabilización de taludes y la disminución de los accidentes.

La escasa utilización tecnológica despoja de beneficios en la solución de estos enfrentando las condiciones adversas de transitabilidad cumpliendo con los lineamientos de diseño.

Este trabajo investigativo tiene como objetivo dar herramientas a los profesionales y usuarios vinculados al mantenimiento de taludes de las vías de una forma más rápida y productiva.

Con este modelo de solución tecnología se ha conseguido disminuir el costo y la ejecución de nuevas técnicas en la construcción de obras de mitigación, contra los deslizamientos producidos en los bordes de las vías.

**Descriptor:** Anclajes, Deslizamientos, Estabilidad, Eventos, Mallas, Modelos, Redes, Taludes, Tecnología, Vialidad.

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**DIRECCIÓN DE POSGRADO**  
**MAESTRÍA EN VÍAS TERRESTRES**

**Theme:** “MODEL OF TECHNOLOGICAL APPLICATION FOR STABILIZATION OF SLIDES AND THEIR INCIDENCE IN THE DECREASE OF THE ACCIDENTS OF TRAFFIC IN THE INTERCANTONAL ROAD AMBATO – PÍLLARO”

**Author:** Ing. Mauro Rubén Castro Barreno

**Directed by:** Ing. Segundo Francisco Pazmiño Gavilanes Mg.

**Date:** January, 14<sup>TH</sup> 2015.

### **Executive Summary**

The maintenance lack and of mitigation works in the borders of the roads of the Tungurahua Province, it makes necessary a technological Model for the stabilization of banks and the decrease of accidents.

The scarce use of technological robs of benefits in the solution of these facing the adverse conditions of transitivity fulfilling the limits of design.

The investigative work has as objective to give tools to the professionals and users linked to the maintenance of banks and roads in a quicker and more productive way.

With this solution model technology has managed to reduce the cost and implementation of new techniques in the construction of mitigation works against landslides produced at the edges of the tracks.

**Keywords:** Anchors, Events, Mesh, Models, Network, Slides, Slopes, Stability, Technology, Viability.

## Introducción

En la actualidad, la vía intercantonal Ambato-Píllaro se han visto en la necesidad de mejorar sus niveles de servicios por el gran volumen de tránsito existente en la vía, existiendo la activación de deslizamientos en las laderas cercanas por falta de mantenimiento, control de antiguos y nuevos deslizamientos existiendo barreras burocráticas en la solución, generando incidencias de accidentes dentro de esta vía.

En la provincia de Tungurahua se encuentra rodeado de vías que por la activación del volcán se han activado los deslizamientos en las laderas de los bordes de las vías, encontrándose la mayoría en las partes cercanas al volcán como es la ciudad de Baños donde existe una amplia variedad de estos eventos,

Además de encontrarse también en la zona del paso lateral donde ya es conocido y van varios años en la estabilización, entre las más sobresalientes, en los últimos años se han encontrado en otras vías la activación de estos eventos como es el caso de la vía Ambato-Píllaro en el tramo comprendido de Izamba hasta el redondel de la entrada a Píllaro

Esta vía se encuentra en constante abandono por falta de mantenimiento existiendo accidentes considerables por no dar soluciones a estos deslizamientos, como el incremento del tránsito y la disminución de su nivel de servicio desde hace algunos años atrás.

El avance tecnología ha contribuido a la solución de estos siendo más factibles y solucionables que antes, modelando de acuerdo a la realidad, existiendo ahora más posibilidades de solución y mantenimiento de estas vías influenciadas por estos eventos.

# **Capítulo 1**

## **El Problema de Investigación**

### **1.1 Tema de Investigación**

“Modelo de aplicación tecnológico de estabilización de taludes y su incidencia en la disminución de los accidentes de tránsito en la vía intercantonal Ambato-Píllaro”

### **1.2 Planteamiento del Problema**

#### **1.2.1 Contextualización**

Los deslizamientos son uno de los procesos geológicos más destructivos que afectan a los humanos, causando miles de muertes y daños en las propiedades por valor de decenas de millones de dólares cada año (Brava-1989); sin embargo, muy pocas personas son conscientes de su importancia.

El 90% de las pérdidas por deslizamientos son evitables si el problema se identifica con anterioridad y se toman medidas de prevención o control.

Para ello en la literatura se encuentran dos sistemas de clasificación propuestos por Hutchinson (1968) y por Varnes (1958 y 1978).

Este último sistema fue actualizado por Cruden y Varnes en el “Special Report 247” del Transportation Research Board de los Estados Unidos (1996) y es el sistema que se utiliza en el presente estudio.

Sin embargo, a esta clasificación se agregaron algunos factores importantes, entre ellos la diferenciación entre los procesos de deterioro y

los de deslizamiento, pero en términos generales se mantuvieron los principios básicos de la clasificación del Transportation Research Board.

Las laderas que han permanecido estables por muchos años pueden fallar en forma imprevista debido a cambios topográficos, sismicidad, flujos de agua subterránea, cambios en la resistencia del suelo, meteorización o factores de tipo antrópico natural que modifiquen su estado natural de estabilidad.

Este estudio puede ser parte o modelo de la práctica, análisis, diseño y construcción de la ingeniería de taludes y mitigación en vías, en lo referente a la susceptibilidad de laderas producido por procesos geológicos, humanos, climatológicos, ambientales, etc.

Los cambios efectuados en los últimos tiempos del medio ambiente por motivos del efecto invernadero, la contaminación, la nube fotovoltaica, la marea negra y otras intervenciones negativas en el ambiente han producido fenómenos geológicos, humanos, climáticos, etc. en forma general en todas las partes del planeta ocasionando problemas en la corteza terrestre.

En el Ecuador por la activación de algunos volcanes se ha producido fenómenos que han contribuido a la proliferación de los problemas antes mencionados a nivel mundial, ocasionando especialmente los relacionados con la corteza terrestre los llamados procesos activos de laderas y taludes dentro del Ecuador.

#### **a. Contexto macro**

El enfoque principal de su planteamiento corresponde a la zona de la provincia de Tungurahua y sus áreas de influencias ocasionadas por la activación del volcán Tungurahua, donde son afectadas las provincias de Chimborazo, Cotopaxi, Tungurahua y Bolívar, por la

emanación de cenizas, movimientos sísmicos, cambios de comportamientos geológicos, deterioro de la vida animal y humana en las zonas de influencia del fenómeno, impactos sociales y económicos de las poblaciones, etc. que han ocasionado accidentes en las vías y el corte de la comunicación terrestre por la presencia de los deslizamientos en estas. (Fuente: Instituto Geofísico EPN - ROVIG).

La ubicación macro de la vía corresponde a la zona centro del Ecuador donde se encuentran ubicados las principales arterias de comunicación entre el norte y el sur del Ecuador, esencialmente entre las provincias mencionadas anteriormente con un crecimiento económico y productivo por el acercamiento entre estas.

De acuerdo con los datos proporcionados por el INEC la zona correspondiente a las provincias mencionadas se dirige al desarrollo industrial, el agro y la tecnología influenciada por la presencia del internet, encontrándose en constante movimiento por la globalización tecnológica de los pueblos y comunidades. (Fuente: Instituto Nacional de Estadística y Censos - INEC).

#### **b. Contexto meso**

Las zonas montañosas que comprenden el 60% de la orografía de la Provincia del Tungurahua se han generado por la activación del volcán Tungurahua una serie de eventos de corta y larga duración donde ha repercutido en problemas de deslizamientos, flujos, desprendimientos, reptación, esparcimiento, avalanchas y movimientos complejos de desplazamiento de rocas como de suelos residuales. (Fuente: Instituto Geográfico Militar - IGM)

Todos estos eventos han influenciado a las autoridades y especialistas en el tema de actuar de forma que se pueda solucionar estas anomalías producidas por el volcán, constituyéndose grupos



encargados de la contingencia pero ha sido necesario ir cambiando el proceso en tiempo real por las irregularidades de la climatología siendo una actuación en tiempo real enfocado a las emergencias, produciendo escenarios simultáneos a los eventos.

Los impactos ocasionados socialmente por este fenómeno de la erupción volcánica han producido desocupación, mal uso de suelo y cobertura y esencialmente un abandono de las autoridades por falta de presupuestos y especialistas en el tema.

Económicamente el área de influencia del evento ha ocasionado que las economías urbanas, de aglomeración y externalidades se produzcan bruscos cambios y disminución en esta, ya sea por el cierre de la comunicación terrestre o por los eventos naturales que influyen en las personas. (Fuente: Secretaria de Gestión de Riesgos - SGR)

Con la solución de la estabilización de los taludes y pretensión de laderas se beneficiarán tanto las poblaciones aledañas al volcán como también en el transporte del mercadeo y la sostenibilidad del empleo.

Los perjudicados por esta estabilización serán los propietarios de las zonas ubicadas como susceptibles a estos eventos, así como también de los fondos por motivos de emergencias que deben ser direccionados hacia estas actividades dejando a un lado otros proyectos.

Estos eventos no son aceptados de ningún enfoque considerado por ser un fenómeno que causa pérdidas económicas, sociales, humanas, culturales y otras siendo zonas de vulnerabilidad humana y material, pudiéndose mitigar y conservar a periodos de inferencia.

Para la mitigación y conservación de estas áreas a eventos por motivos de fenómenos naturales será necesario un estudio de estabilidad de taludes o laderas con medidas de prevención y control para amenazas y riesgos producidos o consecuencia de estos eventos mediante la

prevención. (Fuente: Ministerio de Transporte y Obras Públicas - MTOP).

### **c. Contexto micro**

De acuerdo a la ubicación de la vía en estudio que se encuentra entre los dos cantones (Ambato – Píllaro), su micro localización posee una topografía variable que va desde los 2.270.m.s.n.m. hasta los 3800.m.s.n.m.

Su principal río es el Culapachan por el cual pasa transversalmente la vía gracias a la ubicación del puente en la zona baja de este, ubicándose lo demás de la vía en el margen izquierdo descenso (Izamba) del río antes del puente y el margen derecho ascenso (Redondel) del río. . (Fuente: Cartas Topográficas digitalizadas IGM)

Dentro de este micro zona ubicada se ha encontrado en los márgenes de esta vía varios tipos de eventos como deslizamientos, reptación, flujos, avalanchas, desprendimientos, esparcimientos, movimientos complejos situando las zonas susceptibles de estabilización de taludes y protección de laderas mediante tratamiento de los suelos y de vegetación en toda la longitud de más de 8 kilómetros que tiene este tramo de vía.

**Foto 1:** Sector Culapachan vía Ambato-Pillaro

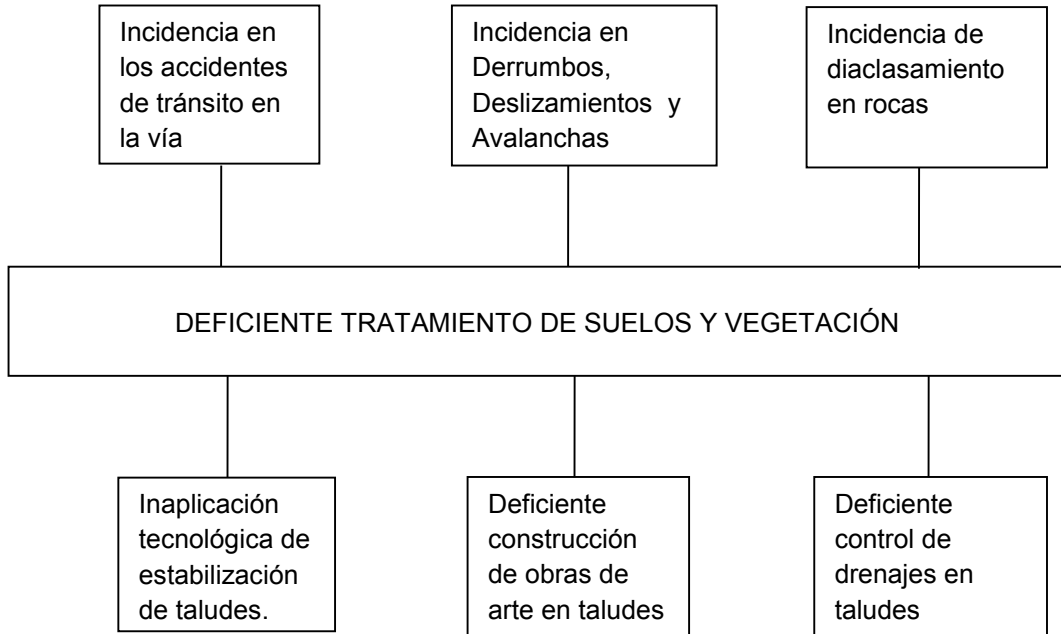


**Fuente:** Investigación de campo

**Elaborador por:** Mauro Castro (2014)

## 1.2.2 Análisis crítico

### - **Árbol de problemas**



**Gráfico 1: Árbol de problemas**

**Elaborado por:** Mauro Castro (2014)

### - **Relación causa-efecto**

El camino intercantonal Ambato-Píllaro no posee una adecuada aplicación tecnológica para estabilización de taludes, lo cual no permite que esta sea una vía segura y confortable. Como efecto principal tenemos una incidencia en el incremento de accidentes de tránsito, por ende poco confiable.

Motivo por el cual se realizara un adecuado tratamiento de suelos y vegetación en los taludes de la vía antes mencionada.. Basándonos en la información obtenida de la Matriz de Análisis de Situaciones. (Ver Anexo 1 matriz M.A.S.).

### **1.2.3 Prognosis**

Estos fenómenos tienen periodos muy largos de actuación, siendo y afectando en una forma directa a las poblaciones y la comunicación entre ellas, además de la disminución de productividad agrícola y el desabastecimiento de productos típicos de la zona, como también de una mayor inversión posible para dar otras soluciones.

Las instituciones, organismos gubernamentales y no gubernamentales serán afectados enormemente por las comunicaciones de los eventos deteriorando su imagen e incentivando la disolución de estas organizaciones y la pérdida del apoyo económico y social por la negligencia.

La inestabilidad de laderas y taludes producen accidentes de tránsito en las carreteras de la provincia de Tungurahua.

### **1.2.4 Formulación del problema**

¿Es el inadecuado modelo de aplicación tecnológico de estabilización de taludes con el deficiente tratamiento de suelos y vegetación lo que incide en los accidentes de tránsito en la vía intercantonal Ambato-Píllaro durante el período 2013?

### **1.2.5 Preguntas directrices**

- ¿Por qué existe inadecuado modelo de aplicación para estabilización de taludes?
- ¿Qué consecuencias generan un deficiente tratamiento de suelos y vegetación en la estabilidad de taludes?
- ¿Cómo incide los accidentes de tránsito en los usuarios de la vía?

- ¿Desde cuándo existen inadecuados procedimientos de control?

### 1.2.6 Delimitación

- **Campo:** Maestría en Vías terrestres
- **Área:** Geotécnia vial
- **Aspecto:** Tratamiento de suelos y vegetación en taludes
- **Temporal:** Tiempo del problema año 2014, Tiempo de investigación Octubre 2014 - Enero 2015.
- **Espacial:** Provincia Tungurahua, Cantón Ambato, vía intercantonal Ambato-Píllaro. (Ver Anexo 2 Mapa de ubicación)

### 1.3 Justificación

El continuo cambio producido en la corteza terrestre, tanto en ámbito mundial como en el ámbito nacional, justifica la intervención de profesionales para la remediación de fenómenos y eventos producidos por estos.

Ayudando a la solución de los problemas ocasionados en el ámbito social, político, económico, psicológico, desarrollo, que son necesarios de ser tratados y controlados por tener efectos colaterales hacia poblaciones, gobiernos y organizaciones. Como mencionamos anteriormente es necesario una investigación de estos eventos, aumentando la investigación ya que se combina varios campos o áreas como la geología, geotecnia, ideología, medio ambiente que se encuentran recién en desarrollo en el ámbito mundial producto del cambio climático.

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 Objetivo general**

- Establecer un modelo de aplicación tecnológico de estabilización de taludes y su incidencia en la disminución de accidentes de tránsito para la obtención de un tratamiento de suelos y vegetación

### **1.4.2 Objetivos específicos**

- Suministrar un modelo de aplicación tecnológico de estabilización de taludes para la determinación del uso adecuado de los recursos.
- Determinar la incidencia en la disminución de accidentes de tránsito para la obtención de una vía segura y confortable.
- Proponer un tratamiento de suelos y vegetación para la estabilización de taludes la carretera intercantonal Ambato-Píllaro

## Capítulo 2

### Marco Teórico

#### 2.1 Antecedentes Investigativos

Durante muchas décadas anteriores a esta fecha la tierra ha venido sufriendo varios cambios de los cuales han sido los más importantes los fenómenos de inundaciones, terremotos y la activación del cinturón de fuego y de los volcanes.

Estos volcanes han provocado fenómenos secundarios como deslizamientos, derrumbes, flujos de lodos y lahares, además de la actuación sísmica en las zonas de influencia de estos, siendo necesario la culturalización del hombre hacia la prevención, control y mitigación mediante la cultura del riesgo y la vulnerabilidad.

Esta cultura se ha desarrollado mucho por la presencia de estos fenómenos en el mundo especialmente esta investigación trata de los movimientos en masa de la tierra la misma que ha ido dando respuestas a estos riesgos.

En el Ecuador ha surgido continuamente estos movimientos de masa en especial en carreteras donde su técnica ha sido solo limitada a la construcción de la carretera y no hasta su prevención y control del riesgo siendo necesario ampliar los estudios hacia estas áreas.

Tomando como referencia la tesis de **Rebelo Burgos (2008: Internet)**, en su publicación Modelo para la estabilización de taludes en las carreteras del sub trópico del nor occidente del Ecuador, a fin de evitar accidentes de tránsito y disminuir los costos de operación vehicular indica que “Las carreteras del Ecuador generalmente sufren continuas interrupciones de tráfico debido a los deslizamientos de laderas y taludes, sea por un



defectuoso diseño de los mismos o por un inadecuado y oportuno mantenimiento.”

En el estudio realizado por **Luis Escobar (2011: Internet)**, acerca de los clasificación y caracterización de los suelos tropicales en taludes de la autopista Medellín - Bogotá, expresa que

Las condiciones climáticas de las diferentes regiones influyen directamente en la formación de los suelos residuales tropicales. En las regiones que alternan períodos secos y de lluvias los procesos de meteorización química se acentúan. La infiltración de agua ayuda a los procesos de lixiviación. Además el transporte vertical de materiales en solución y su deposición en el interior de los suelos dan origen a secuencias de mantos de suelo de diferentes composiciones y texturas que conforman el perfil estratigráfico. Los mantos superficiales están sujetos a los mecanismos de erosión, además de la acción de factores como el clima, material parental, vegetación, topografía, drenaje y tiempo. Todos estos, anudados a la acción de raíces, animales, el hombre, fluctuaciones de temperatura, continuos ciclos de humedecimiento y secado, generan agrietamientos que favorecen el avance y la velocidad de la meteorización.

Según la tesis de **Marco Sánchez (2009: Internet)**, sobre el modelo de aplicación tecnológico para la protección de taludes desestabilizados por exceso de humedad en el Distrito Metropolitano de Quito a fin de disminuir la accidentabilidad y congestión vehicular señala:

Taludes de corte y relleno en la construcción de estas obras civiles, que si bien es cierto se ejecutaron de acuerdo a las Normas de Diseño vigentes en el país, se ha deteriorado a través del tiempo por erosión de carácter eólico o por la saturación de los cuerpos de los taludes en épocas de invierno.

Tomando como referencia la tesis de **Mario Hurtado (2009: Internet)**, en su trabajo modelo para la estabilización de taludes en la carretera Selva Alegre Saguangala que disminuya costos de mantenimiento expone.

a la hora de diseñar y construir carreteras, túneles, entre otras obras de infraestructura, es sumamente necesario conocer el comportamiento del terreno, en relación con sus movimientos (desplazamientos desprendimientos y movimientos de flujos). A parte de otras dinámicas geológicas, que pueden representar grandes riesgos naturales.

Finalmente en el trabajo de investigación realizado por **Alfaya Arias (2012: Internet)** sobre Colonización de taludes artificiales por medio de la vegetación natural indica

La construcción de modernas vías de transporte, y, por extensión, de grandes infraestructuras de carácter lineal, conlleva ingentes movimientos de tierra que afectan a vastas extensiones de hábitats naturales. En la actualidad, la tecnología y maquinaria disponibles permiten abordar obras de ingeniería de una envergadura impensable hace tan solo un par de décadas, pero que al mismo tiempo son el origen de impactos ambientales antes desconocidos, en no pocas ocasiones severos o incluso irreversibles.

## **2.2 Fundamentación Filosófica**

La presente investigación se fundamenta en el paradigma naturalista, ya que el enfoque predominante de la investigación es la existencia de varias realidades construidas, interrelacionadas y dependientes de las demás. Teniendo una orientación al análisis de procesos.

Este paradigma permitirá el conocimiento, análisis y explicación de las variables con una visión de totalidad, en donde la relación sujeto – objeto será dependiente, con valores evidentes los cuales influirán inevitablemente en la investigación.

Será de gran beneficio pues se aplicarán técnicas cualitativas, descriptivas, de perspectiva participante, el investigador será el principal instrumento.

### **2.3 Fundamentación Legal**

El presente trabajo de investigación se fundamentó en leyes, normas y reglamentos que se especifican a continuación:

**En la Ley de caminos, Decreto Supremo 1351, Registro Oficial 285 de 7 de Julio de 1964. Capítulo I dice:**

Art. 5.- Partes de los caminos.- Forman parte integrante de los caminos: los senderos laterales para peatones y animales, los taludes, las cunetas o zanjas de desagües, terraplenes, puentes, obras de arte de cualquier género, habitaciones para guarda puentes, camineros y otros requerimientos análogos permanentes. Asimismo, se considerará que forman parte del camino, para los efectos de esta Ley, los terrenos necesarios para depósito de maquinarias o materiales, habitaciones de trabajadores, campamentos y otros requerimientos análogos transitorios.

## **2.4 Categorías Fundamentales**

### **2.4.1 Visión dialéctica de conceptualizaciones que sustentan las variables del problema**

#### **- Marco conceptual variable independiente**

##### **A. Definiciones básicas**

###### **Talud**

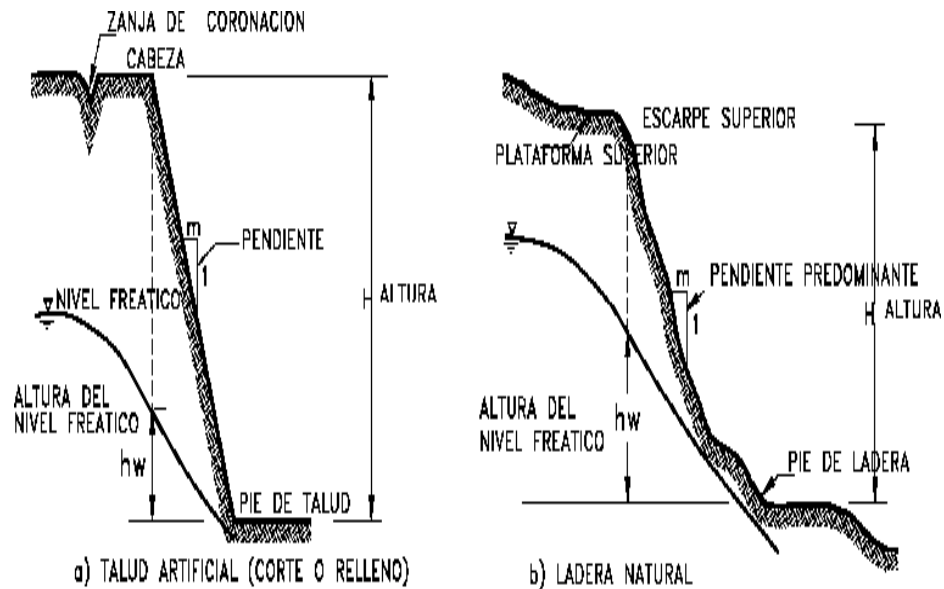
Según **Fanny Merino (2014: Internet)**, definen a talud como: "...una masa de tierra con inclinación con respecto a un plano horizontal, el cual puede ser un terraplén, corte de una ladera natural y un muro de contención."

###### **Nomenclatura de un talud**

Un talud o ladera es una masa de tierra que no es plana sino que posee pendiente o cambios de altura significativos. En la literatura técnica se define como ladera cuando su conformación actual tuvo como origen un proceso natural y talud cuando se conformó artificialmente (Figura 1).

Las laderas que han permanecido estables por muchos años pueden fallar en forma imprevista debido a cambios topográficos, sismicidad, flujos de agua subterránea, cambios en la resistencia del suelo, meteorización o factores de tipo antrópico o natural que modifiquen su estado natural de estabilidad.

Los taludes se pueden agrupar en tres categorías generales: Los terraplenes, los cortes de laderas naturales y los muros de contención. Además, se pueden presentar combinaciones de los diversos tipos de taludes y laderas.



**Figura 1:** Nomenclatura de taludes y laderas

**Fuente:** Deslizamientos y estabilidad de taludes en zonas tropicales.

Jaime Suárez Díaz

En el talud o ladera se definen los siguientes elementos constitutivos:

### **Altura**

Es la distancia vertical entre el pie y la cabeza, la cual se presenta claramente definida en taludes artificiales pero es complicada de cuantificar en las laderas debido a que el pie y la cabeza no son accidentes topográficos bien marcados.

### **Pie**

Corresponde al sitio de cambio brusco de pendiente en la parte inferior.

### **Cabeza o escarpe**

Se refiere al sitio de cambio brusco de pendiente en la parte superior.

### **Altura de nivel freático**

Distancia vertical desde el pie del talud o ladera hasta el nivel de agua medida debajo de la cabeza.

### **Pendiente**

Es la medida de la inclinación del talud o ladera. Puede medirse en grados, en porcentaje o en relación m/1, en la cual m es la distancia horizontal que corresponde a una unidad de distancia vertical.

Ejemplo: Pendiente: 45°, 100%, o 1H: 1V.

### **Diseño y construcción de taludes**

Los taludes en corte y relleno son muy importantes en la seguridad y buena apariencia de una carretera, además de influir en su costo de mantenimiento.

Su diseño depende de las condiciones de los suelos y de las características geométricas de la vía, como regla general los taludes deben diseñarse con la menor pendiente económicamente permisible. El Manual de Diseño del Ministerio de Transporte y Obras Públicas, recomienda la construcción de taludes de acuerdo a los diferentes tipos de suelos.

#### **2.4.2 Tipología y desarrollo de los movimientos en los suelos**

En cualquier parte de la superficie terrestre la gravedad “empuja” continuamente los materiales hacia niveles inferiores.

El término más comúnmente usado para designar los movimientos producidos en los taludes es el de deslizamiento. Dicho término implica movimientos de taludes formados por diferentes clases de materiales

roca, suelo, rellenos artificiales o combinaciones de los mismos a través de una superficie de rotura determinada.

#### - **Nomenclatura de los procesos en movimiento**

Los procesos geotécnicos activos de los taludes y laderas correspondientes generalmente a movimientos hacia abajo y hacia afuera de los materiales que conforman un talud de roca, suelo natural o relleno, o una combinación de ellos. Los movimientos ocurren generalmente a lo largo de las superficies de falla, por caída libre, movimientos de masa, erosión o flujos.

#### **Etapas de los procesos de fallas**

La clasificación de deslizamientos pretende describir e identificar los cuerpos que están en movimiento relativo. Las clasificaciones existentes son esencialmente geomorfológicas y solamente algunas de ellas introducen consideraciones mecánicas o propiamente geológicas.

Se consideran cuatro etapas diferentes en la clasificación de los movimientos:

- a) **Etapas de deterioro** o antes de la falla donde el suelo está intacto.
- b) **Etapas de falla** caracterizada por la formación de una superficie de falla o el movimiento de una masa importante de material.
- c) **La etapa post-falla** que incluye los movimientos de la masa involucrada en un deslizamiento desde el momento de la falla y hasta el preciso instante en el cual se detiene totalmente.
- d) **La etapa de posible reactivación** en la cual pueden ocurrir movimientos que pueden considerarse como una nueva falla, e incluye las tres etapas anteriores.

### **a) Procesos de la etapa de deterioro**

El deterioro con el tiempo puede dar lugar a la necesidad de mantenimiento o construcción de obras de estabilización, en etapa de diseño no le damos la adecuada importancia y luego se tendrán que realizar obras costosas de estabilizaciones.

Cuando una ladera se corta para la construcción de una vía o de una obra de infraestructura, ocurre una relajación de los esfuerzos de confinamiento y una exposición al medio ambiente, cambiándose la posición de equilibrio por una de deterioro acelerado.

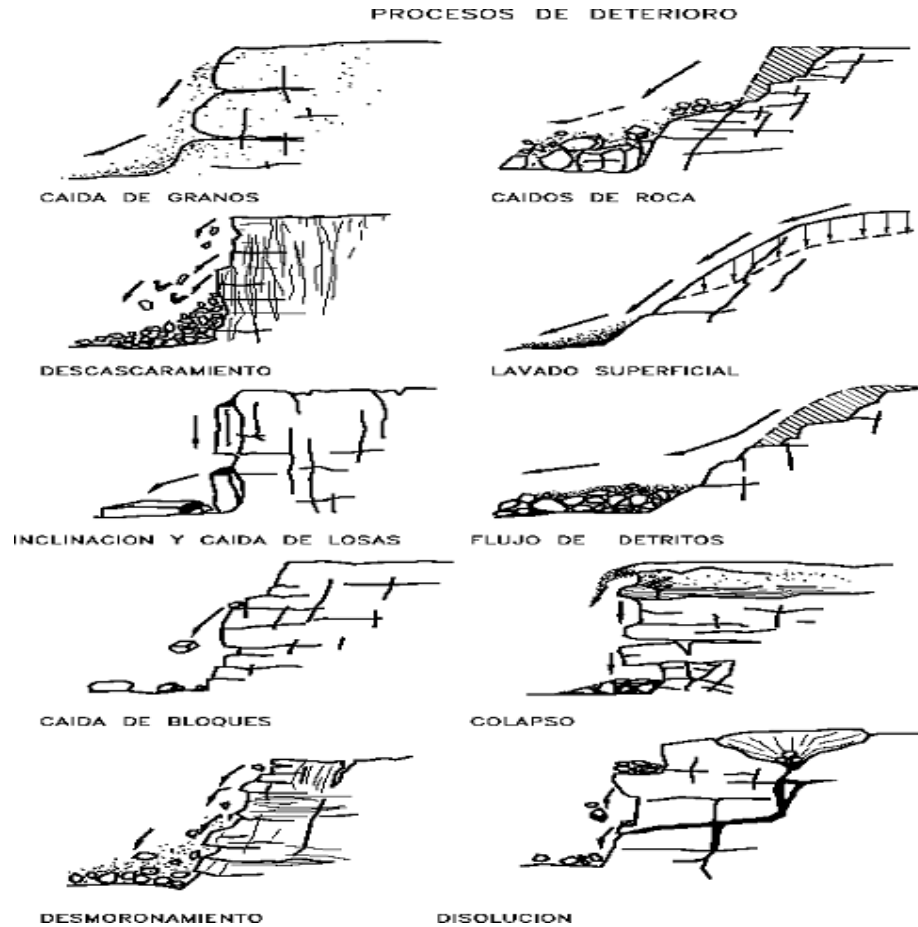
El deterioro comprende la alteración física y química de los materiales y su subsecuente desprendimiento o remoción.

Este incluye la alteración mineral, los efectos de relajación y la abrasión.

La iniciación y propagación de fracturas es de significancia particular en la destrucción de la superficie que puede conducir a desprendimientos de roca o colapso del talud.

La clasificación de los modos comunes de deterioro fue propuesta por Nicholson y Hencher (1997), en estudios posteriores se amplió con el objeto de incluir la mayoría de los procesos que ocurren previamente a la falla masiva.





**Figura 2:** Procesos de deterioro en macizos rocosos

**Fuente:** Nicholson y Hencher – 1997

De los temas enumerados se definen:

### - Lavado superficial o erosión

La erosión es el desprendimiento, transporte y deposición de partículas o masas pequeñas de suelo o roca, por acción de las fuerzas generadas por las gotas de lluvia y el movimiento del agua. El flujo puede concentrarse en canales produciendo surcos y cárcavas.

Los procesos de erosión son frecuentes en suelos residuales poco cementados o en suelos aluviales, especialmente, los compuestos

por limos y arenas finas, cuando la cobertura vegetal ha sido removida. Se conocen varios tipos de erosión:

#### **a) Erosión Laminar**

El proceso de erosión laminar se inicia por el impacto de las gotas de agua lluvia contra la superficie del suelo, complementada por la fuerza de la escorrentía produciendo un lavado de la superficie del terreno como un todo, sin formar canales definidos.

La velocidad de las gotas de lluvia puede alcanzar valores hasta de 10 metros por segundo y su efecto es muy grande sobre las superficies de talud expuestos y sin cobertura vegetal. El proceso es grave cuando la pendiente del talud es pronunciada, como es el caso de los taludes de cortes en obras viales como las que se tratan en estudio presente.

#### **b) Erosión en surcos**

Los surcos de erosión se forman por la concentración del flujo del agua en caminos preferenciales, arrastrando las partículas y dejando canales de poca profundidad generalmente paralelos. El agua de escorrentía fluye sobre la superficie de un talud y a su paso va levantando y arrastrando partículas de suelo, formando surcos.

#### **c) Erosión en Cárcavas**

Las cárcavas constituyen el estado más avanzado de erosión y se caracterizan por su profundidad, que facilita el avance lateral y frontal por medio de desprendimientos de masas de material en los taludes de pendiente alta que conforman el perímetro de la cárcava.

#### **d) Erosión interna**

El agua al fluir por ductos dentro del suelo produce erosión interna, que da origen a derrumbamientos y colapsos produciendo hundimientos del terreno o formaciones de cárcavas.

#### **e) Erosión por afloramiento de agua**

Un caso de erosión puede ocurrir en los sitios de afloramiento de agua, formando pequeñas cavernas y/o taludes negativos, los cuales a su vez pueden producir desprendimientos de masas de suelo. Es importante para el tema que nos ocupa, lo relacionado con la expansión y contracción de los suelos.

#### **- Expansión y contracción**

En los suelos arcillosos se producen cambios de volumen por cambios de humedad asociados con el potencial de succión del material. Estas expansiones y contracciones producen agrietamientos y cambios en la estructura del suelo con pérdida de la resistencia al cortante.

#### **- Agrietamiento debido a sismos**

Los eventos sísmicos pueden producir agrietamientos especialmente en los materiales rígidos y frágiles. Los agrietamientos debido a sismos debilitan la masa de talud y generan superficies preferenciales de falla.

#### **- Agrietamiento por tensión**

La mayor parte de suelos tienen muy baja o nula resistencia a la tensión y con la aplicación de pequeños esfuerzos especialmente en la cabeza de los taludes y laderas se generan grietas de tensión por las cuales se infiltra el agua que debilitan la estructura de la masa del suelo permitiendo la formación de superficies de falla.

#### - **Influencia del tipo de material**

La naturaleza del material tiene una estrecha relación con el tipo de inestabilidad que puede producirse, condicionando y pudiendo estimarse de antemano la susceptibilidad de cada material, a que se desarrolle un movimiento determinado.

Los terrenos en los que se producen los movimientos se pueden dividir en tres grupos: macizos rocosos, suelos y materiales de relleno.

Los tipos de rotura que se producen en los medios rocosos siguen superficies preexistentes.

El comportamiento de las masas de suelo se asemeja al de un medio continuo y homogéneo. Las superficies de rotura se desarrollan en su interior sin seguir una dirección preexistente.

### **2.4.3 Tipos de movimientos**

La inestabilidad de taludes se puede clasificar en base a distintos criterios.

Los tipos de movimientos principales son:

- Desprendimientos
  
- Vuelcos
  
- Reptación

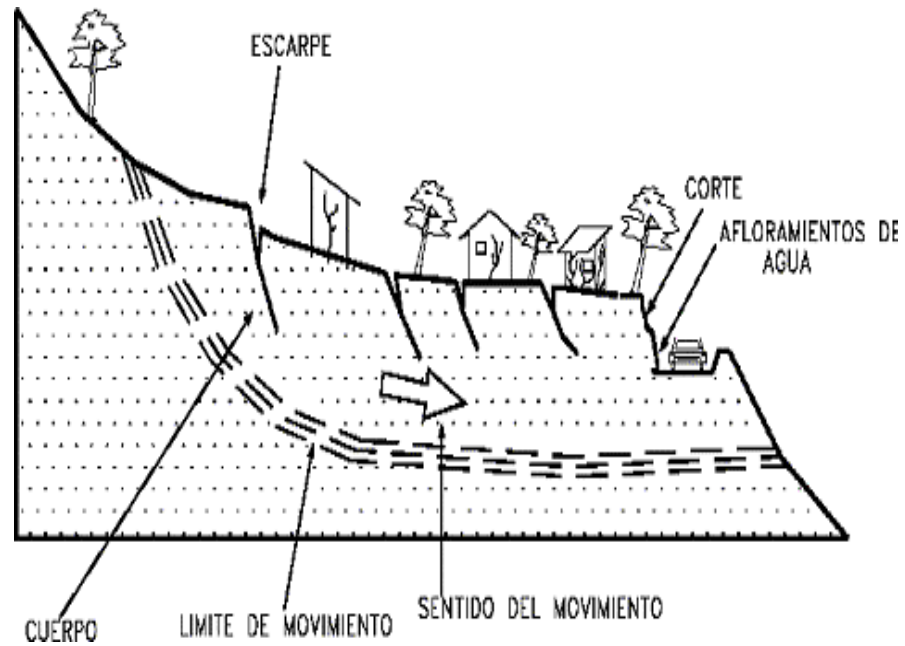
- Deslizamientos: 1) Rotacionales y 2) Trasnacionales
- Flujos

Los movimientos tienden a comportarse como de caída libre cuando la pendiente superficial es de más de 75 grados. En taludes de ángulo menor generalmente, los materiales rebotan y en los taludes de menos de 45 grados los materiales tienden a rodar.

#### **- Deslizamientos**

Son movimientos que se producen al superarse la resistencia al corte del material y tienen lugar a lo largo de una o varias superficies o a través de una franja relativamente estrecha del material. (Figura 2) Generalmente las superficies de deslizamiento son visibles o pueden deducirse en forma razonable. El movimiento puede ser progresivo, o sea, que no se inicia simultáneamente a lo largo de toda, la que sería, la superficie de falla.

Los deslizamientos pueden obedecer a procesos naturales o a desestabilización de masas de tierra por el efecto de cortes, rellenos, deforestación, etc.



**Figura 3:** Deslizamientos en suelos blandos.

**Fuente:** Deslizamientos y estabilidad de taludes en zonas tropicales: (Jaime Suárez Díaz)

#### a. Deslizamientos Rotacionales

Tienen lugar a lo largo de una superficie de deslizamiento interna, de forma aproximadamente circular o cóncava. El movimiento tiene una naturaleza más o menos rotacional alrededor de un eje dispuesto en forma paralela al talud.

#### b. Deslizamientos Traslacionales

En el deslizamiento de traslación el movimiento de la masa se desplaza hacia fuera o hacia abajo, a lo largo de una superficie más o menos plana o ligeramente ondulada y tiene muy poco o nada de movimiento de rotación o volteo (Figura 4).

La diferencia importante entre los movimientos de rotación y traslación está principalmente, en la aplicabilidad o no de los diversos sistemas de estabilización.

#### **2.4.4 Factores condicionantes y desencadenantes**

En el análisis de los movimientos es importante reconocer que factores condicionan la estabilidad de los taludes y aquellos que actúan como desencadenantes. A continuación se describen algunos de los factores más importantes que influyen en la estabilidad de los taludes.

##### **A. Factores Naturales**

Se trata de agentes que integran la meteorización, siendo los agentes erosivos los que tienen una mayor incidencia como factores desencadenantes, así como los fenómenos de carácter tectónico que influyen en la corteza terrestre.

##### **El Agua**

Constituye el agente natural de mayor incidencia como factor condicionante y desencadenante en la aparición de inestabilidades.

##### **- Aguas Subterráneas**

Se consideran como tales las corrientes, niveles subterráneos, el agua distribuida en el interior de la red de fracturación de un macizo rocoso o de forma intersticial en los suelos, que condicionan la estabilidad de los mismos. La absorción del agua de infiltración produce una continua expansión y contracción de los suelos, en períodos alternantes de lluvia y sequía, que varía las características resistentes de los mismos.

##### **- Lluvia**

Constituye un factor desencadenante de inestabilidades, contribuyendo a aumentar la acción de diversos factores condicionantes: meteorización, acción de las aguas subterráneas,

etc. Cuando el régimen de lluvias es torrencial, el agua caída se canaliza en zonas deprimidas causando acciones similares a las corrientes de agua.

### **Sismicidad y Volcanismo**

Son los factores desencadenantes de grandes deslizamientos que pueden ocasionar daños graves. Cuando ocurre un sismo se generan una serie de vibraciones, que se propagan como ondas de diferente frecuencia, la aceleración, vertical y horizontal asociada a esas ondas, origina la fluctuación del estado de esfuerzos en el interior del terreno afectando al equilibrio de los taludes.

### **Actividad Biológica**

Tiene especial interés las acciones que ejerce la vegetación en sus aspectos positivos y negativos. La cubierta vegetal, a través de sus raíces ayuda a mantener la estabilidad de los taludes debido a que sirve de unión entre los componentes del suelo. También la vegetación contribuye al drenaje, absorbiendo parte del agua contenida en el terreno y atenúa la degradación superficial del mismo.

En su aspecto negativo, existen raíces capaces de disgregar el terreno u desplazar bloques de magnitud considerable, debido a sus efectos mecánicos en grietas y fisuras, actuando como cuñas.

### **B. Actividad Humana**

Dos de las actividades más importantes son la Minería y las Obras Civiles, la actividad humana que se deriva, constituye una de las causas con mayor incidencia en los movimientos de los taludes.

#### **- Excavaciones**

Constituyen uno de los factores desencadenantes más extendidos



debido a la necesidad de las mismas en las obras civiles como vialidad, túneles. Producen una variación del estado de equilibrio del terreno, que se traducen en planos de potenciales deslizamientos, desequilibrio de masas, etc.

- **Sobrecargas**

Es el resultado del incremento de peso debido a diversos tipos de construcciones sobre el terreno natural. También puede producirse por el peso del agua infiltrada en el terreno, como consecuencia de fugas en conducciones de alcantarillado, canales, etc.

#### **2.4.5 Reconocimientos generales localización de zonas inestables**

La investigación de una ladera, talud o deslizamiento consiste en obtener toda la información sobre las características topográficas, geológicas, geotécnicas y ambientales que permitan realizar un diagnóstico de los problemas de la manera más exacta posible y proponer un diseño efectivo de solución.

Para la investigación propuesta, es necesario conocer cuáles son los parámetros básicos que afectan la estabilidad. Entre las técnicas de investigación tenemos: mapas topográficos, geológicos y fotografías aéreas

#### **Reconocimientos Previos de Campo**

Los reconocimientos de campo tienen como finalidad la identificación del tipo y causa del movimiento. Algunos de los rasgos característicos que pueden aparecer asociados con movimientos son:

- Rupturas de pendiente con acumulación de material al pie del

talud.

- Bloques caídos a pie de acantilados o escarpes.
- Planos inclinados lisos rocosos con aspecto fresco y bloques deslizados.
- Macizos fracturados y meteorizados con bloques o cuñas caídas y deslizadas.
- Presencia de grietas de tracción.
- Hundimientos con grietas de tracción.
- Reptaciones de material blando.
- Señales de avalanchas o flujos.
- Laderas escalonadas, agrietadas y con escarpes.

Aparte de estos rasgos el efecto sobre construcciones o vegetación pueden dar señales que faciliten su identificación, por ejemplo:

- Árboles, arbustos o postes inclinados a favor de la pendiente
- Vegetación con raíces arrancadas y árboles desenterrados y arrastrados.
- Grietas en construcciones o abombamientos en carreteras.

#### **2.4.6 Investigaciones de detalle**

La investigación detallada se realiza con mayor profundidad para comprender los fenómenos que influyen en la estabilidad de los taludes.

Entre los métodos de investigación de detalle se tienen:

- Calicatas y pozos
- Sondeos mecánicos
- Métodos geofísicos.
- Ensayos en “sitio”

## **- Sondeos mecánicos**

Se realizan mediante sondas y en general se dividen en dos grupos: rotación y percusión de acuerdo al procedimiento utilizado en la perforación. Los sondeos permiten reconocer el terreno a lo largo de su profundidad, con la posibilidad de extracción de muestras que se analizan en los laboratorios para la determinación de su resistencia.

## **- Ensayos en “sitio”**

Tienen como objetivo estimar las características mecánicas o hidrogeológicas del terreno.

### **Ensayos en suelos**

Los ensayos realizados sobre muestras inalteradas, constituyen el medio más eficaz para conocer las distintas propiedades de los mismos y evaluar su comportamiento.

Entre los ensayos que se realizan en suelos tenemos:

#### **a) Identificación**

- Granulometría
- Límites de Atterberg: líquido, plástico, retracción
- Contenido en: carbonatos, sulfatos, materia orgánica
- Peso específico de partículas
- Densidades

#### **b) Composición química y mineralógica**

Proporcionan información sobre las características de plasticidad, expansividad, deformabilidad a nivel cuantitativo y cualitativo.

**c) Estado natural**

Se refiere a la densidad y humedad que presenta el suelo en sitio.

**d) Erosionabilidad**

La erosionabilidad es la facilidad con la cual el suelo se puede desprender y transportar por acción del agua. Este factor afecta la estabilidad de un talud, en cuanto produce cambios topográficos desestabilizantes o genera conductos internos de erosión.

**e) Expansibilidad**

Cambio potencial de volumen, usados en suelos que tienen alto contenido de arcillas. Los suelos arcillosos al contacto con el agua expanden su volumen produciéndose movimientos de extensión dentro de la masa del suelo.

En suelos de origen volcánico se ha detectado que se puede producir pérdida de resistencia al corte por efecto de la expansividad.

**f) Deformabilidad**

Este ensayo se realiza con ciclos de carga y descarga, se determina un coeficiente de consolidación.

**g) Resistencia al cortante**

La resistencia al corte representa la modelación física del fenómeno de deslizamiento.

Los parámetros de ángulo de fricción y cohesión determinan el factor de seguridad al deslizamiento, de una determinada superficie dentro del terreno.

Los ensayos más frecuentes para la determinación de la resistencia al corte son:

- Ensayo de Compresión Simple.
- Ensayo Triaxial, en el que se determina el ángulo de rozamiento interno y la cohesión.
- Ensayo de corte directo.

Para elegir el tipo de ensayo, se debe tener en cuenta el tipo de terreno a investigar y el tipo de problema a resolver, esto es si se trata de:

- Análisis de riesgos de inestabilidad en taludes naturales
- Proyecto de nuevos taludes
- Corrección de inestabilidades ya producidas.

#### **2.4.7 Análisis de estabilidad de taludes**

La Estabilidad de un talud en ingeniería se define en términos de un factor de seguridad (FS), obtenido de un análisis matemático de estabilidad.

El modelo debe tener en cuenta la mayoría de los factores que afectan la estabilidad. Estos factores incluyen geometría del talud, parámetros geológicos, presencia de grietas de tensión, cargas dinámicas por acción de sismos, flujo de agua, propiedades de los suelos, etc.

##### **- Condiciones drenadas o no drenadas**

Las fallas de los taludes pueden ocurrir en condiciones drenadas o no drenadas. Si la inestabilidad es causada por cambios en la carga, tal como la remoción de materiales de la parte baja del talud o aumento de las cargas en la parte superior, en suelos de baja

permeabilidad, estos pueden no tener tiempo suficiente para drenar durante el tiempo en el cual ocurre el cambio de carga. En ese caso se dice que las condiciones son no drenadas.

Efecto de los ductos de agua en la corona de los taludes sobre el análisis de estabilidad. Siempre que sea posible es importante ubicar los ductos de agua lejos de la corona de taludes o laderas donde se requiera su estabilidad.

La distancia entre la corona de los taludes y la localización de todo tipo de tuberías y servicios debe ser igual a la altura total del talud.

#### - **Grietas de tensión en los análisis de estabilidad**

La existencia de grietas de tensión aumenta la tendencia de un suelo a fallar, la longitud de la superficie de falla a lo largo de la cual se genera resistencia es reducida y en forma adicional la grieta puede llenarse con agua, en el caso de lluvias.

La profundidad de las grietas de tensión puede determinarse de acuerdo a la siguiente expresión:

$$Z_c = 2 c / \gamma \cdot \tan^2 (45 + \frac{1}{2} \phi)$$

Donde:

$Z_c$  = Profundidad de la grieta de tensión

$c$  = cohesión

$\gamma$  = Peso unitario del suelo;  $\phi$  = Ángulo de fricción

#### - **Equilibrio limite y factor de seguridad**

El análisis de los movimientos de los taludes o laderas se ha realizado

durante años utilizando las técnicas del equilibrio límite.

El sistema de equilibrio límite supone que en el caso de una falla, las fuerzas actuantes y resistentes son iguales a lo largo de la superficie de falla equivalentes a un factor de seguridad de 1.0.

El análisis se realiza sobre la totalidad de la superficie de falla o dividiendo la masa deslizada en tajadas o dovelas.

Entre los métodos de análisis de estabilidad de taludes tenemos: Ordinario o de Fellenius, Bishop simplificado, Jambú, Sueco modificado, Lowe y Karafiath, Spencer, Morgensten y Price, Sarma, Elementos finitos, Espiral logarítmica.

El Factor de Seguridad se emplea para conocer cuál es el factor de amenaza que el talud falle en las peores condiciones de comportamiento para el cual se diseña.

Fellenius (1927) presentó el factor de seguridad como la relación entre la resistencia al corte real, calculada del material en el talud y los esfuerzos de corte críticos que tratan de producir la falla, a lo largo de una superficie supuesta de posible falla:

$$F.S. = \text{Resistencia al corte} / \text{Esfuerzo al cortante}$$

En superficies circulares donde existe un centro de giro y momentos resistentes y actuantes:

$$F.S. = \text{Momento resistente} / \text{Momento actuante}$$

- **Métodos de análisis**

Entre los métodos de análisis de estabilidad tenemos:

- Método de tablas o número de estabilidad
- Método del talud infinito
- Método del bloque deslizante
- Método ordinario o de Fellenius
- Método de Bishop
- Método de Jambú
- Métodos numéricos y aplicaciones en computadores.
- Métodos numéricos y aplicaciones del computador

Actualmente se conocen programas comerciales de software para computador, tales como GEOSTUDIO, SUITE GEO, SLOPE/W, STABLE y TALREN.

Los cuales permiten de una forma rápida y sencilla obtener los factores de seguridad de taludes o laderas con cierto grado de complejidad y por cualesquiera de los métodos de análisis.

#### **2.4.8 Prevención, Estabilización, y diseño**

El objetivo principal de un estudio de estabilidad de taludes o laderas es el de establecer medidas de prevención y control para reducir los niveles de amenaza y riesgo.

Métodos de prevención de deslizamientos:

- Disuasión con medidas coercitivas
- Planeación del uso de la tierra



- Códigos técnicos
- Aviso y alarmas

Métodos de elusión de deslizamientos:

- Variantes al proyecto
- Modificación de la sub rasante
- Puentes o viaductos sobre los deslizamientos

Métodos de Control de masa en movimiento. Se construyen abajo del deslizamiento una vez que se ha iniciado, entre los que se anotan:

- Bermas
- Trincheras
- Estructuras de retención
- Cubiertas de protección

Métodos de estabilización:

- Conformación del talud o ladera: Remoción de materiales en la cabeza del talud, abatimiento de pendiente, terraceo de superficie
- Recubrimiento de la superficie
- Control de agua superficial y subterránea
- Estructuras de contención: Berma de roca en la base del

deslizamiento, muros de contención y en tierra armada, pilotes, anclajes y pernos, pantallas ancladas.

- Mejoramiento del suelo

#### **a. Recubrimiento de la Superficie**

Mediante el recubrimiento de la superficie, se trata de impedir la infiltración o la ocurrencia de fenómenos superficiales de erosión, o refuerzan el suelo más sub- superficial.

El recubrimiento puede consistir en elementos impermeabilizantes como el concreto lanzado o elementos que refuercen la estructura superficial del suelo como la hidrosiembra.

Entre los métodos más usuales para el tratamiento de la superficie de taludes expuestos tenemos:

- recubrimiento propiamente dicho de la superficie
- conformación de la superficie
- sellado de grietas superficiales
- sellado de juntas y discontinuidades
- cobertura vegetal, árboles, arbustos y pastos.

#### **b. Escoger el Factor de Seguridad**

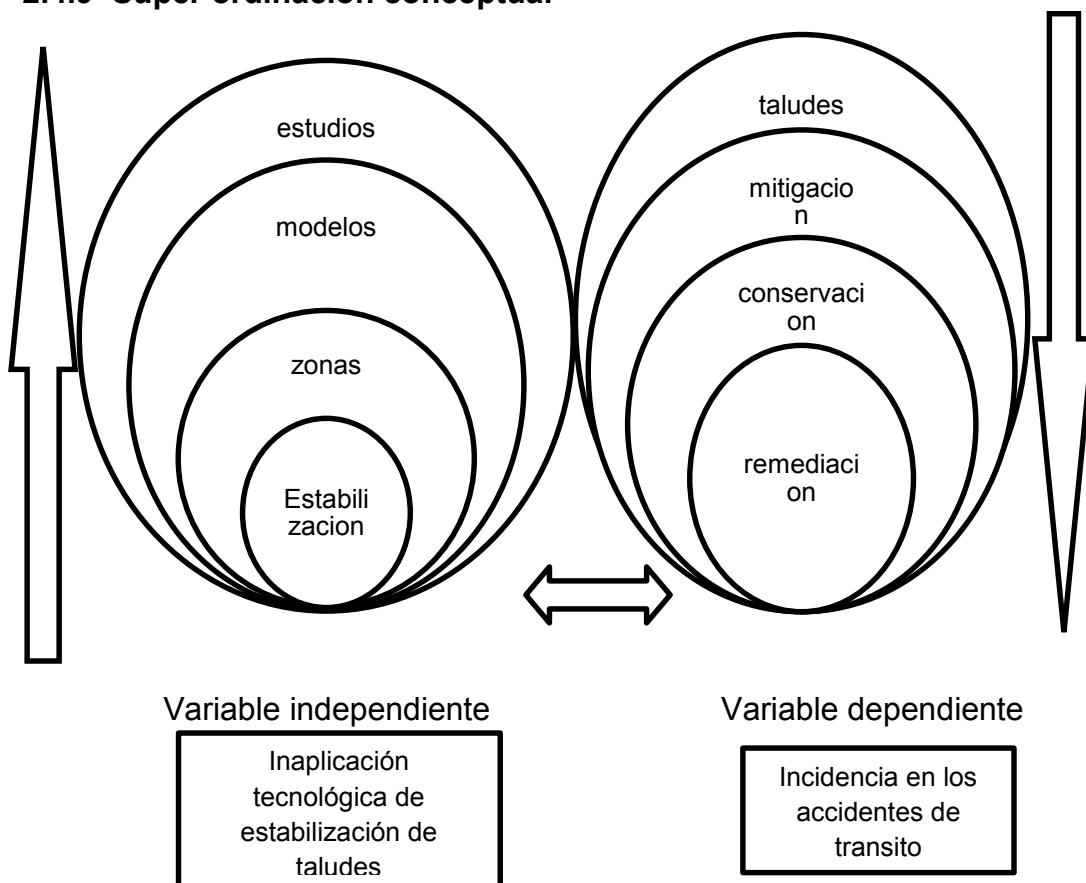
Una decisión de mucha importancia es la de escoger el factor de seguridad para las obras de ingeniería a proyectarse, en el caso de taludes se recomiendan los siguientes factores de seguridad mínimos, que constan en la tabla 1.

**Tabla 1:** Criterios de selección del factor de seguridad para diseño de taludes

| Caso   | Factor de Seguridad |
|--|---------------------|
| Si puede ocurrir la pérdida de vidas humanas al fallar el talud                              | 1.7                 |
| Si la falla puede producir la pérdida de más del 30% de la inversión de la obra específica o | 1.5                 |
| Si se pueden producir pérdidas económicas no muy importantes                                 | 1.3                 |
| Si la falla del talud no causa daños.  | 1.2                 |

**Fuente:** Deslizamiento y estabilidad de taludes Jaime Suárez

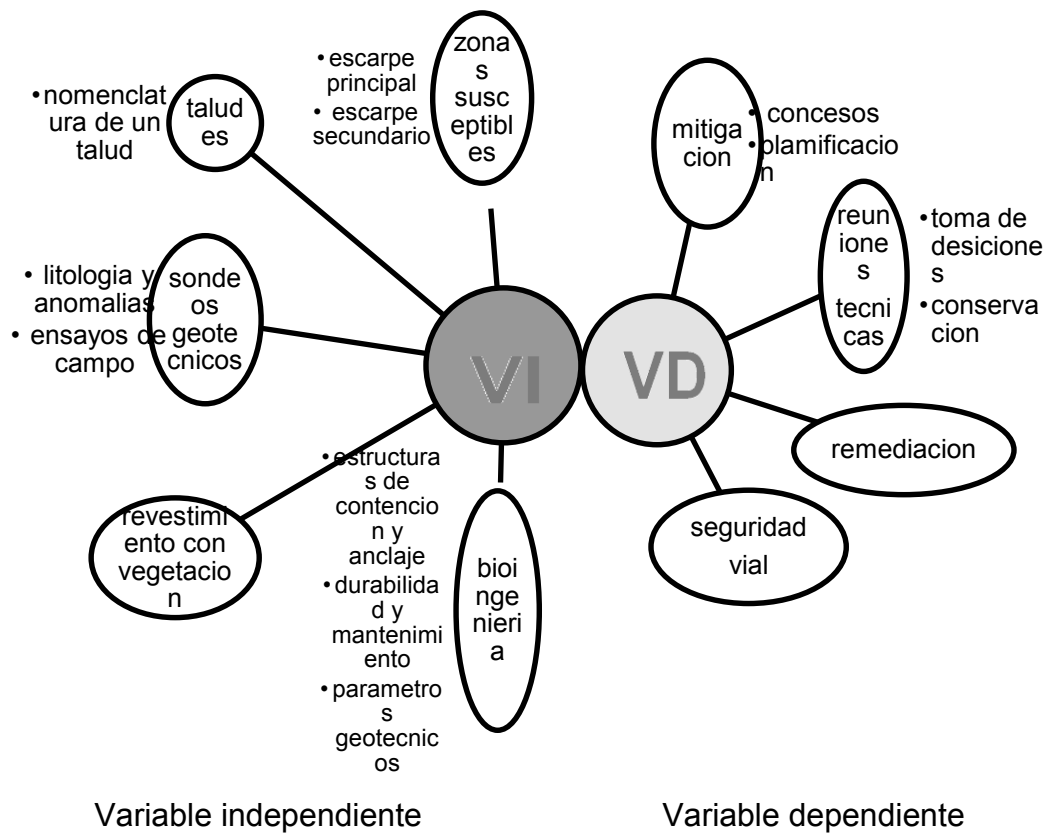
#### 2.4.9 Súper ordenación conceptual



**Gráfico 2.- Inclusión interrelacionados**

**Elaborado por:** Mauro Castro (2014)

### 2.4.10 Subordinación conceptual



**Gráfico 3: Subordinación conceptual**

**Elaborado por:** Mauro Castro (2014)

### 2.5 Hipótesis

El inadecuado modelo de aplicación tecnológico de estabilización de taludes es lo que produce el incremento de accidentes de tránsito en la vía intercantonal Ambato-Pillaro

### 2.6 Señalamiento de variables de la hipótesis

- **Variable independiente:** inadecuado modelo de aplicación tecnológico de estabilización de taludes

- **Variable dependiente:** incide en los accidentes de tránsito
- **Unidad de observación:** Facultad de ingeniería civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato
- **Términos de relación:** es lo que produce, en

## **Capítulo 3**

### **Metodología de la Investigación**

#### **3.1 Enfoque**

La presente investigación es predominantemente cuantitativa, porque los objetivos de la investigación con lo que se refiere a los parámetros geométricos, geológicos, geotécnicos, hidrológicos, hidrogeológicos, ambientales y antrópicos.

En la investigación cualitativa se reacciona a las áreas de susceptibilidad hacia estos fenómenos y su categorización para la toma de decisiones en la intervención de mitigación y conservación del entorno.

Según información presentada por la **Enciclopedia libre Wikipedia (2014: Internet)**, “La investigación o metodología cuantitativa es el procedimiento de decisión que pretende decir, entre ciertas alternativas, usando magnitudes numéricas que pueden ser tratadas mediante herramientas del campo de la estadística.”

#### **3.2 Modalidad Básica de la Investigación**

##### **3.2.1 Investigación de campo**

Se utilizó la investigación de campo o “*in situ*”, con el propósito de verificar la hipótesis de trabajo, empleando los instrumentos de observación y técnicas de investigación.

- **De Campo:** Observación de taludes desestabilizados en sus coberturas superficiales por exceso de humedad, erosión, etc.

- **De Gabinete (Oficina):** Análisis de datos e investigación

### **3.2.2 Investigación bibliográfica-documental**

En la presente investigación se manejan documentos en su más amplia aceptación, dando lugar a obtener información, testimonio o prueba de algo. Acudiremos a diversas fuentes bibliográficas como, bibliotecas, hemerotecas, Internet, etc.

Una vez localizadas las fuentes de información, procederemos a recopilarlas, extraer, procesar y retener la Información para emplearla en la investigación.

Las publicaciones especializadas que contienen resúmenes de investigaciones publicadas en revistas de ciencia y tecnología de renombre internacional, estas también serán de mucha utilidad para comparar datos, procedimientos y alimentar aún más nuestros conocimientos.

### **3.2.3 Investigación experimental**

Según información presentada por la **Grajales T (2000: Internet)**, en su publicación técnicas de la investigación dice:

La investigación experimental consiste en la manipulación de una (o más) variable experimental no comprobada, en condiciones rigurosamente controladas, con el fin de describir de qué modo o por qué causa se produce una situación o acontecimiento particular.

El experimento provocado por el investigador, le permite introducir determinadas variables de estudio manipuladas por él, para controlar el aumento o disminución de esas variables y su efecto en las conductas observadas.

La investigación experimental es fundamental para llevar a cabo este trabajo investigativo, integraremos un conjunto de actividades metódicas y técnicas para recabar la información, datos necesarios sobre el tema a investigar, el problema a resolver y la hipótesis a verificar, para ello realizaremos levantamientos topográficos para la ubicación de los taludes inestables o vulnerables.

En los mismos realizaremos ensayos de laboratorio de mecánica de suelos tales como: Identificación, Composición química y mineralógica, estado natural, Erosionabilidad, Expansibilidad, Deformabilidad, Resistencia al cortante para determinar el factor de seguridad mediante la modelación computacional de los taludes existentes en la vía, el mismo que nos servirá como guía para proponer un correcto diseño de los taludes estables en la vía.

### **3.3 Nivel o tipo de investigación**

#### **3.3.1 Investigación exploratoria**

Según la información presentada por la **Roberto Hernández (2013: Internet)**, en su publicación metodología de la investigación dice:

Los estudios exploratorios se efectúan, normalmente, cuando el objetivo es examinar un tema o problema de investigación poco estudiado o que no ha sido abordado antes.

Es decir, cuando la revisión de la literatura reveló que únicamente hay guías no investigadas e ideas vagamente relacionadas con el problema de estudio.



Los estudios exploratorios son como cuando viajamos a un lugar que no conocemos, del cual no hemos visto ningún documental ni leído algún libro.

La investigación a desarrollarse tratará de solucionar un problema que se presenta en el sector de la vía intercantonal Ambato–Píllaro siendo estos factores geometría del talud, parámetros geológicos, presencia de grietas de tensión, cargas dinámicas por acción de sismos, flujo de agua, propiedades de los suelos, etc.

Los que produzcan deslizamientos y derrumbos sobre la vía y lo que posiblemente causaría accidentes de tránsito.

### **3.3.2 Investigación descriptiva**

Según la información presentada por **Roberto Hernández y otros (2013: Internet)**, en su publicación metodología de la investigación dice:

Los estudios descriptivos buscan especificar las propiedades importantes de personas, grupos, comunidades o cualquier otro fenómeno que sea sometido a análisis. Por ejemplo Un censo nacional de población es un estudio descriptivo; su objetivo es medir una serie de características de un país en determinado momento: aspectos de la vivienda

Esta investigación permite determinar las características fundamentales del problema de estudio, es decir, detallar como es y cómo se está presentando en la vía.

### **3.3.3 Investigación asociación de variables (correlacional)**

Según la información presentada por **Roberto Hernández y otros (2013: Internet)**, en su publicación metodología de la investigación dice:

Este tipo de estudios tienen como propósito medir el grado de relación que exista entre dos o más conceptos o variables (en un contexto en particular).

Los estudios correlacionales miden las dos o más variables que se pretende ver si están o no relacionadas en los mismos sujetos y después se analiza la correlación.

Con esta investigación medimos la relación entre variables en los mismos sujetos de un contexto determinado.

### **3.3.4 Investigación explicativa**

Según la información presentada por **Roberto Hernández y otros (2013: Internet)**, en su publicación metodología de la investigación dice:

Los estudios explicativos van más allá de la descripción de conceptos o fenómenos o del establecimiento de relaciones entre conceptos; están dirigidos a responder a las causas de los eventos físicos o sociales. Como su nombre lo indica, su interés se centra en explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se da éste, o por qué dos o más variables están relacionadas.

Este tipo de investigación permitió medir el grado de relación que existe entre las variables, inadecuado modelo de aplicación tecnológico de estabilización de taludes y la incidencia en los accidentes de tránsito. Además ayuda a conocer la razón del problema y determinar cuáles fueron los factores determinantes para ello, así como la identificación de la hipótesis planteada

### **3.4 Población y muestra**

#### **3.4.1 Población**

El presente estudio dispone de datos reales obtenidos en el lugar mismo de la investigación y cuyo fin es de obtener la comprobación de la hipótesis, la misma que no será objeto de muestreo dado que se trabajará con toda la población que en este caso será el abscisado total de la vía en estudio: desde KM 0+000 hasta KM 8+000 de la vía Intercantonal Ambato-Pillaro. (Ver Anexo 2 faja topográfica)

#### **3.4.2 Muestra**

En el presente trabajo no procederá el cálculo de la muestra puesto que no existe ninguna restricción dentro del uso de los recursos para trabajar con la totalidad de la población.

### 3.5 Operacionalización de las variables

#### 3.5.1 Operacionalización de la variable independiente

| <b>Operacionalización de variable independiente: Inadecuado modelo de aplicación tecnológico de estabilización de</b>  |                  |                    |                           |                                 |   |                                     |
|--|------------------|--------------------|---------------------------|---------------------------------|---|-------------------------------------|
| <b>CONCEPTUALIZACIÓN</b>   | <b>CATEGORÍA</b> | <b>INDICADORES</b> | <b>ÍNDICE</b>             | <b>ITEMS</b>                    | <b>HERRAMIENTAS</b>   |                                     |
| <b><i>inadecuado modelo de aplicación tecnológico de estabilización de taludes</i></b><br><br><i>Es una masa de tierra con inclinación con respecto a un plano horizontal, el cual puede ser un terraplén, corte de una ladera natural y un muro de contención</i> | Taludes          | Morfología         | Ha.                       | ¿Qué características tiene?     | Fichas de campo<br>Ver anexo                                |                                     |
|  |                  | Altura             | m                         | ¿Qué altura tiene?              |   |                                     |
|  |                  | Gradientes         | Relación<br>m hor-m vert. | ¿Qué gradientes tiene el talud? |   |                                     |
|  |                  | Geotecnia          | Perforaciones             | 1 cada/desliz.                  | ¿Cuál es el ángulo de fricción?                             | Ensayos de laboratorio<br>Ver anexo |
|  |                  |                    | Fricción                  | Grados                          | ¿Qué peso específico tienen los taludes?                    |                                     |
|  |                  | Geología           | Peso unitario             | t/m <sup>3</sup>                | ¿Cuál es la fuerza de empuje de los suelos en los estratos? |                                     |
|  |                  |                    | Coef. empuje              | ka (adimensional)               | ¿Qué tipo de fallas macro tiene los taludes?                |                                     |
|  |                  |                    | Geología regional         | # fallas macro                  | ¿Qué tipo de fallas localizadas tiene los taludes?          |                                     |
|  |                  | Drenajes           | Geología local            | # fallas localizadas            | ¿Cuál es la longitud de los drenajes?                       |                                     |
|  |                  |                    | Cunetas                   | Long. /Km                       | ¿Cuál es área de aporte de precipitaciones?                 |                                     |
|  |                  |                    | Áreas de aporte           | Ha. cm/seg.                     | ¿Qué área existe en el lugar?                               |                                     |
|  |                  | Topografía         |                           |                                 | ¿Qué tipo de curvas de nivel existe?                        |                                     |
|  |                  |                    |                           |                                 | ¿Cuántos m de taludes existen?                              |                                     |

**Tabla 2:** Matriz de Operacionabilidad de variables independientes

**Elaborado por:** Mauro Castro (2014)

### 3.5.2 Operacionalización de la variable dependiente

| CONCEPTUALIZACIÓN  | CATEGORÍA               | INDICADORES  | ÍNDICE        | HERRAMIENTAS       |
|--|-------------------------|--|---------------|--------------------|
| <p>Incide en los accidentes de tránsito<br/>Son los costos que genera el vehículo,<br/>al transitar por una vía.</p> | Accidentalidad          | Accidentes /<br>deslizamiento  | # Accidentes? | Fichas de<br>campo |
|  | Congestión<br>vehicular | Tráfico<br><br>Demora en tiempos<br>de viaje<br><br>Costos de operación<br>vehículos | # Víctimas?   | Ver anexo          |

46

**Tabla 3:** Matriz de Operacionabilidad de variables dependientes

**Elaborado por:** Mauro Castro (2014)

### 3.6 Recolección de información

Metodológicamente para **Luis Herrera E. y otros (2002: 174-178 y 183-185)**, la construcción de la información se opera en dos fases: plan para la recolección de información y plan para el procesamiento de información.

#### 3.6.1 Plan para la recolección de información

Este plan contempla estrategias metodológicas requeridas por los objetivos (ver Pág. 9) e hipótesis de investigación (ver Pág. 38), de acuerdo con el enfoque escogido que para el presente estudio es predominantemente cuantitativo (ver Pág. 40), considerando los siguientes elementos:

- **Definición de los sujetos: personas u objetos que van a ser investigados.** Explicación en función del contenido de las columnas de técnicas e instrumentos de recolección de información de las diferentes matrices de operacionalización de variables, haciendo referencia a la población y/o muestra de estudio (ver Pág. 45,46).
- **Selección de las técnicas a emplear en el proceso de recolección de información.** Explicación en función del contenido de las columnas de técnicas e instrumentos de recolección de información de las diferentes matrices de operacionalización por variables (ver Pág. 45,46).

Con estas técnicas o instrumentos nos servirá para obtener datos referentes a geotecnia, geología, mecánica de suelos. Etc.

- **Instrumentos seleccionados o diseñados de acuerdo con la técnica escogida para la investigación.** Explicación en función del contenido de las columnas de técnicas e instrumentos de recolección de información de las diferentes matrices de

operacionalización por variables (ver Pág. 45,46) y (ver Anexos 5,6,7)

Con estos instrumentos obtendremos todo lo que se refiere a propiedades físicas y mecánicas de los suelos en la vía en estudios

- ***Selección de recursos de apoyo (equipos de trabajo)***

Las personas que serán punto de apoyo en el desarrollo del proyecto serán:

Asesor técnico

Asesor informático

Digitador

Estadista

- ***Explicitación de procedimientos para la recolección de información, cómo se va a aplicar los instrumentos, condiciones de tiempo y espacio, etc.***

Con detalles fotográficos de los taludes del corredor vial en las zonas inestables donde se aprecia la erosión en la formación de Cangagua de tipo laminar causada por el agua, erosión eólica o de vientos en cárcavas y sectores fallados producidos por el agua y el viento, se aprecia además la conformación masiva de depósitos de las formaciones de Cangagua y Latacunga, por lo que no existen rasgos estructurales de las rocas como diaclasas, juntas o fisuras, con su grado de deterioro e inestabilidad de zonas localizadas.

Se efectuarán pruebas de geofísica mediante sísmica de refracción y resistividad eléctrica en las zonas inestables.

Mediante calicatas, trincheras, toma de muestras de los materiales de las zonas y taludes inestables para la definición de los parámetros físico mecánicos de los suelos

Este proceso se realizara en la carretera intercantonal Ambato-Píllaro durante la segunda semana del mes de septiembre hasta la segunda semana del mes de noviembre del 2014 para la recolección de la información



**Foto 2:** Vista panorámica del talud en estudio

**Elaborado por:** Mauro Castro (2014)



**TABLA 4:** Procedimiento de recolección de información

| TÉCNICAS    | PROCEDIMIENTO  |
|-------------|--|
| Observación | <p><b>¿Cómo?</b></p> <p>Con el fin de evaluar sitios inestables en el trazado definiendo su zonificación y los métodos de investigación que se va aplicar es el deductivo que nos permitirá ir de lo general a lo particular de los materiales tanto en el campo como en el laboratorio se efectuó una investigación geotécnica basada en la geología de la zona en estudio.</p> <p>Esta información obtenida tiene como objetivo evidenciar unidades inestables con sus fronteras, interpretación y definición de mecanismos de movimientos de masa o de tramos en taludes, con indicios geomorfológicos y su grado de deterioro por efecto erosivo de los agentes atmosféricos y la acción antrópica del viento y agua de regadío respectivamente.</p> |
|             | <p><b>¿Dónde?</b></p> <p>Está ubicado en la vía intercantonal Ambato-Pillaro los ensayos de suelos se realizara en la Universidad Técnica de Ambato</p>  |
|             | <p><b>¿Cuándo?</b></p> <p>La segunda semana del mes de septiembre hasta la segunda sema del mes de noviembre del año 2014</p>  |

**Fuente:** Investigación de campo

**Elaborador por:** Mauro Castro (2014)

Según **Víctor Abril (2012: internet)** en su publicación técnicas e instrumentos de investigación dice:

La observación científica consiste en la percepción sistemática y dirigida a captar los aspectos más significativos de los objetos, hechos, realidades sociales y personas en el contexto donde se desarrollan normalmente. Proporciona la información empírica necesaria para plantear nuevos problemas, formular hipótesis y su posterior comprobación.

Los instrumentos para registrar la información observada son:

- La ficha de observación
- El registro de observación
- El cuaderno de notas
- El diario de campo
- Los mapas
- La cámara fotográfica
- La grabadora, la filmadora

Según **Víctor Abril (2012: internet)** en su publicación técnicas e instrumentos de investigación dice:

### **Método deductivo**

Es aquel que parte de verdades previamente establecidas como principio general para luego aplicarlo a casos individuales y comprobar así su validez. La deducción o conclusión va de los principios generales ya conocidos a lo particular; recurriendo para ello a la aplicación, comprobación y demostración.

Dentro de esta caracterización tenemos primordialmente lo que se trata el moldeamiento hacia la creación de la metodología para la construcción y aplicación de un modelo tecnológico para los deslizamientos.

Para la modelación tecnológica se ha empleado el llamado modelamiento conceptual híbrido pues se trata de la resolución de problemas donde no se encuentra un modelo matemático, sino el trabajo cualitativo de las cosas hacia la producción de una probabilidad de ocurrencia.

Luego de las caracterizaciones anteriores se obtienen los datos para la resolución del problema de la vía intercantonal Ambato-Píllaro que en este tenemos la utilización de la bioingeniería que es la re vegetación de las zonas donde existen indicios o hubo anteriores deslizamiento, además de obras de ingeniería civil como son muros, cunetas, drenes, etc.

### **3.7 Procesamiento y análisis**

#### **3.7.1 Plan de procesamiento de información**

- ***Revisión crítica de la información recogida.*** Es decir limpieza de información defectuosa: contradictoria, incompleta, no pertinente, etc.
- ***Repetición de la recolección.*** En ciertos casos individuales, para corregir fallas de contestación.

#### **3.7.2 Plan de análisis e interpretación de resultados**

- ***Análisis de los resultados estadísticos.*** Destacando tendencias o relaciones fundamentales de acuerdo con los objetivos e hipótesis
- ***Interpretación de los resultados.*** Con apoyo del marco teórico, en el aspecto pertinente.

- **Comprobación de hipótesis.** Se va a demostrar la hipótesis realizando una simulación tecnológica de estabilización de taludes por medio de tecnologías de punta como es *software destinados al cálculo de estabilidad de taludes*, combinado las variables independientes y dependientes para obtener vías de calidad y seguras para los usuarios de la vía intercantonal Ambato-Pillaro.

Para lo cual debemos realizar diferentes actividades interdisciplinarias y utilizaremos el método deductivo que nos permitirá obtener de diferentes valores uno solo que este caso es el factor de seguridad el mismo que nos permitirá garantizar un libre flujos a los usuarios de la vía.

- **Establecimiento de conclusiones y recomendaciones.**

**TABLA 5:** Relación de objetivos específicos, conclusiones y recomendaciones

| OBJETIVOS ESPECÍFICOS  | CONCLUSIONES  | RECOMENDACIONES   |
|--|---|---|
| Suministrar un modelo de aplicación tecnológico de estabilización de taludes para la determinación del uso adecuado de los recursos. | Ausencia de un buen estudio de localización y diseño geométrico de los taludes. | Utilizar aparatos de precisión como gps, fotos satelitales herramientas de internet para levantamiento topográfico. |
| Determinar la incidencia en la disminución de accidentes de tránsito para la obtención de una vía segura y confortable.              | Ausencia de mantenimiento de las instituciones a cargo                          | Es necesario la utilización de herramientas tecnológicas de programas para cálculos de deslizamiento.               |
| Proponer un tratamiento de suelos y vegetación para la estabilización de taludes en la carretera intercantonal Ambato-Pillaro        | Poca presencia de vegetación en laderas con erosión                             | Estabilización de taludes mediante peinado de taludes geomalla e hidrosiembra.                                      |

**Fuente:** Investigación de campo

**Elaborador por:** Mauro castro (2014)

## **Capítulo 4**

### **Análisis e Interpretación de Resultados**

#### **4.1 Análisis e Interpretación de Resultados**

En la presente investigación se obtiene una visión amplia de la situación en la cual se encuentran la carretera intercantonal Ambato-Píllaro.

Teniendo así información relevante para buscar la solución más idónea a los procedimientos de control para el Modelo de aplicación tecnológico de estabilización de taludes y su incidencia en la disminución de los accidentes de tránsito en la vía intercantonal Ambato-Píllaro.

La obtención de datos se produjo mediante la aplicación de una observación al abscisado de la vía Ambato-Píllaro y a la conformación de los taludes a lo largo del trayecto de la mencionada vía.

La técnica utilizada, es decir la observación, es de gran ayuda ya que se evaluó la perspectiva desde la cual se lleva a cabo los procedimientos de control y registro del mantenimiento de los taludes en la carretera Ambato-Píllaro.

Así también como la información que se maneja dentro de las Instituciones encargadas del buen funcionamiento y estabilización de los taludes en la vía.

Por medio de esta técnica estableceremos los puntos más importantes a tener en cuenta para el desarrollo de la investigación, ya que es responsabilidad del investigador efectuarla de manera correcta y con información que respalde las respuestas efectuadas.

**Observación dirigida a los taludes de la trayectoria de la vía  
Intercantonal Ambato-Píllaro**

1. ¿Cuál es la importancia del movimiento producidos en los taludes en la carretera Ambato-Píllaro?

**TABLA 6:** Frecuencias de la importancia del movimiento de los taludes de la carretera Ambato-Píllaro

|              | Frecuencia<br>(F) | Porcentaje<br>(%) | Porcentaje válido<br>(%) | Porcentaje<br>acumulado (%) |
|--------------|-------------------|-------------------|--------------------------|-----------------------------|
| Válidos Alta | 16                | 80,0              | 80,0                     | 80,0                        |
| Media        | 4                 | 20,0              | 20,0                     | 100,0                       |
| Total        | 20                | 100,0             | 100,0                    |                             |

**Fuente:** Investigación de campo, observación  
**Elaborador por:** Mauro Castro (2014)



**Gráfico 4:** Codificación de la importancia del movimiento de los taludes

**Fuente:** Investigación de campo, observación  
**Elaborador por:** Mauro Castro (2014)

**Análisis:** Con los datos obtenidos se puede observar que el 20% de los eventos producidos en los taludes son de grado medio, pero el 80% son de procedencia alta y riesgosa para la transitabilidad vehicular.

**Interpretación:** Todo el abscisado de la carretera Ambato-Píllaro se observa que los eventos son causados por falta de mantenimiento rutinario o periódico en las cabeceras, pantallas y pies de talud.

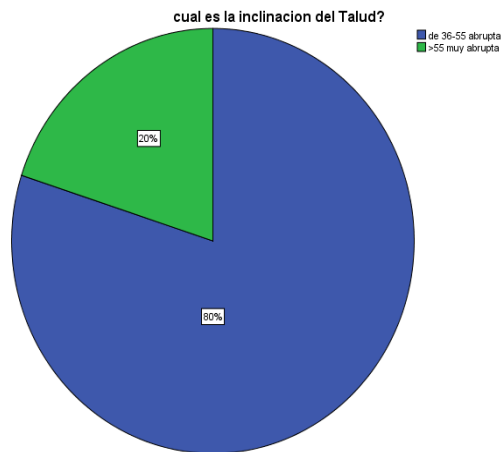
2. ¿Cuál es la inclinación en los taludes en la carretera Ambato-Píllaro.

**TABLA 7:** Frecuencias de la inclinación en los taludes de la carretera Ambato-Píllaro

|                          | Frecuencia (F) | Porcentaje (%) | Porcentaje válido (%) | Porcentaje acumulado (%) |
|--------------------------|----------------|----------------|-----------------------|--------------------------|
| Válidos de 36-55 abrupta | 16             | 80,0           | 80,0                  | 80,0                     |
| >55 muy abrupta          | 4              | 20,0           | 20,0                  | 100,0                    |
| Total                    | 20             | 100,0          | 100,0                 |                          |

**Fuente:** Investigación de campo, observación

**Elaborador por:** Mauro Castro (2014)



**Gráfico 5:** Codificación de las pendientes en los taludes

**Fuente:** Investigación de campo, observación

**Elaborador por:** Mauro Castro (2014)

**Análisis:** Con los datos obtenidos se puede observar que el 20% de los eventos producidos en los taludes son muy abruptos, pero el 80% son de procedencia abrupta para la pendiente de los taludes aledaños.

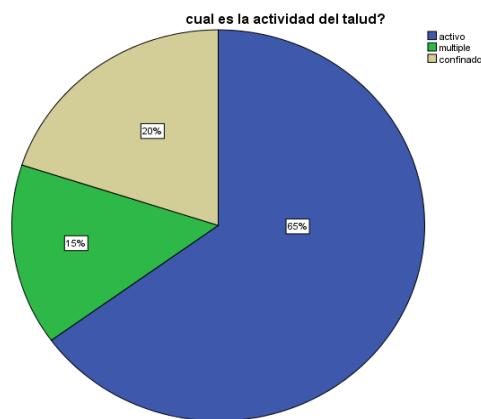
**Interpretación:** Todo el abscisado de la carretera Ambato-Píllaro se observa que los eventos son causados por falta de un buen estudio de localización y diseño geométrico de la vía.

3. ¿Cuál es la actividad de la dinámica del talud producido en la carretera Ambato-Píllaro?

**TABLA 8:** Frecuencias de la actividad del evento de los taludes de la carretera Ambato-Píllaro

|         | Frecuencia (F) | Porcentaje (%) | Porcentaje válido (%) | Porcentaje acumulado (%) |
|---------|----------------|----------------|-----------------------|--------------------------|
| Válidos | activo         | 13             | 65,0                  | 65,0                     |
|         | multiple       | 3              | 15,0                  | 80,0                     |
|         | confinado      | 4              | 20,0                  | 100,0                    |
| Total   | 20             | 100,0          | 100,0                 |                          |

**Fuente:** Investigación de campo, observación  
**Elaborador por:** Mauro Castro (2014)



**Gráfico 6:** Codificación de la actividad en los taludes

**Fuente:** Investigación de campo, observación  
**Elaborador por:** Mauro Castro (2014)

**Análisis:** Con los datos obtenidos se puede observar que el 65% de los eventos producidos en los taludes son activos, el 20% son confinados y el 15% son múltiples (varias actividades combinadas) en la vía.

**Interpretación:** todo el abscisado de la carretera Ambato-Píllaro se observa que los eventos son causados por la actividad volcánica, la erosión del agua, el viento y la falta de mantenimiento periódico de los taludes por la mala localización de la vía.

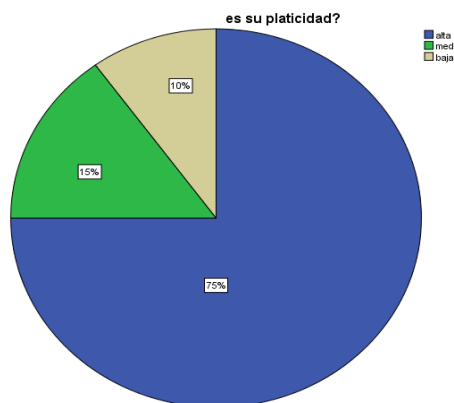


4. ¿Cuál es la plasticidad de la dinámica del talud producido en la carretera Ambato-Píllaro?

**TABLA 9:** Frecuencias de la plasticidad de los taludes de la carretera Ambato-Píllaro

|         | Frecuencia (F) | Porcentaje (%) | Porcentaje válido (%) | Porcentaje acumulado (%) |
|---------|----------------|----------------|-----------------------|--------------------------|
| Válidos | Alta           | 15             | 75,0                  | 75,0                     |
|         | Media          | 3              | 15,0                  | 90,0                     |
|         | Baja           | 2              | 10,0                  | 100,0                    |
|         | Total          | 20             | 100,0                 | 100,0                    |

Fuente: Investigación de campo, observación  
Elaborador por: Mauro Castro (2014)



**Gráfico 7:** Codificación de la plasticidad en los taludes

Fuente: Investigación de campo, observación  
Elaborador por: Mauro Castro (2014)

**Análisis:** Con los datos obtenidos se puede observar que el 75% de los eventos producidos en los taludes son de plasticidad alta, el 15% son de media plasticidad y el 10% comprenden la baja plasticidad.

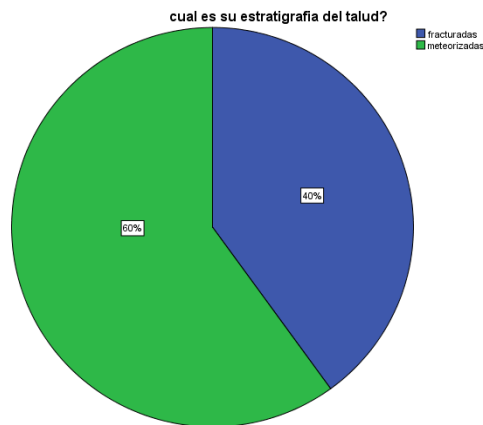
**Interpretación:** Todo el abscisado de la carretera Ambato-Píllaro se observa que los eventos están en su mayoría en suelos de alta plasticidad como son los sedimentos volcánicos, toba, agregados, detritos y por su grado de inclinación influyen en el deslizamiento de los taludes.

5. ¿Cuál es la estratigrafía de la dinámica del talud producido en la carretera Ambato-Píllaro?

**TABLA 10:** Frecuencias de la estratigrafía de los taludes de la carretera Ambato-Píllaro

|         | Frecuencia<br>(F) | Porcentaje<br>(%) | Porcentaje<br>válido (%) | Porcentaje<br>acumulado (%) |
|---------|-------------------|-------------------|--------------------------|-----------------------------|
| Válidos | fracturadas       | 8                 | 40,0                     | 40,0                        |
|         | meteorizadas      | 12                | 60,0                     | 100,0                       |
|         | Total             | 20                | 100,0                    |                             |

Fuente: Investigación de campo, observación  
Elaborador por: Mauro Castro (2014)



**Gráfico 8:** Codificación de la estratigrafía en los taludes

Fuente: Investigación de campo, observación  
Elaborador por: Mauro Castro (2014)

**Análisis:** Con los datos obtenidos se puede observar que el 40% de los eventos producidos en los taludes comprende rocas fracturadas, y el 60% son suelos y rocas meteorizadas por acción del clima.

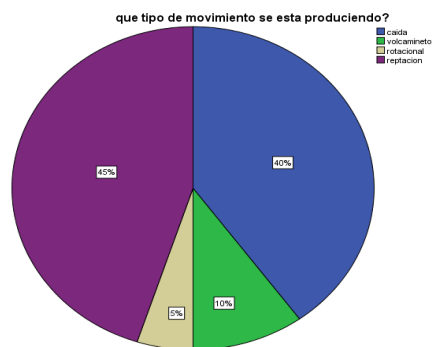
**Interpretación:** Todo el abscisado de la carretera Ambato-Píllaro se observa que los eventos son parte de las formaciones geológicas encontradas donde la mayoría corresponde a aglomerados y suelos sedimentarios como las tobas, piedra pómez, con presencia de rocas como piro clastos y andesita.

6. ¿Cuál es el tipo de movimiento de la dinámica del talud producido en la carretera Ambato-Píllaro?

**TABLA 11:** Frecuencias del tipo de movimiento de los taludes de la carretera Ambato-Píllaro

|                    | Frecuencia (F) | Porcentaje (%) | Porcentaje válido (%) | Porcentaje acumulado (%) |
|--------------------|----------------|----------------|-----------------------|--------------------------|
| Caída              | 8              | 40,0           | 40,0                  | 40,0                     |
| volcamiento        | 2              | 10,0           | 10,0                  | 50,0                     |
| Válidos rotacional | 1              | 5,0            | 5,0                   | 55,0                     |
| reptación          | 9              | 45,0           | 45,0                  | 100,0                    |
| Total              | 20             | 100,0          | 100,0                 |                          |

Fuente: Investigación de campo, observación  
Elaborador por: Mauro Castro (2014)



**Gráfico 9:** Codificación del tipo de movimiento en los taludes

Fuente: Investigación de campo, observación  
Elaborador por: Mauro Castro (2014)

**Análisis:** Con los datos obtenidos se puede observar que el 45% de los eventos producidos en los taludes son de movimiento reptario, el 40% son de caída de granos y bloques, 10% por volcamiento y el 5% producido por movimiento rotacional del deslizamiento en.

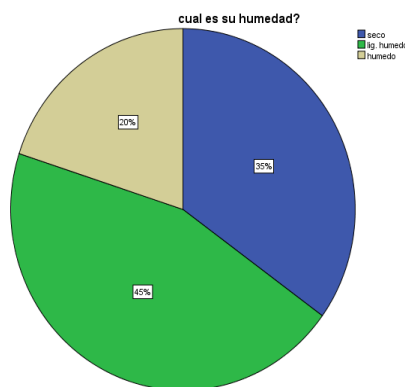
**Interpretación:** Todo el abscisado de la carretera Ambato-Píllaro se observa que los eventos casi la mitad de ellos se produce por la influencia de la gravedad y la presencia de agua en la superficie, además de la otra mitad de la caída de granos y bloques evidenciados en la vía.

7. ¿Cuál es la humedad de la dinámica del talud producido en la carretera Ambato-Píllaro?

**TABLA 12:** Frecuencias de la humedad de los taludes de la carretera Ambato-Píllaro

|         | Frecuencia<br>(F) | Porcentaje<br>(%) | Porcentaje<br>válido (%) | Porcentaje<br>acumulado (%) |
|---------|-------------------|-------------------|--------------------------|-----------------------------|
| Válidos | Seco              | 7                 | 35,0                     | 35,0                        |
|         | lig. humedo       | 9                 | 45,0                     | 80,0                        |
|         | Húmedo            | 4                 | 20,0                     | 100,0                       |
|         | Total             | 20                | 100,0                    | 100,0                       |

**Fuente:** Investigación de campo, observación  
**Elaborador por:** Mauro Castro (2014)



**Gráfico 10:** Codificación de la humedad en los taludes

**Fuente:** Investigación de campo, observación  
**Elaborador por:** Mauro Castro (2014)

**Análisis:** Con los datos obtenidos se puede observar que el 45% de los eventos producidos en los taludes se producen en clima ligeramente húmedo, el 35% en clima seco y el 20% en el clima húmedo.

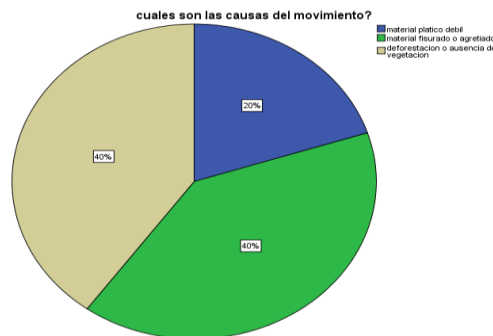
**Interpretación:** Todo el abscisado de la carretera Ambato-Píllaro se observa que los eventos casi la mitad se producen en climas con humedad ligera, y la otra mitad en climas de seco a húmedo de acuerdo a los meses dentro del temporada, mostrando la influencia en los tipos de movimientos con sus respectivas erosiones y actividades.

8. ¿Cuál son las causas de la dinámica del talud producido en la carretera Ambato-Píllaro?

**TABLA 13:** Frecuencias de las causas de movimiento de los taludes de la carretera Ambato-Píllaro

|  | Frecuencia (F) | Porcentaje (%) | Porcentaje válido (%) | Porcentaje acumulado (%) |
|--|----------------|----------------|-----------------------|--------------------------|
| material plástico débil                        | 4              | 20,0           | 20,0                  | 20,0                     |
| material fisurado o agrietado                  | 8              | 40,0           | 40,0                  | 60,0                     |
| Válidos deforestación o ausencia de vegetación | 8              | 40,0           | 40,0                  | 100,0                    |
| Total  | 20             | 100,0          | 100,0                 |                          |

Fuente: Investigación de campo, observación  
Elaborador por: Mauro Castro (2014)



**Gráfico 11:** Codificación de las causas en los taludes

Fuente: Investigación de campo, observación  
Elaborador por: Mauro Castro (2014)

**Análisis:** Con los datos obtenidos se puede observar que el 40% de los eventos producidos en los taludes son causados por ausencia de vegetación, el 40% por presencia de fisuras y grietas en los taludes y el 20% por débil plasticidad en las paredes de los taludes.

**Interpretación:** Todo el abscisado de la carretera Ambato-Píllaro se observa que los eventos son causados por falta de vegetación y reforestación además de la falta de tratamiento y mantenimiento de taludes.

9. ¿Cuál es el factor de seguridad de la dinámica del talud producidos en la carretera Ambato-Píllaro?

**TABLA 14:** Frecuencias del factor de seguridad de dinámica de los taludes de la carretera Ambato-Píllaro

|                   | Frecuencia (F) | Porcentaje (%) | Porcentaje válido (%) | Porcentaje acumulado (%) |
|-------------------|----------------|----------------|-----------------------|--------------------------|
| Válidos < 1 falla | 20             | 100,0          | 100,0                 | 100,0                    |

Fuente: Investigación de campo, observación  
Elaborador por: Mauro Castro (2014)



**Gráfico 12:** Codificación del factor de seguridad en los taludes

Fuente: Investigación de campo, observación  
Elaborador por: Mauro Castro (2014)

**Análisis:** Con los datos obtenidos se puede observar que el 100% de los eventos producidos en los taludes tienen un factor de seguridad, pero el 0% no tienen factor de seguridad que es riesgoso para la transitabilidad vehicular.

**Interpretación:** Todo el abscisado de la carretera Ambato-Píllaro se observa que los eventos son causados por falta de mantenimiento rutinario o periódico en las cabeceras, pantallas y pies de talud.

## 4.2 Verificación de la Hipótesis

En la presente investigación para realizar la prueba de hipótesis, afirmando tentativamente que el problema planteado será resuelto, se demostrará en base a parámetros de la población previamente establecida.

De acuerdo a **Galo Naranjo y Luis Herrera (2006:223,224)**, en su obra explica diferentes métodos de verificación por lo cual se ha tomado como referencia el ejemplo de ensayo de hipótesis con frecuencias para realizar el presente proceso de comprobación.

### 1. Planteamiento de la hipótesis nula y la hipótesis alternativa

**Nula Ho:** El inadecuado modelo de aplicación tecnológico de estabilización de taludes es lo **que produce** el incremento de accidentes de tránsito en la vía intercantonal Ambato-Píllaro.

**Alternativa H<sub>1</sub>:** El adecuado modelo de aplicación tecnológico de estabilización de taludes es lo **que disminuye** los accidentes de tránsito en la vía intercantonal Ambato-Píllaro.

La prueba es de una sola cola ya solo interesa determinar si hay o no una reducción en la inseguridad de la vía

### 2. Seleccionar el nivel de significancia

Se usara de 0.05

### 3. Proporcionar el estadístico de prueba

$$t = \frac{X - \mu}{\frac{s}{\sqrt{n}}}$$

**siendo**

**X** Es la media de la muestra

**μ** Es la media poblacional hipotética

- $s$  Es la desviación estándar de la muestra
- $\eta$  Es el tamaño muestral

**4. Formular la regla de decisión**

Cálculo de grados de libertad

$$GI = n - 1$$

$$GI = 20 - 1$$

$$GI = 19$$

Entonces  $t$  tabulado = 1.729

**5. Calcular  $t$  y tomar una decisión**

**TABLA 15:** Comprobación de Normalidad, obtenido del sistema SPSS

| Pruebas de normalidad <sup>b</sup> |           |                                 |    |      |              |    |      |
|------------------------------------|-----------|---------------------------------|----|------|--------------|----|------|
| Cuál es el factor de seguridad?    |           | Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup> |    |      | Shapiro-Wilk |    |      |
|                                    |           | Estadístico                     | gl | Sig. | Estadístico  | gl | Sig. |
| Cuál es la importancia?            | < 1 falla | ,487                            | 20 | ,000 | ,495         | 20 | ,000 |

Elaborador por: Mauro Castro (2014)

**Comprobación:**

Si  $P > 0.30$  Acepto  $H_0$       Si  $P < 0.30$  Acepto  $H_1$

Entonces según SPSS  $P = 0.495$  (Shapiro Wilk)

Por Smirnov  $> 0.30$  (Acepta  $H_0$ )

Wilk  $< 0.30$  (Acepta  $H_1$ )



### Interpretación:

Entonces Acepta  $H_0$  porque Smirnov > 30, y rechazo  $H_1$

## 6. Comprobación de la Hipótesis (T Student)

**TABLA 16.** Comprobación de Normalidad, obtenido del sistema SPSS

|          |   | Prueba de muestras relacionadas <sup>a</sup> |                 |                        |   |       | t      | gl | Sig.<br>(bilateral) |
|----------|---|--|-----------------|------------------------|---|-------|--------|----|---------------------|
|          |   | Diferencias relacionadas                     |                 |                        |   |       |        |    |                     |
|          |   | Media  | Desviación típ. | Error típ. de la media | 95% Intervalo de confianza para la diferencia |       |        |    |                     |
| Inferior | Superior  |  |                 |                        |   |       |        |    |                     |
| Par 1    | Cuál es la inclinación del Talud? – Cuál es el factor de seguridad? | 3,200  | ,410            | ,092                   | 3,008   | 3,392 | 34,871 | 19 | ,000                |

Elaborador por: Mauro Castro (2014)

### Comprobación:

Si  $t$  (Calculado) = 34.87 con  $gl= 19$  Nivel de significancia: 0.05

$t_2= 1.7291$  (T tabulado)

Por  $t$  calculado >  $t$  tabulado (Acepta  $H_0$ )

$t$  calculado <  $t$  tabulado (Acepta  $H_1$ )

### Regla de decisión

Dado que el valor de  $t$  **calculado= 34.87** supera el valor de  $t$  **tabulado=1.729**, entonces se rechaza ( $H_0$ ) y se acepta la Hipótesis Alternativa ( $H_1$ ): El adecuado modelo de aplicación tecnológico de estabilización de taludes es lo **que disminuye** los accidentes de tránsito en la vía intercantonal Ambato-Pillaro. Es decir que confirma la ( $H_0$ ), que los


taludes se encuentran en mal estado por tanto se propone la (H1), la utilización de un adecuado modelo de estabilización de taludes con tratamiento de suelos y geo mallas para generar una vía segura y de baja accidentabilidad de tránsito.

Tabla de valores del T tabulado (prueba T student)

Elaborador por: Mauro Castro (2014)

**Gráfico 13. Tabla de comparación de hipótesis de T student**

Tabla t-Student



| Grados de libertad | 0.25   | 0.1    | 0.05   | 0.025   | 0.01    | 0.005   |
|--------------------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|
| 1                  | 1.0000 | 3.0777 | 6.3137 | 12.7062 | 31.8210 | 63.6559 |
| 2                  | 0.8165 | 1.8856 | 2.9200 | 4.3027  | 6.9645  | 9.9250  |
| 3                  | 0.7649 | 1.6377 | 2.3534 | 3.1824  | 4.5407  | 5.8408  |
| 4                  | 0.7407 | 1.5332 | 2.1318 | 2.7765  | 3.7469  | 4.6041  |
| 5                  | 0.7267 | 1.4759 | 2.0150 | 2.5706  | 3.3649  | 4.0321  |
| 6                  | 0.7176 | 1.4398 | 1.9432 | 2.4469  | 3.1427  | 3.7074  |
| 7                  | 0.7111 | 1.4149 | 1.8946 | 2.3646  | 2.9979  | 3.4995  |
| 8                  | 0.7064 | 1.3968 | 1.8595 | 2.3060  | 2.8965  | 3.3554  |
| 9                  | 0.7027 | 1.3830 | 1.8331 | 2.2622  | 2.8214  | 3.2498  |
| 10                 | 0.6998 | 1.3722 | 1.8125 | 2.2281  | 2.7638  | 3.1693  |
| 11                 | 0.6974 | 1.3634 | 1.7959 | 2.2010  | 2.7181  | 3.1058  |
| 12                 | 0.6955 | 1.3562 | 1.7823 | 2.1788  | 2.6810  | 3.0545  |
| 13                 | 0.6938 | 1.3502 | 1.7709 | 2.1604  | 2.6503  | 3.0123  |
| 14                 | 0.6924 | 1.3450 | 1.7613 | 2.1448  | 2.6245  | 2.9768  |
| 15                 | 0.6912 | 1.3406 | 1.7531 | 2.1315  | 2.6025  | 2.9467  |
| 16                 | 0.6901 | 1.3368 | 1.7459 | 2.1199  | 2.5835  | 2.9208  |
| 17                 | 0.6892 | 1.3334 | 1.7396 | 2.1098  | 2.5669  | 2.8982  |
| 18                 | 0.6884 | 1.3304 | 1.7341 | 2.1009  | 2.5524  | 2.8784  |
| 19                 | 0.6876 | 1.3277 | 1.7291 | 2.0930  | 2.5395  | 2.8609  |
| 20                 | 0.6870 | 1.3253 | 1.7247 | 2.0860  | 2.5280  | 2.8453  |
| 21                 | 0.6864 | 1.3232 | 1.7207 | 2.0796  | 2.5176  | 2.8314  |
| 22                 | 0.6858 | 1.3212 | 1.7171 | 2.0739  | 2.5083  | 2.8188  |
| 23                 | 0.6853 | 1.3195 | 1.7139 | 2.0687  | 2.4999  | 2.8073  |
| 24                 | 0.6848 | 1.3178 | 1.7109 | 2.0639  | 2.4922  | 2.7970  |
| 25                 | 0.6844 | 1.3163 | 1.7081 | 2.0595  | 2.4851  | 2.7874  |
| 26                 | 0.6840 | 1.3150 | 1.7056 | 2.0555  | 2.4786  | 2.7787  |
| 27                 | 0.6837 | 1.3137 | 1.7033 | 2.0518  | 2.4727  | 2.7707  |
| 28                 | 0.6834 | 1.3125 | 1.7011 | 2.0484  | 2.4671  | 2.7633  |
| 29                 | 0.6830 | 1.3114 | 1.6991 | 2.0452  | 2.4620  | 2.7564  |
| 30                 | 0.6828 | 1.3104 | 1.6973 | 2.0423  | 2.4573  | 2.7500  |
| 31                 | 0.6825 | 1.3095 | 1.6955 | 2.0395  | 2.4528  | 2.7440  |
| 32                 | 0.6822 | 1.3086 | 1.6939 | 2.0369  | 2.4487  | 2.7385  |
| 33                 | 0.6820 | 1.3077 | 1.6924 | 2.0345  | 2.4448  | 2.7333  |
| 34                 | 0.6818 | 1.3070 | 1.6909 | 2.0322  | 2.4411  | 2.7284  |
| 35                 | 0.6816 | 1.3062 | 1.6896 | 2.0301  | 2.4377  | 2.7238  |
| 36                 | 0.6814 | 1.3055 | 1.6883 | 2.0281  | 2.4345  | 2.7195  |
| 37                 | 0.6812 | 1.3049 | 1.6871 | 2.0262  | 2.4314  | 2.7154  |
| 38                 | 0.6810 | 1.3042 | 1.6860 | 2.0244  | 2.4286  | 2.7116  |
| 39                 | 0.6808 | 1.3036 | 1.6849 | 2.0227  | 2.4258  | 2.7079  |
| 40                 | 0.6807 | 1.3031 | 1.6839 | 2.0211  | 2.4233  | 2.7045  |
| 41                 | 0.6805 | 1.3025 | 1.6829 | 2.0195  | 2.4208  | 2.7012  |
| 42                 | 0.6804 | 1.3020 | 1.6820 | 2.0181  | 2.4185  | 2.6981  |
| 43                 | 0.6802 | 1.3016 | 1.6811 | 2.0167  | 2.4163  | 2.6951  |
| 44                 | 0.6801 | 1.3011 | 1.6802 | 2.0154  | 2.4141  | 2.6923  |
| 45                 | 0.6800 | 1.3007 | 1.6794 | 2.0141  | 2.4121  | 2.6896  |
| 46                 | 0.6799 | 1.3002 | 1.6787 | 2.0129  | 2.4102  | 2.6870  |
| 47                 | 0.6797 | 1.2998 | 1.6779 | 2.0117  | 2.4083  | 2.6846  |
| 48                 | 0.6796 | 1.2994 | 1.6772 | 2.0106  | 2.4066  | 2.6822  |
| 49                 | 0.6795 | 1.2991 | 1.6766 | 2.0096  | 2.4049  | 2.6800  |

## **Capítulo 5**

### **Conclusiones y Recomendaciones**

#### **5.1 Conclusiones**

- En la vía intercantonal Ambato Píllaro se encontró en la faja topográfica levantada que la mayoría de taludes existe la presencia de suelos tales como ceniza, piedra pómez, toba, aglomerados, piro clastos, andesitas.
- Ausencia de mantenimiento en los taludes de la carretera Ambato-Píllaro de parte de las Instituciones encargadas.
- Existe un 30% de presencia de vegetación en las laderas y un 70% sin vegetación con presencia de erosión.
- La mayoría (80%) de taludes de la vía en estudio se encuentra constituidos por estratos.
- Ausencia de un buen estudio de localización y diseño geométrico de los taludes.

## 5.2 Recomendaciones

- Por la dificultad de acceso se recomienda utilizar aparatos de precisión como GPS, fotos satelitales, herramientas de internet como el google earth. Para levantamiento topográfico
- Se recomienda aplicar el método ordinal (Fenellius), Bishop y Jambu para cálculo estructural de taludes.
- Se recomienda la estabilización de taludes mediante peinado de taludes, geo mallas, hidrosiembra etc.
- Se recomienda que cuando existe la presencia de agua en los taludes, se construya canales, filtros y drenes.
- Se recomienda el uso de anclajes con mallas galvanizadas de triple torsión por su fácil colocación y menor precio en la estabilización de taludes.
- Es necesario la utilización de herramientas tecnológicas de programas para cálculos de deslizamientos.

## **Capítulo 6**

### **Propuesta de la Investigación**

#### **6.1 Datos Informativos**

La ubicación de la zona de investigación de este estudio se encuentra en los límites de las parroquias de Izamba (Ambato) y del ingreso a la ciudad de Píllaro de la provincia de Tungurahua, en los cantones de Ambato y Píllaro, con una particular topografía que presenta inestabilidad de taludes a lo largo de la vía. Otros ejemplos producidos de estos deslizamientos son las de las zonas aledañas al estudio que corresponde al paso lateral que se encuentra algunos trabajos con ejecuciones de soluciones en inestabilidad de taludes parecidos a los de este análisis.

##### **6.1.1 Título**

Modelo de aplicación tecnológico de estabilización de taludes con anclajes y mallas en la vía intercantonal Ambato-Píllaro.

##### **6.1.2 Institución ejecutora**

Universidad Técnica de Ambato

##### **6.1.3 Beneficiarios**

**Directos:** Usuarios de los automotores que transita la vía, pobladores aledaños a la vía intercantonal Ambato-Píllaro.

**Indirectos:** Profesionales de mantenimiento de los vehículos, crecimiento de las parroquias aledañas, propietarios de terrenos ubicados en zonas de influencia de los deslizamientos.

#### 6.1.4 Ubicación

**Provincia:** Tungurahua    **Ciudad:** Ambato    **Parroquia:** Izamba  
**Tramo:** Izamba - Redondel Píllaro

#### Localización Geografía del Tramo de Vía Ambato Pillaro

Coordenadas WGS84 (World Geodesic System)

Inicio (Izamba);                                  9.865.671 Sur                  769.191 Este

Fin (Inicio Redondel Píllaro);                  9.869.910 Sur                  771.503 Este

#### 6.1.5 Tiempo estimado para la ejecución

**Inicio:**                  Octubre 2014

**Fin:**                          Marzo 2015

**Duración:**          6 meses

#### 6.1.6 Equipo técnico responsable

- ✓ Director
- ✓ Digitadores
- ✓ Encuestadores
- ✓ Estadista
- ✓ Asesores Especialistas
- ✓ Asesores Tecnológicos.

#### 6.1.7 Costo

El costo estimado para el presente trabajo de investigación es de \$47.960,00.

**TABLA 17: Recursos humanos**

| <b>RUBRO</b>                     | <b>CANTIDAD</b> | <b>UNIDAD DE MEDIDA</b> | <b>TOTAL, USD \$</b> |
|----------------------------------|-----------------|-------------------------|----------------------|
| Mecánico de Suelos               | 1               | 250,00 \$ / km          | 2000,00              |
| Geotécnico                       | 1               | 600,00 \$ / km          | 4800,00              |
| Encuestadores                    | 3               | 20 \$ / ficha           | 1500,00              |
| Ing. Civil Vial                  | 1               | 1500.00\$ / km          | 12000,00             |
| Geógrafo                         | 1               | 800,00 \$ / km          | 6400,00              |
| Ing. Sistemas                    | 1               | 400,00 \$ / mes         | 2400,00              |
| <b>SUBTOTAL, USD \$</b>          |                 |                         | 29100,00             |
| <b>+ 10% IMPREVISTOS, USD \$</b> |                 |                         | 2910,00              |
| <b>TOTAL, USD \$</b>             |                 |                         | 32.010,00            |

**Fuente:** Investigación de campo

**Elaborador por:** Mauro Castro (2014)

**TABLA 18: Recursos materiales**

| <b>RUBRO</b>                                      | <b>CANTIDAD</b> | <b>UNIDAD DE MEDIDA</b> | <b>TOTAL, USD \$</b> |
|---|-----------------|-------------------------|----------------------|
| Suministros de oficina                            | ----            | -----                   | 700,00               |
| Fotocopias  | ----            | 0,03 \$ / copia         | 500,00               |
| Transporte  | ----            | 0,18 \$ / viaje         | 900,00               |
| Servicios básicos (luz, agua, teléfono, internet) | ----            | -----                   | 1200,00              |
| Alimentación                                      | ----            | -----                   | 800,00               |
| Ordenador (computador) personal                   | 1               | 1000,00 \$ / CPU        | 1000,00              |
| Memoria USB (pendrive)                            | 2               | 100 \$ / artículo       | 200,00               |
| Ensayos de suelos                                 | 20              | 80\$/ensayo             | 1600,00              |
| Modelación computacional                          | 10              | 1500\$/diseño           | 6000,00              |
| Alquiler de equipos                               | 2               | 80 \$ hora              | 1600,00              |
| <b>SUBTOTAL, USD \$</b>                           |                 |                         | 14500,00             |
| <b>+ 10% IMPREVISTOS, USD \$</b>                  |                 |                         | 1450,00              |
| <b>TOTAL, USD \$</b>                              |                 |                         | 15.950,00            |

**Fuente:** Investigación de campo



Elaborador por: Mauro Castro (2014)

## **6.2 Antecedentes de la Propuesta**

En la topografía irregular de la vía Ambato Píllaro que ha sido construida hace muchos años atrás con un deficiente diseño geométrico, con vías colocadas a media ladera, ubicados en los bordes del río Culapachan, encontrando gran variedad de accidentes de tránsito con la presencia de deslizamientos activos.

Estos deslizamientos activos localizados requieren un modelo de soluciones para disminuir los accidentes de tránsito, mejorando las características geométricas de la vía con anclajes, mallas e hidrosiembra en los taludes.

En la actualidad los municipios de Ambato y Píllaro así como el Gobierno Nacional con sus instituciones encargadas, mitigan estos eventos que afectan a las vías y el transporte produciendo accidentes, pérdidas de vida, usuarios estresados, congestiones, gastos en mantenimiento.

## **6.3 Justificación**

Un adecuado manejo de tecnología para la solución de los deslizamientos en las laderas y taludes de las vías, disminuirán el congestionamiento vehicular provocado, la accidentalidad, el deterioro y el mantenimiento de la vía Inter cantonal Ambato-Píllaro.

La evidencia de deslizamientos en zonas de la vía, da la necesidad de un modelo de rápida aplicación para tomar decisiones de emergencia, implementando metodologías de otros países con diferentes tecnologías aplicadas a los problemas de las vías ecuatorianas.

En el Ecuador la falta de control y mantenimiento de estos deslizamientos han influenciado en los sistemas constructivos, conservación de vías, servicios básicos, etc. por el clima existente.

Los modelos utilizados se basan en la topografía, geotécnica, geología, mecánica de suelos y rocas, zonas potenciales de deslizamiento, solucionándose en forma puntual cada deslizamiento dependiendo del tipo que se ha reconocido.

La utilidad de la investigación radica en la utilización del programa para la aplicación en deslizamientos de soluciones emergentes para los habitantes y usuarios que circulan en este tramo de vía.

Es aplicable la ejecución de esta investigación pues ayudara a resolver este problema de deslizamiento, gracias a la ayuda de las experiencias de diversos profesionales y la revisión de manuales, reglamentos, especificaciones, etc.

## **6.4 Objetivos**

### **6.4.1 Objetivo General**

Desarrollo del modelo de aplicación tecnológica para la estabilización de deslizamientos en la vía Intercantonal Ambato-Píllaro mejorando las características geométricas del talud.

### **6.4.2 Objetivos Específicos**

- Identificación de los tipos de deslizamientos más concurridos en la vía Intercantonal Ambato-Píllaro.
- Evaluar el movimiento actual de las laderas y taludes de la vía Intercantonal

-Análisis de los tipos de suelo en el pie de los taludes de las laderas de la vía.

-Desarrollar el modelo de mejoramiento de taludes y laderas según condiciones geológicas, geotécnicas y suelos para disminución de eventos negativos.

## **6.5 Análisis de Factibilidad**

Dentro de este análisis encontramos las siguientes consideraciones:

### **6.5.1 Localización**

La vía intercantonal Ambato Píllaro se encuentra ubicada en los bordes de los taludes del río Culapachan donde su acceso es muy difícil para maquinaria vial, siendo factible la ubicación de anclajes y mallas que no es necesario la utilización de maquinaria pesada.

### **6.5.2 Tecnología**

Hoy en la actualidad es posible encontrar paquetes informáticos con programas de libre aplicación proporcionando herramientas de cálculos para deslizamientos.

### **6.5.3 Ejecución**

En la actualidad existen soluciones geotécnicas que nos guían en la realización de la propuesta de anclajes con malla e hidrosiembra.

### **6.5.4 Organizacional**

Lo que corresponde a la organización de equipo de trabajo para la colocación de los anclajes con malla, no es una complicada la organización siendo factible y realizable.

### **6.5.5 Económico Financiero**

En la actualidad existen procesos técnicos de mitigación de deslizamientos económicos y costosos, para la presente investigación se plantea los más seguros y económicos.

### **6.5.6 Ambiental**

La solución de la estabilización de taludes, es necesario para no afectar al ecosistema a lo largo de la vía.

### **6.5.7 Legal**

Para todos los procesos constructivos existen amparos legales, normas ecuatorianas de vías NEVI 2013, decretos ambientales, etc. que hicieron factible esta propuesta.

### **6.5.8 Política**

Con los objetivos trazados del gobierno comprende también el arreglo o mantenimiento de esta vía, así como también la intervención de Gobiernos Locales y de intervención hecha de un tiempo atrás del Gobierno Seccional.

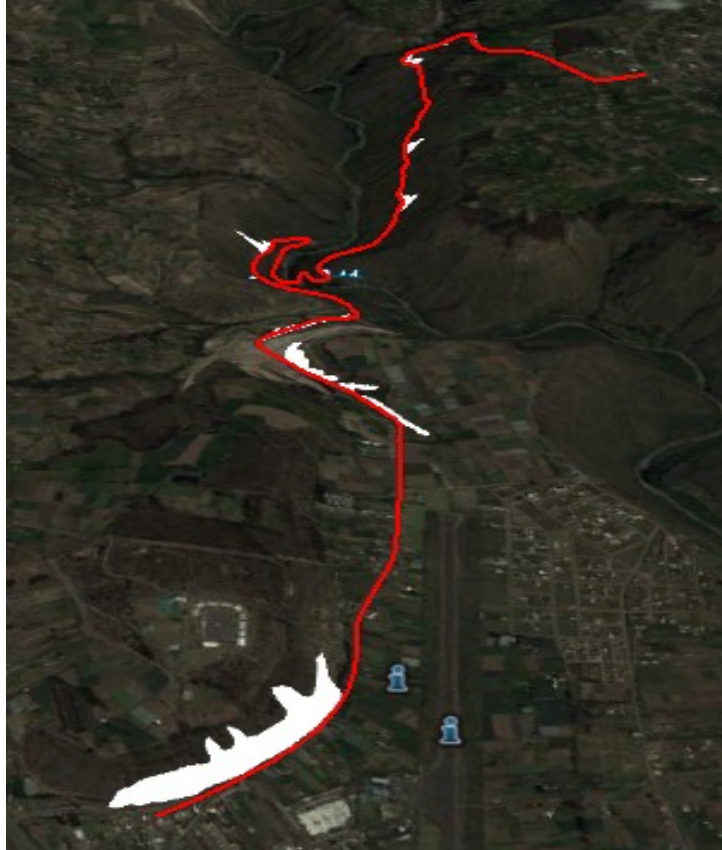
## **6.6 Fundamentación Teórica Científica**

Se fundamenta en la utilización de tecnología para solucionar y diseñar las laderas mediante la utilización de anclajes con mallas e hidrosiembra.

Son los siguientes los fundamentos propuestos para el diseño de este conjunto de obras de mitigación comprendiendo la inspección de campo, topografía de la faja de la vía en estudio, perfiles topográficos y geotécnicos, ensayos de campo para los tipos de suelos, evaluación de los deslizamientos, encontrando depósitos volcánicos de tobas, cangahuas y

cenizas en la parte superior del talud, además de aglomerados, piro clastos y andesita, aplicando un factor de seguridad adecuado.

**Figura 4:** Vista aérea de trazado del estudio.



**Fuente:** GoogleEarth (Gps + áreas)

**Elaborado por:** Mauro Castro (2014)

Los siguientes modelos de estabilización para la protección y estabilización de taludes en la vía se recomiendan:

1.- La utilización de **anclajes** en laderas aumentan el factor de seguridad en zonas correspondientes a la composición de aglomerados con pendientes en zonas montañosas, recubriendo los taludes con hormigón lanzado o con geomalla para la utilización de hidrosiembra. Con las siguientes consideraciones:

- Fácil adaptación al talud de los bordes de la vía

- Colocación rápida en suelos con pendientes altas y montañosas
- Técnica constructiva del MTOP del Ecuador, con experiencia comprobada en estabilidad de laderas y taludes.

2.- La utilización de **geomalla** con grapas sobre las pendientes de taludes ayudan a la estabilización en zonas o bloques que se encuentran desestabilizadas, además de la utilización de drenes y subdrenes para bajar el nivel freático, con la presencia de geo textiles aumentando el factor de seguridad, por las siguientes consideraciones.

- La altura considerable de poca accesibilidad la fácil colocación de la geomalla conviene en la estabilización de los taludes.
- La colocación de geomalla se realiza mediante la ubicación de guías en la parte alta o cresta, y en la parte baja o pie del talud o ladera.
- Acomodamiento de la malla a la forma del talud con grapas que sirven de unión de traslape.
- Estructura complementaria de anclajes, tornillos y clavos que sirven de estabilizadores y refuerzos de suelos en pendientes.
- Complementos adicionales como los geotextiles en la construcción de filtros, drenes y sub drenes que sirven de estabilizadores.

3.- La utilización de **hidrosiembra** aporta a la estética de las vías, reduciendo el estrés y más problemas relacionados con los usuarios que transita por la vía, además de estabilizar áreas de posibles deslizamientos existentes, por las siguientes consideraciones.

- Utilización en zonas bajas o pies de taludes para cubrir y recubrir pequeñas áreas con pendientes moderadas.
- Capa constituida por un sustrato ecológico compuesto de tierra, estiércol, fibras y pegamento donde se localizará la hidrosiembra.

- El sustrato ecológico protege la colocación de la geomalla o geo textil, además si se encuentra colocado los anclajes.
- La revegetación en zonas de laderas y taludes cercanos mejoran la estética y el confort de los usuarios de la vía.

### 6.6.1 Modelo de estabilización mediante anclajes

Consiste en el control de la erosión del suelo con arrastre de sedimento, mediante los suministros, construcción y mantenimiento de anclajes con su revestimiento, que puede ser terraplenes, pedraplenes, hormigón o hidrosiembra.

**Figura 5:** Terraplenes, pedraplenes e hidrosiembra



**Fuente:** Autor

**Elaborado por:** Mauro Castro (2014)

Los materiales necesarios para este control deben estar de acuerdo a las siguientes solicitudes:

- Excavaciones para las estructuras de refuerzo
- Revestimientos de muros, cunetas, taludes y laderas.
- Colocación de vegetación.
- Fertilizantes para la vegetación.

- Geo textiles para taludes, filtros y drenes.

Para la construcción de estos anclajes es necesario un control permanente temporal de los taludes y laderas, protegiendo los recursos naturales con la infraestructura física, incluyendo las barreras filtrantes, desviaciones y estructuras.

Las medidas de control de la erosión y de los sedimentos deben proceder de la siguiente manera:

- Controles temporales en etapas progresivas de la construcción de estructuras de la vía y de refuerzos.
- Construcción de obras temporales como drenes, canales, bermas que protegen los taludes en corte y relleno.
- Revegetación con siembra en épocas climáticas favorables como capa protectora de la erosión.
- Protecciones de alcantarillas y estructuras en zonas de salida y entrada de flujos.
- Revestimiento de canales con tratamiento de laderas y taludes.
- Construcción de controles de apilamiento de suelo para preveer pérdidas.
- Área de movimiento de tierra controlado y minimizado.

Para los casos donde se encuentra gran cantidad de agua o niveles freáticos cercanos a la superficie del deslizamiento es necesario ubicar obras menores, dadas por la reglamentación del MTOP como las siguientes:

**a. Tratamiento de regulación para escorrentía (Agua Superficial)**

Para la solución o la disminución de la escorrentía encontramos los llamados drenes, sub drenes, filtros y cunetas, los cuales son pequeñas obras manuales sencillas ubicadas a media ladera o en el



nivel de la escorrentía, complementando con los disipadores de energía.

- a) **Drenes y filtros**, son canales de desviación de agua que disminuyen los flujos que dependerán del valor de la precipitación para su diseño (INAMHI) que corresponde la zona de Píllaro (M0127).

**Gráfico 14: Sección lateral de canales de corona.**

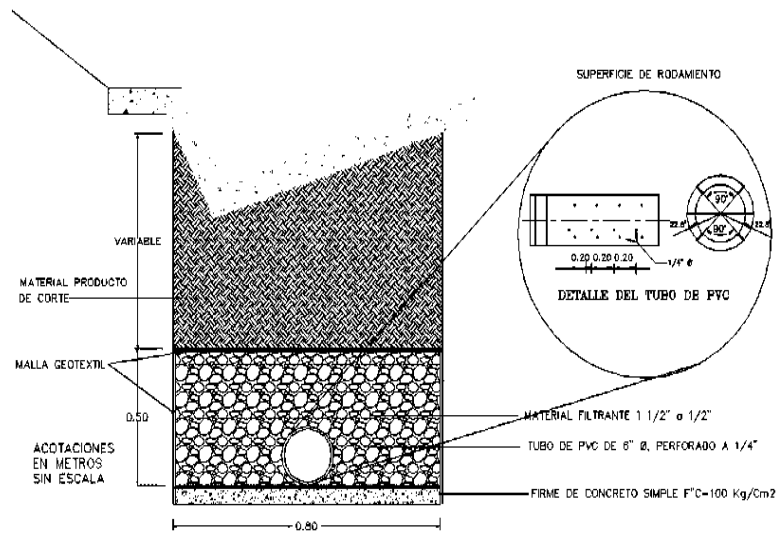


**Fuente:** Autor

**Elaborado por:** Mauro Castro (2014)

- b) En los **canales o cunetas** a media ladera que sirven de evacuación de la escorrentía pueden implementarse sacos de arena en forma longitudinal estabilizando en los taludes y en zonas de concentración de agua.

**Gráfico 15: Estructura de filtros y drenes.**



Fuente: Autor

Elaborado por: Mauro Castro (2014)

- c) **Protecciones plásticas**, esta es una medida temporal para proteger el suelo de la erosión mediante revestimientos plásticos, hasta realizar el tratamiento definitivo en el suelo.

**Figura 6: Colocación de plásticos de protección en laderas**



Fuente: Autor

Elaborado por: Mauro Castro (2014)

Se debe evitar que este revestimiento plástico se rasgue o rompa, las juntas transversales se deben traslapar cada 1 metro mientras que las juntas longitudinales no existen.

Se debe anclar en la parte superior del talud con piedras fijándose con pesos en la corona.

Estas obras de pequeña envergadura forman parte de la estabilización de deslizamiento además de las propuestas de gran envergadura como los anclajes sobre la pendiente del terreno para dar estabilidad.

**Figura 7:** Colocación de mallas galvanizadas en taludes

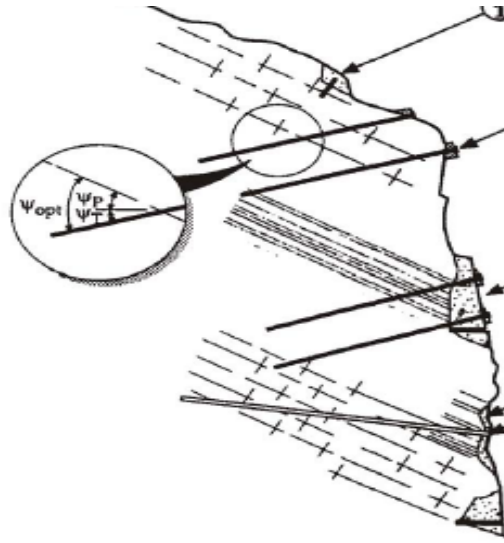


**Fuente:** Autor

**Elaborado por:** Mauro Castro (2014)

Estos anclajes de acuerdo al MTOP tendrán la longitud de una variación de 50 cm a 600 cm, los mismos que serán ubicados en la pared de ladera con un valor mínimo de 20 grados desde la horizontal para las perforaciones en la ladera las mismas que tendrán una relación de 4mm con el diámetro del anclaje.

**Gráfico 16: Ubicación de anclajes de estabilización**



**Fuente:** Autor

**Elaborado por:** Mauro Castro (2014)

Para el cálculo se tomó el diámetro mínimo según las especificaciones del MTOP que es de 12 mm. con lo cual la relación de 4mm. el hueco será de 20mm, este espaciamiento será llenado con lechada.

**Gráfico 17: Partes estructurales de un anclaje**



**Fuente:** Autor

**Elaborado por:** Mauro Castro (2014)

En los anclajes debe quedar un 10 cm. mínimo desde la superficie de talud o ladera para la ubicación de la geomalla, o la colocación del hormigón lanzado.

**Figura 8:** Espaciamiento entre anclaje y malla (d min. 10cm)



**Fuente:** Autor

**Elaborado por:** Mauro Castro (2014)

El refuerzo de acero corrugado de los anclajes deben tener una pata de 10cm mínimo de gancho para que se sostenga en el terreno y se adhiera con la lechada, esta lechada puede ser de cemento, resina o pegamento en este caso lo haremos con cemento es decir una lechada de cemento (arena, cemento, agua).

**Figura 9:** Anclajes con lechada o hidrosiembra



**Fuente:** Autor

**Elaborado por:** Mauro Castro (2014)

La colocación de los anclajes de acuerdo a diseño del programa de libre expendio, se encontró que el factor de seguridad no cumplía dando la realidad del sector en estudio pues se encontró en actividad los taludes y laderas de las vías.

**Foto 3.-** Actividad de deslizamiento en la vía.



**Fuente:** Investigación de campo

**Elaborador por:** Mauro Castro (2014)

### **b. Especificaciones**

De acuerdo a las especificaciones de las normativas NEVI 2013 obtuvimos algunos de los rubros a ser cobrados en la realización de los anclajes.

**Tabla 19:** Especificaciones de anclajes

| <b>RUBRO</b> | <b>DESCRIPCIÓN</b>                                 | <b>UNIDAD</b>  | <b>PRECIO \$</b> |
|--------------|--|----------------|------------------|
| 1            | Limpieza manual de terreno (retiro capa vegetal)   | m <sup>2</sup> | 0,97             |
| 2            | Desbanque y nivelación a mano (material inestable) | m <sup>2</sup> | 9,92             |
| 3            | Desalojo de tierra y escombros                     | m <sup>2</sup> | 7,39             |
| 4            | Drenes y filtros de flujo de agua.                 | ml             | 13,49            |
| 8            | Anclajes de acero corrugado D=12mm                 | u              | 56,12            |
| Total:       |  |                | 86,89            |

**Fuente:** Investigación de campo

**Elaborado por:** Mauro Castro (2014)

### 6.6.3 Modelo de estabilización mediante malla

Mediante la utilización de malla se puede controlar la erosión confinando el material que se encuentra en la superficie del talud o ladera, forma parte complementaria con los anclajes ya mencionados.

**Figura 10:** Ubicación de anclajes con mallas.



**Fuente:** Autor

**Elaborado por:** Mauro Castro (2014)

La colocación de esta malla corresponde a la ubicación de un sustrato encima de la superficie del talud, esta capa vegetal protectora es anclada a las capas del talud, siendo llenado los 10cm que se dejó en la colocación de los anclajes.

**Figura 11:** Inyección de manto ecológico en malla.



**Fuente:** Autor

**Elaborado por:** Mauro Castro (2014)

Esta mezcla de acuerdo a las normas del MTOP, es un sustrato ecológico que comprende de tierra vegetal calibrada, estiércol animal, fibras vegetales y pegamentos naturales.

Las mallas son de acero corrugado que puede ubicarse en el pie del talud como red protectora de la caída de material.

**Figura 12:** Redes de malla de acero corrugado.



**Fuente:** Autor

**Elaborado por:** Mauro Castro (2014)

Debe existir un control temporal para la limpieza y mantenimiento que se lo realizara a lo largo de la ejecución del proyecto.

Para la extensión y colocación de la malla las especificaciones de la NEVI 2013 se recomienda colocar una varilla de 12mm en cada lado de la malla que se colocara en la corona y otra al pie del talud, esta varilla se amarra a la malla galvanizada de triple torsión.



**Figura 13:** Barras de acero corrugado en corona y pie de talud.



**Fuente:** Autor

**Elaborado por:** Mauro Castro (2014)

#### **a. Grapas de unión**

Las grapas de unión o traslape comprende una varilla de acero doblada en forma de U con un diámetro mínimo de 10mm de acuerdo a las normas ecuatorianas NEVI 2013.

**Figura 14:** Grapas para traslape de malla galvanizada.



**Fuente:** Autor

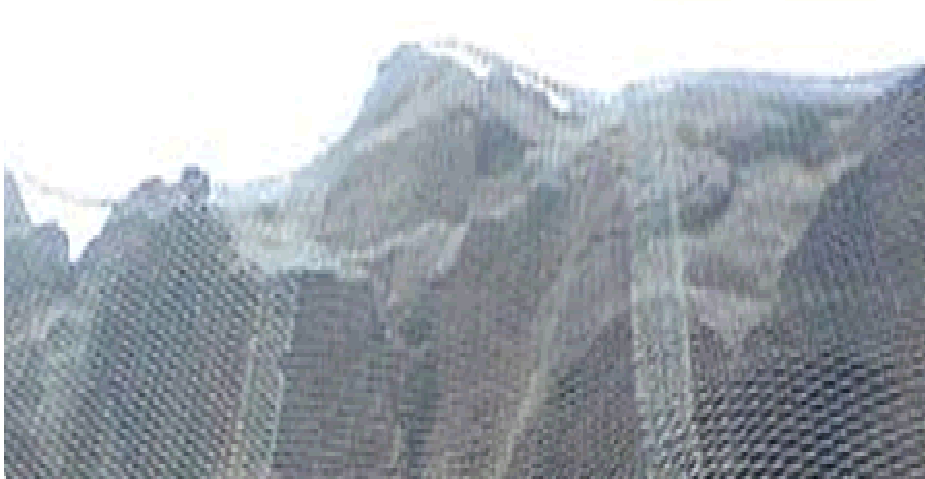
**Elaborado por:** Mauro Castro (2014)

#### **b. Traslape de malla**

El traslape mínimo de estas mallas es de 15 cm longitudinal, y de traslape transversal de la malla de 30cm, se lo hace con las grapas ya

mencionadas con una distancia mínima entre grapas de 30 a 60 cm. De acuerdo a las normativas ecuatorianas NEVI 2013.

**Figura 15:** Traslape Transversal de mallas (NEVI min 15cm.)



**Fuente:** Autor

**Elaborado por:** Mauro Castro (2014)

### c. Especificaciones

De acuerdo a las especificaciones de las normativas NEVI 2013 obtuvimos algunos de los rubros a ser cobrados en la realización de las mallas:

**Tabla 20:** Especificaciones de malla galvanizada triple torsión

| <b>RUBRO</b> | <b>DESCRIPCIÓN</b>                           | <b>UNIDAD</b>  | <b>PRECIO \$</b> |
|--------------|--|----------------|------------------|
| 1            | Limpieza manual del terreno                  | m <sup>2</sup> | 0,97             |
| 2            | Desbanques y nivelación                      | m <sup>2</sup> | 9,92             |
| 3            | Desalojo de escombros                        | m <sup>2</sup> | 7,39             |
| 4            | Colocación de malla en talud                 | m <sup>2</sup> | 8,05             |
| 5            | Engrampado en malla de traslape              | ml             | 3,38             |
| 6            | Fijación de malla galvanizado triple torsión | m <sup>2</sup> | 4,36             |
| Total:       |  |                | 34,07            |

**Fuente:** Investigación de campo

**Elaborado por:** Mauro Castro (2014)

#### 6.6.4 Modelo de estabilización con hidrosiembra controlada

Se refiere a la protección de los taludes en corte y relleno mediante la colocación o arraigo de la presencia de vegetación.

**Figura 16:** Vegetación colocada en talud estabilizado.



**Fuente:** Autor  
**Elaborado por:** Mauro Castro (2014)

La colocación se lo realizara mediante las semillas con técnicas de hidro proyección, es necesario dejar accesos para que facilite la aplicación y el mantenimiento

**Figura 17:** Inyección de semillas en taludes.



**Fuente:** Autor  
**Elaborado por:** Mauro Castro (2014)

Se utilizara semillas de pasto o arbustos propios de la zona asegurando la cobertura vegetal en todo el talud, con una germinación mínima del 80% al 95 %, en estado seco o de almacenamiento.

Algunas formas de utilización de la vegetación de la zona a continuación mencionaremos que constituyen obras menores en la estabilización de taludes:

- a) **Filtros Sedimentarios**, constituido por barreras transversales que filtran todo lo arrastrado desde la parte superior de la cresta de la ladera por la presencia de la agua superficial o escorrentía.

**Figura 18:** Barreras de filtros para sedimentos.



**Fuente:** Autor  
**Elaborado por:** Mauro Castro (2014)

- b) Estas barreras se construyen aprovechando los materiales de desbroce y desbosque de las laderas que fueron parte de los taludes en la construcción de la vía, son vallas de retención de sedimentos para disminuir la erosión por lavado de superficie que se colocan empotradas en forma vertical en los taludes.

**Figura 19:** Barreras de arbustos con ramas.



**Fuente:** Autor

**Elaborado por:** Mauro Castro (2014)

Estas barreras se construyen con estacas en forma vertical empotradas en la ladera y taludes entrelazados con troncos horizontales, entrelazados con fardos de maleza o ramas de árboles conformando los llamados trinchos (barreras efectivas de sedimentos), su ubicación se lo hará dependiendo de las pendientes.

**Figura 20:** Muros de escolleras (Rocas).



**Fuente:** Autor

**Elaborado por:** Mauro Castro (2014)

En el caso de la presencia de cárcavas como en esta investigación, es necesaria la construcción de escolleras y obras hidráulicas como las anteriores mencionadas reduciendo la velocidad del agua de escorrentía y previniendo el deterioro de la superficie, estas escolleras y demás obras se construyen con las especificaciones del MTOP del Ecuador.

#### **a. Tratamiento de bio ingeniería (Suelos)**

Este tratamiento se realiza en forma lineal a media ladera formando barreras parecidas a las de los de retención de sedimentos mediante especies como a continuación se considera:

- a) **Barrera Viva.**- Están constituidas por estacas verticales de especies alambradas con ramas trenzadas formando una barrera lineal formando las llamadas fajinas.

**Figura 21:** Barreras vivas lineales.



**Fuente:** Autor

**Elaborado por:** Mauro Castro (2014)

- b) **Plantación de Especies Locales.**- Las plantaciones se hará en zonas donde las curvas de nivel se encuentran abiertas de acuerdo a la pendiente, tipo de suelo y la erosión.

**Figura 22:** Especies nativas en taludes.



**Fuente:** Autor  
**Elaborado por:** Mauro Castro (2014)

De acuerdo al MTOP se considera la plantación mínimo de 8 de estas especies nativas en una línea ubicada en las zonas de descanso que comprende las curvas, y cada una con mínimo 3 guangos (macollas).

**Figura 23:** Colocación de macollas en taludes.



**Fuente:** Autor  
**Elaborado por:** Mauro Castro (2014)

El fin de estas barreras es el control de la erosión en escolleras, taludes, laderas, terraplenes y demás áreas erosivas.

- c) **Cubiertas con Ramas.**- Con el follaje del desbroce o desbosque si se haya encontrado en el terreno, con estacas de dimensiones mínimas de largo de 60cm se clavan unos 20 cm de profundidad formando un cuadrado de 2x2 metros.

**Figura 24:** Armado de estacas con ramas.



**Fuente:** Autor

**Elaborado por:** Mauro Castro (2014)

Se colocan las ramas horizontales juntas una a continuación de otra para ser amarradas, las ramas verticales se colocan en intervalos de distancia de 2 metros, alambrando en las intersecciones de la estacas con las horizontales.

Los fertilizantes deben aportar en el desarrollo de las especies considerándose una fertilización principal y una de mantenimiento, presentando un plan de fertilización realizada por un especialista.



## b. Riego

La implantación se garantiza con actividades de riego periódico evitando el estrés hídrico extremo condicionadas por el clima y la época del año.

## c. Especificaciones

De acuerdo a las especificaciones de las normativas NEVI 2013 obtuvimos algunos de los rubros a ser cobrados en la realización de hidrosiembra:

**Tabla 21:** Especificaciones de hidrosiembra en taludes

| <b>RUBRO</b> | <b>DESCRIPCIÓN</b>                                    | <b>UNIDAD</b>  | <b>PRECIO \$</b> |
|--------------|---|----------------|------------------|
| 1            | Limpieza manual del terreno                           | m <sup>2</sup> | 0,97             |
| 2            | Desbanques y nivelación                               | m <sup>2</sup> | 9,92             |
| 3            | Conformación talud                                    | m <sup>2</sup> | 17,86            |
| 4            | Desalojo de escombros                                 | m <sup>2</sup> | 7,39             |
| 5            | Filtro sedimentario                                   | ml             | 13,49            |
| 6            | Barreras vivas (estacas de especies alambradas)       | ml             | 2,82             |
| 7            | Plantación de especies locales                        | ml             |                  |
| 8            | Movilización y desmovilización equipo de hidrosiembra | m <sup>2</sup> | 45,90            |
| 9            | Riego de agua en laderas                              | m <sup>2</sup> | 3,21             |
| 10           | Hidrosiembra controlada                               | m <sup>2</sup> | 3,38             |
| Total :      |   |                | 104,81           |

**Fuente:** Investigación de campo

**Elaborado por:** Mauro Castro (2014)

## 6.7 Metodología (Modelo Operativo)

A continuación se menciona algunas etapas en la realización de la propuesta que son las siguientes:

### 6.7.1 Identificación de tipos de deslizamientos

Dentro de la vía en estudio se ha encontrado algunos deslizamientos actuales y antiguos pudiendo identificar en forma aérea gracias a la aplicación de internet Google earth.

Figura 25: Deslizamientos antiguos y nuevos.



Fuente.- google earth

Elaborado por: Mauro Castro (2014)

Se ha identificado en el transcurso del recorrido de la vía en estudio a 16 o más deslizamientos de los cuales escogimos los que se encontraban activos para hacer uso de estos.

A continuación se menciona estos taludes con sus ubicaciones cartográficas en Google Earth, realizadas con el aparato GPS Garmin (Global Posición System).

**Tabla 22:** Deslizamientos encontrados en la vía.

| PUNTO | ESTE    | SUR       | ALTURA | DESCRIPCIÓN                    |
|-------|---------|-----------|--------|--------------------------------|
| 1     | 769.197 | 9.869.671 | 2582   | Lado izquierdo vía, orilla     |
| 2     | 770.052 | 9.867.340 | 2580   | Lado derecho de vía, orillas   |
| 3     | 769.942 | 9.867.566 | 2564   | Lado derecho de vía, orilla    |
| 4     | 769.874 | 9.867.644 | 2556   | Lado derecho vía, mina         |
| 5     | 769.763 | 9.868.031 | 2501   | Lado derecho, ingreso mina     |
| 6     | 769.870 | 9.868.107 | 2491   | Lado derecho vía, pie mina     |
| 7     | 770.018 | 9.868.167 | 2476   | Lado izquierdo, frente mina    |
| 8     | 770.007 | 9.868.350 | 2446   | Lado izquierdo curva de vía    |
| 9     | 769.815 | 9.868.476 | 2440   | Lado izquierdo de la vía       |
| 10    | 769.844 | 9.868.834 | 2394   | Lado izquierdo vía, orillas    |
| 11    | 770.016 | 9.868.670 | 2375   | Lado derecho vía, puente       |
| 12    | 770.392 | 9.868.165 | 2492   | Lado derecho vía, quebrada     |
| 13    | 770.429 | 9.868.416 | 2481   | Lado derecho de vía, rocas     |
| 14    | 770.629 | 9.869.980 | 2470   | Lado derecho vía, quebrada.    |
| 15    | 770.601 | 9.870.425 | 2580   | Lado derecho curvas de vía     |
| 16    | 770.951 | 9.870.640 | 2648   | Ambos lados zona plana ingreso |

**Fuente:** Autor

**Elaborado por:** Mauro Castro (2014)

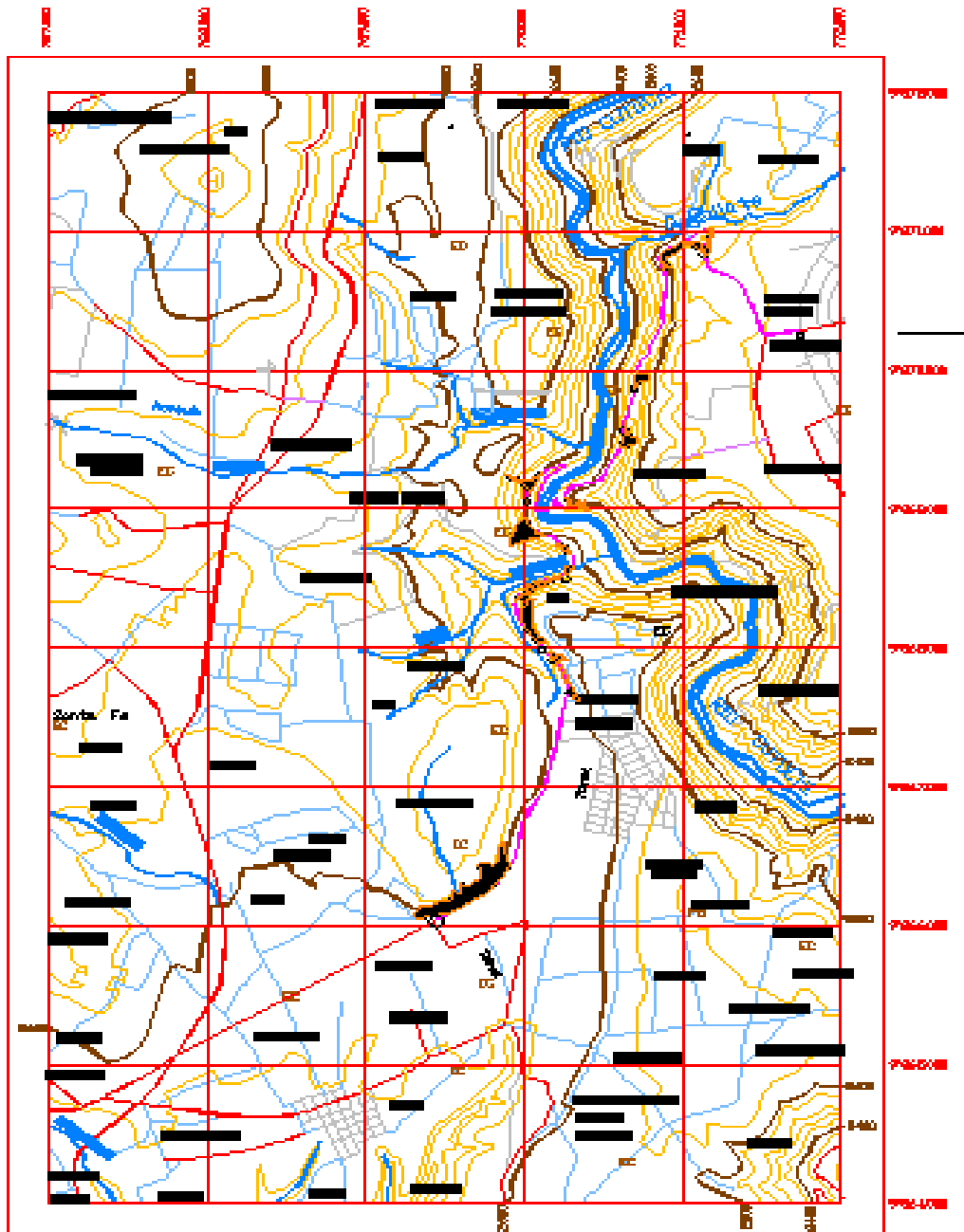
La mayoría de los deslizamientos encontrados se tiene el lavado superficial por la presencia de lluvias, algunas cárcavas hechas por el ingreso de agua de la parte superior a los taludes (Fotos Anexo 3).

### **6.7.2 Evaluación de los movimientos**

Para la evaluación de los movimientos ya identificados en la vía en estudio se procede a escoger varios perfiles de estos deslizamientos siendo levantados mediante la utilización de curvas de nivel sacadas en el campo.

Estas curvas de nivel se obtuvieron de los datos de campo mediante mapas y levantamientos topográficos ubicando las zonas de los deslizamientos potenciales dibujándolos en formatos cad.

**Gráfico 18: FAJA TOPOGRÁFICA DE LA VÍA**

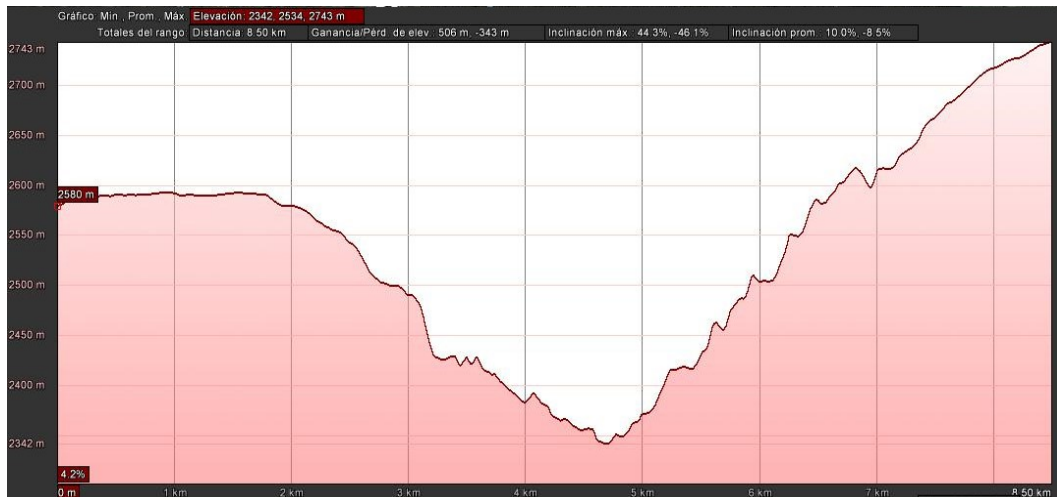


**Fuente:** Autor

**Elaborado por:** Mauro Castro (2014)

Con estas curvas de nivel de la faja topográfica se procede a sacar .los perfiles de los lugares identificados de los deslizamientos como a continuación se observa.

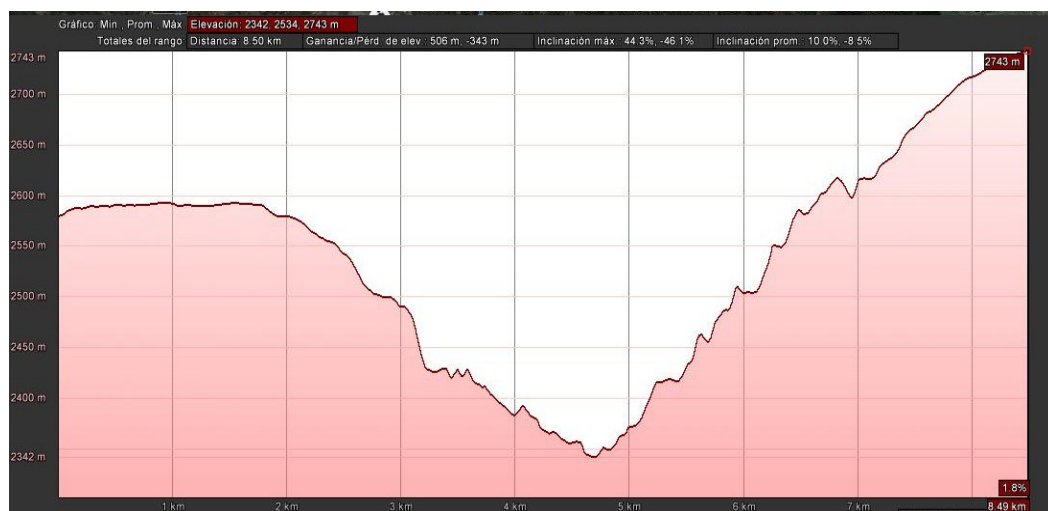
**Gráfico 19: PERFIL INICIO (IZAMBA)**



Fuente: Google earth  
Elaborado por: Mauro Castro (2014)

Este perfil es sacado ingresando los datos del gps del eje de la vía en Google Earth en cualquier parte del abscisado, tabulando estos datos para el dibujo de los deslizamientos.

**Gráfico 20: PERFIL FIN (REDONDEL PÍLLARO)**



Fuente: Google earth  
Elaborado por: Mauro Castro (2014)

A continuación se tiene los datos de ingreso para dibujar los perfiles para obtener una evaluación de los deslizamientos

### **Talud 1 (Perfil A)**

Se asume coordenadas 0,0 en el borde inferior izquierdo del programa

**Tabla 23:** Ingreso coordenadas talud 1.

| ID | X (m) | Y(m) |
|----|-------|------|
| 1  | 0     | 166  |
| 2  | 160   | 160  |
| 3  | 280   | 120  |
| 4  | 293   | 110  |
| 5  | 0     | 110  |
| 6  | 332   | 80   |
| 7  | 393   | 70   |
| 8  | 393   | 0    |
| 9  | 0     | 0    |

**Fuente:** Autor

**Elaborado por:** Mauro Castro (2014)

### **Talud 2 (Perfil B)**

Se asume coordenadas 0,0 en el borde inferior izquierdo del programa

**Tabla 24:** Ingreso coordenadas talud 2.

| ID | X (m) | Y(m) |
|----|-------|------|
| 1  | 380   | 240  |
| 2  | 284   | 240  |
| 3  | 168   | 160  |
| 4  | 130   | 80   |
| 5  | 50    | 40   |
| 6  | 0     | 40   |
| 7  | 380   | 0    |
| 8  | 0     | 0    |

**Fuente:** Autor

**Elaborado por:** Mauro Castro (2014)

### Talud 3 (Perfil C)

Se asume coordenadas 0,0 en el borde inferior izquierdo del programa

**Tabla 25:** Ingreso coordenadas talud 3.

| ID | X (m) | Y(m) |
|----|-------|------|
| 1  | 0     | 237  |
| 2  | 100   | 237  |
| 3  | 168   | 200  |
| 4  | 210   | 160  |
| 5  | 256   | 120  |
| 6  | 277   | 90   |
| 7  | 0     | 90   |
| 8  | 283   | 80   |
| 9  | 323   | 40   |
| 10 | 360   | 0    |
| 11 | 0     | 0    |

Fuente: Autor

Elaborado por: Mauro Castro (2014)

### Talud 4 (Perfil D)

Se asume coordenadas 0,0 en el borde inferior izquierdo del programa

**Tabla 26:** Ingreso coordenadas talud 4.

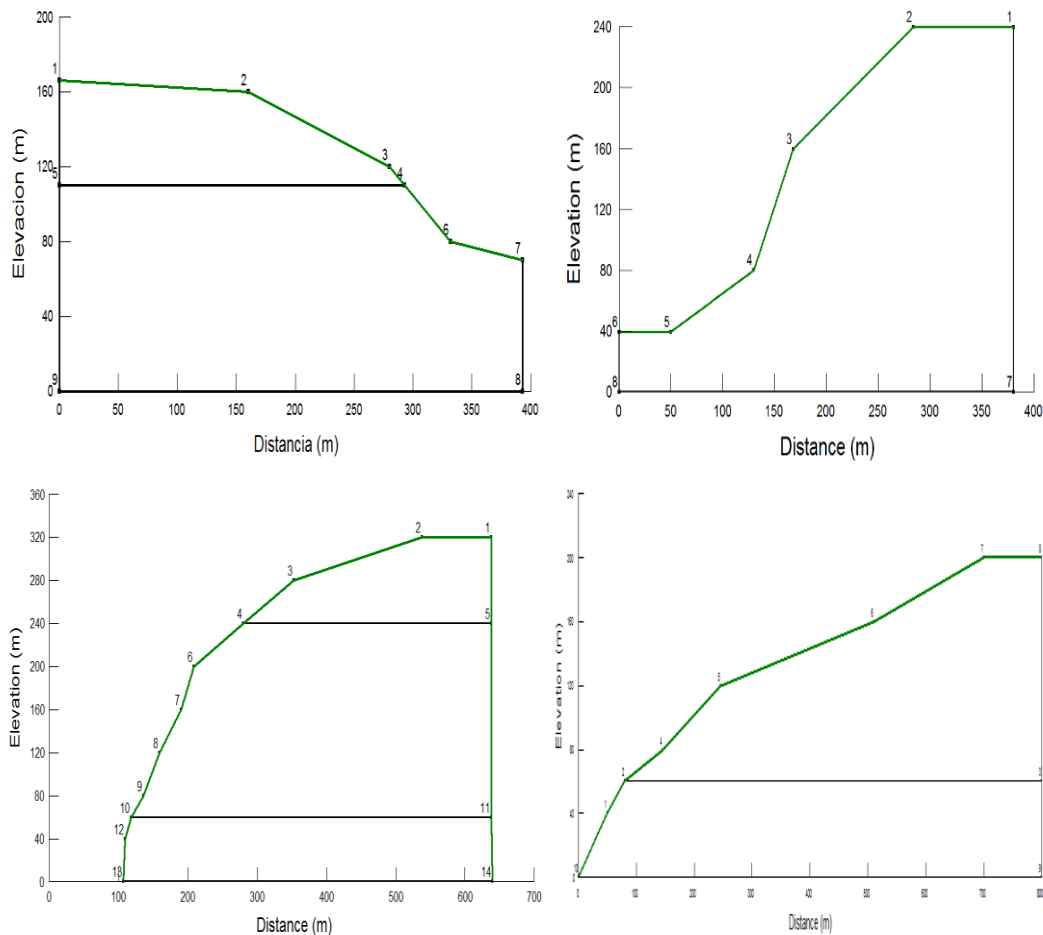
| ID | X (m) | Y(m) |
|----|-------|------|
| 1  | 638   | 320  |
| 2  | 538   | 320  |
| 3  | 353   | 280  |
| 4  | 280   | 240  |
| 5  | 638   | 240  |
| 6  | 209   | 200  |
| 7  | 190   | 160  |
| 8  | 159   | 120  |
| 9  | 136   | 80   |
| 10 | 118   | 60   |
| 11 | 109   | 40   |
| 12 | 640   | 0    |

Fuente: Autor

Elaborado por: Mauro Castro (2014)

Con estos valores de la tabla se ingresa en el programa para dibujar el perfil de los taludes escogidos al azar para hacer su evaluación.

**Figura 26:** Perfiles de los deslizamientos



**Fuente:** GeoStudio-slope 2007

**Elaborado por:** Mauro Castro (2014)

Teniendo una evaluación de estos deslizamientos en zonas abruptas donde sus ángulos de inclinación van de  $10^{\circ}$  a  $50^{\circ}$ , con la presencia de material en el pie de los taludes conformados de piedras, arena, tobas, etc. que serán analizados en los tipos de suelo de forma detallada.

Se levantó información mediante una ficha técnica de campo que se puede observar en los anexos, donde comprende los datos generales, la actividad



del movimiento, litología y estratigrafía, clasificación de movimientos, causas inclinaciones.

Obteniendo un resumen de estas evaluaciones de acuerdo a los perfiles escogidos

**Tabla 27:** Resumen de Evaluación de los movimientos.

| PUNTO    | ALTURA | DESCRIPCIÓN TALUD                  | INCLINACIÓN | CAUSAS                  |
|----------|--------|------------------------------------|-------------|-------------------------|
| PERFIL 1 | 2582   | Deslizamiento masivo, toba         | Moderada    | Físicas, agrietamientos |
| 2        | 2580   | Desmoronamiento en bloques         | Moderada    | Físicas, meteorización  |
| 3        | 2564   | Lavado de superficie, granos       | Moderada    | Mecánicas, mina         |
| PERFIL 2 | 2556   | Disgregación y lavado en pared     | Abrupta     | Mecánicas, mina         |
| 5        | 2501   | Impacto minero, lado ingreso       | Abrupta     | Físicas, meteorizada    |
| 6        | 2491   | Desmoronamiento partículas         | Moderada    | Físicas, agua           |
| 7        | 2476   | Desmoronamiento granos             | Moderada    | Físicas, agua           |
| 8        | 2446   | Partículas de arena, lavado        | Muy abrupta | Físicas, gravedad       |
| PERFIL 3 | 2440   | Antiguo deslizamiento, inactivo    | Muy abrupta | Físicas, gravedad       |
| 10       | 2394   | Aglomerados, arena, bloques,       | Abrupta     | Físicas, desliz         |
| 11       | 2375   | Deslizamiento seguido              | Muy abrupta | Físicas, desliz         |
| PERFIL 4 | 2492   | Bloques deslizados y partículas    | Muy abrupta | Físicas, socavación     |
| 13       | 2481   | Desmoronamiento y lavado           | Muy abrupta | Físicas, grietas        |
| 14       | 2470   | Cárcavas, partículas y lavado sup. | Abrupta     | Físicas, huecos agua    |
| 15       | 2580   | Cárcavas con bloques               | Abrupta     | Físicas, humanas        |
| PERFIL 5 | 2648   | Franja de suelo y vegetación       | Moderada    | Físicas, agua           |

Fuente: Autor  
Elaborado por: Mauro Castro (2014)

Los movimientos encontrados en los taludes más comunes fueron los de flujo de suelos o detritos, caída de bloques y de granos, disgregación de

rocas, combinación de bloques y granos, con creación de cárcavas, zanjas y quebradas.

### 6.7.3 Análisis de los tipos de suelos

En el análisis de los tipos de suelos sacamos del mapa geológico del anexo 2, que la vía en estudio tiene unas tres capas máximo en todo el recorrido, de las formaciones encontradas con las siguientes características:

**Tabla 28:** Tipos de suelo en laderas de la vía.

| SIM. | TIPO  | FORMACIÓN                      | PERÍODO                    |
|------|---|--------------------------------|----------------------------|
| Qc   | Ceniza  | Cangahua                       | Cuaternario                |
| PL   | Piedra pómez, pz<br>Toba<br>Aglomerado<br>Fluvio lacustre, gu | Formación Latacunga<br>c. 250m | Pleistoceno<br>Cuaternario |
| Pip  | Piroclastos<br>Andesitas<br>Aglomerados                       | Formación Pisayambo<br>(1500m) | Plioceno<br>Cuaternario    |

Fuente: IGM  
Elaborado por: Mauro Castro (2014)

Con estos tipos de suelos encontrados en mapas una zonificación geotécnica.

**Tabla 29:** Actividad de suelos en taludes.

| PERFIL | SUELO                              | ACTIVIDAD            | OCURRENCIA           | INTENSIDAD |
|--------|------------------------------------|----------------------|----------------------|------------|
| 1      | F. Cangahua<br>Areno limoso (SM)   | Lento, activo        | Mediana,<br>limitada | Baja       |
| 2      | F. Cangahua<br>Areno limos (SM)    | Activo, muy activo   | Alta                 | Mediana    |
| 3      | F.Latacunga<br>Gravas limosas (GM) | Activos, sucesivos   | Alta                 | Muy alta   |
| 4      | F.Cangahua<br>Limos Arenosos (ML)  | Activos,<br>moderado | Alta                 | Alta       |
| 5      | F. Cangahua<br>Limos arenosos (ML) | Muy lento            | Mediana              | Muy alta   |

Fuente: Autor

**Elaborado por:** Mauro Castro (2014)

Dentro de estos suelos con sus causas, se encontró la presencia de erosión con caídas de bloques, granos y finos con sus respectivos efectos.

**Tabla 30:** Análisis de Causas y efectos de los taludes.

| PERFIL | CAUSAS   | EFFECTOS  |
|--------|--|---|
| 1      | Erosión laminar<br>Lavado superficial<br>Disgregación en masa                    | Movimiento en masa<br>Movimiento vegetación   |
| 2      | Erosión eólica<br>Lavado superficial<br>Vía en corona<br>Erosión mecánica humana | Disgregación en bloques<br>Flujo de granos<br>Agrietamiento en taludes<br>Cárcavas pequeñas |
| 3      | Erosión laminar<br>Denudación<br>Erosión eólica                                  | Cárcavas,<br>Caída de bloques<br>Caída de granos  |
| 4      | Erosión laminar<br>Erosión física<br>Lavado superficial                          | Flujo de detritos<br>Cárcavas<br>Caída de rocas y bloques                                   |
| 5      | Erosión laminar<br>Erosión eólica<br>Lavado superficial                          | Disgregación de taludes<br>Bloques de suelo<br>Flujo de suelo                               |

**Fuente:** Autor

**Elaborado por:** Mauro Castro (2014)

De los ensayos de suelos realizados que tenemos en los anexos se obtuvo un resume de las muestras con resultados de la clasificación obtenida del mapa geológico coincidiendo en la formación de estos suelos y subsuelos.

Las muestras tomadas fueron remodeladas, alteradas con profundidades de recolección de 0.5 metros hasta 1.5 metros de acuerdo a la accesibilidad de estos.

Con estos ensayos encontrados en los anexos se obtuvo también sus límites de consistencia como el líquido, plástico y su gravedad específica de las muestras.

**Tabla 31:** Clasificación de muestras SUCS

| Nº | Muestra     | Profundidad (m) | Descripción             | Clasificación SUCS |
|----|-------------|-----------------|-------------------------|--------------------|
| 1  | Re moldeada | 1.0             | Toba poco sementada     | SM                 |
| 2  | Alterada    | 1.5             | Limo arenoso suelto     | ML                 |
| 3  | Inalterada  | 1.50            | Grava limo arenosa      | GM                 |
| 4  | Re moldeada | 1.20            | Toba cementada limosa   | ML                 |
| 5  | Alterada    | 0.6             | Arena limosa con gravas | SM                 |

Fuente: Autor

Elaborado por: Mauro Castro (2014)

Además de encontrar las otras características con las muestras sacadas, se obtuvo de los perfiles que se aplican, la cohesión y el ángulo de fricción a ser usados en el modelo.

**Tabla 32:** Parámetros geotécnicos de suelos.

| Nº | SUCS | Humedad W% | Gravedad Específica Gs | Peso Específico $\gamma$ (t/m <sup>3</sup> ) | Cohesión C (kg/cm <sup>2</sup> ) | Ángulo Fricción $\phi$ |
|----|------|------------|------------------------|--|----------------------------------|------------------------|
| 1  | SM   | 3.22       | 2.39                   | 1.52   | 37.82                            | 37.82                  |
| 2  | ML   | 9.88       | 2.42                   | 1.23   | 1.75                             | 28.72                  |
| 3  | GM   | 3.20       | 2.54                   | 1.37   | 2.30                             | 43.10                  |
| 4  | ML   | 9.53       | 2.42                   | 0.99   | 1.65                             | 29.83                  |
| 5  | SM   | 8.30       | 2.39                   | 1.07   | 0.89                             | 24.50                  |

Fuente: Autor

Elaborado por: Mauro Castro (2014)

- **Parámetros de Suelos:**

El parámetro de suelos necesario para el programa se obtiene de los ensayos encontrados en los anexos, es necesario la transformación de unidades para el desarrollo del modelo obteniendo los siguientes datos:

**Tabla 33:** Parámetros de suelos de pendientes

| Suelo      | Unidad de<br>Peso<br>( $\gamma$ ) KN/ m <sup>3</sup> | Ángulo<br>Fricción<br>( $\phi$ ) Grados. | Cohesión<br>( c ) kPa | Esfuerzo<br>Residual ( )<br>kg/cm <sup>2</sup> |
|------------|--|--|-----------------------|--|
| Suelo 1 SM | 14.91  | 37.82                                    | 7.53                  | 6.05   |
| Suelo 2 ML | 12.07  | 28.72                                    | 1.75                  | 8.17   |
| Suelo 3 GM | 13.44  | 43.10                                    | 2.30                  | 9.57   |

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Mauro Castro (2014)

#### 6.7.4 Desarrollo del modelo tecnológico

Para el desarrollo tecnológico fue necesario realizar una secuencia de ejecución de la cual se menciona las siguientes generalidades:

- Ingreso de los parámetros esenciales de la geometría del talud señalada anteriormente con sus respectivos ángulos y distancia para el bosquejo inicial.
- Ingreso de los parámetros geológicos geotécnicos de cada tipo de suelo que corresponde el perfil o la estratigrafía en este caso se halló 3 tipos de la tabla ya mencionada.
- Se escoge el método de cálculo de círculo de falla en este caso los más sencillos y utilizados que son ordinario, Bishop, Fenellius con el cual obtenemos el factor de seguridad **sin** refuerzo del talud.

- Para finalmente calcular y obtener en el programa el factor de seguridad con los anclajes y sus círculos de falla. Con sus respectivos parámetros.

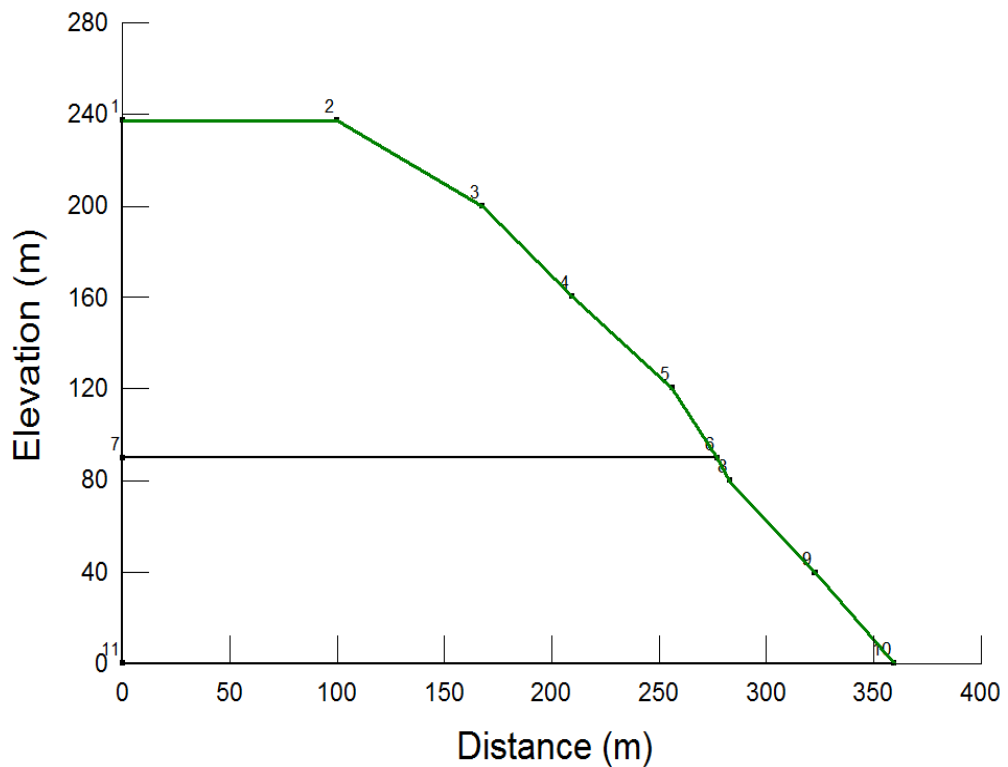
### 1. Ingreso de Parámetros Geométricos

Corresponde todo lo relacionado a las secciones transversales sacadas de las curvas de nivel de los planos con sus respectivas dimensiones.

#### - Puntos de perfil

Obteniendo puntos del perfil del talud con sus respectivas capas de suelos para ser dibujados.

**Figura 27:** Perfiles de los deslizamientos



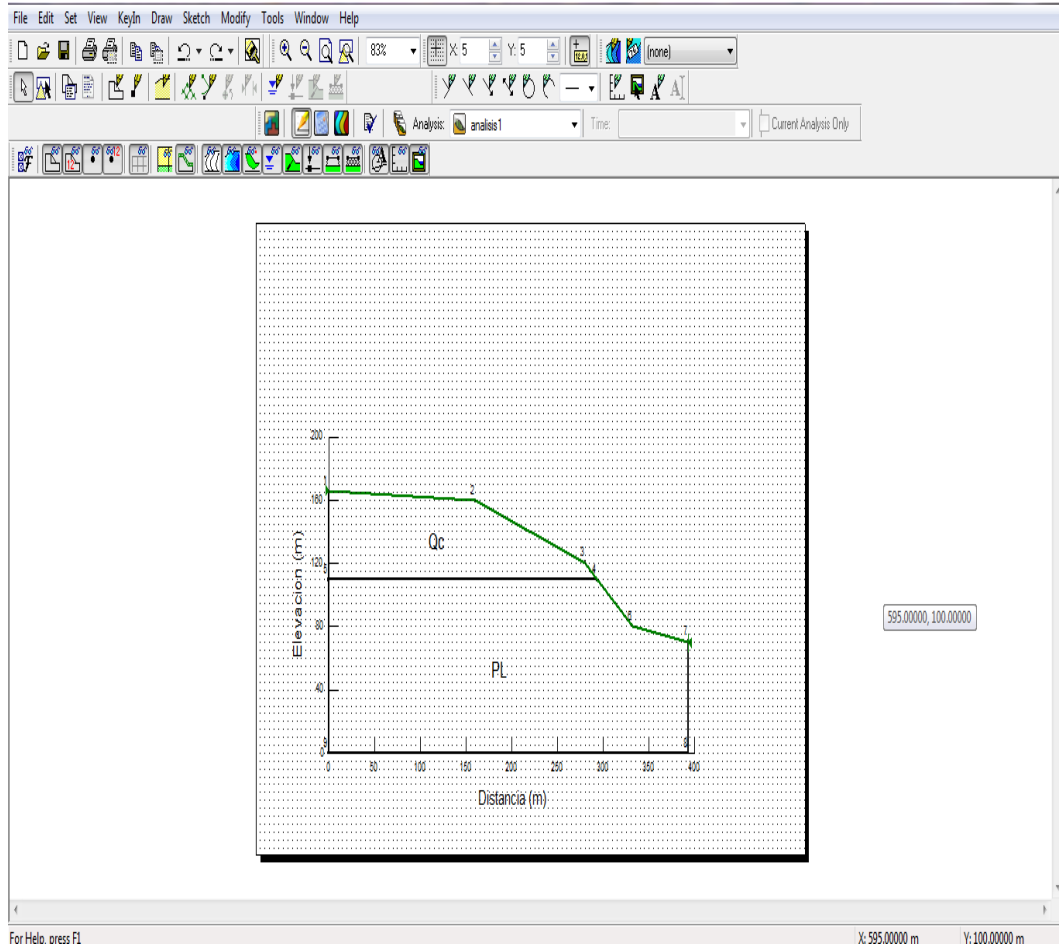
**Fuente:** GeoStudio-slope 2007

**Elaborado por:** Mauro Castro (2014)

Luego se ingresa los parámetros de cada tipo de los suelos que corresponde a las características geotécnicas geológicas anteriormente anotados de la tabla.

Si se ha levantado el nivel freático o la presencia de agua en el terreno se ingresa con coordenadas la línea de humedad.

**Gráfico 21: Talud 1 (Perfil A) Sector Izamba**



**Fuente:** GeoStudio-slope 2007 libre aplicación

**Elaborado por:** Mauro Castro (2014)

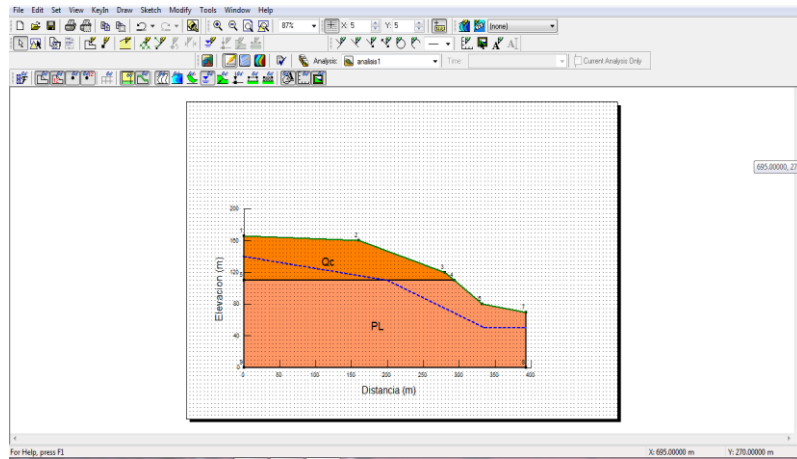
También se ingresa los puntos donde se encontraran divididos los estratos para luego añadir sus propiedades.

## 2. Ingreso de parámetros Geotécnicos Geológicos

Se ingresa los datos geotécnicos y geológicos luego de haber dibujado el perfil, estos datos también servirán para el programa de diseño de anclajes,

principalmente de la cohesión, el ángulo de fricción, peso unitario y el esfuerzo admisible para el cálculo del factor de seguridad.

**Gráfico 22: Talud 1 (Perfil A) Tipos de Suelos**

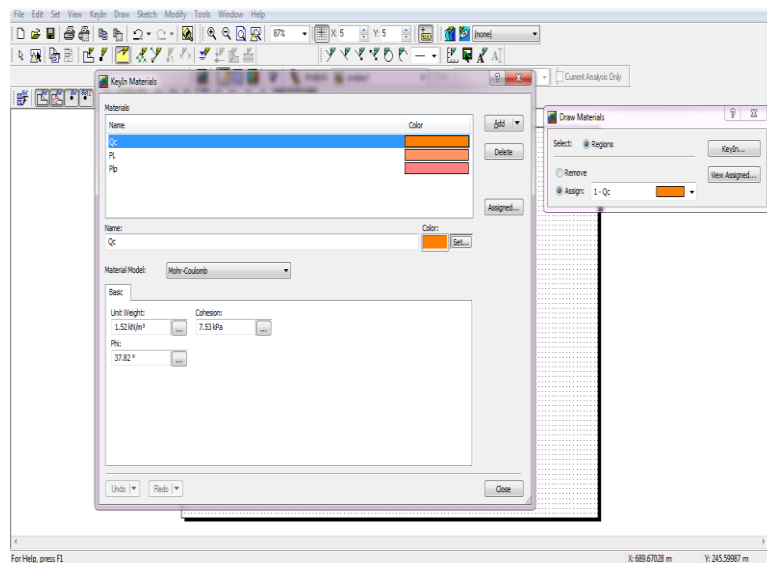


**Fuente:** GeoStudio-slope 2007 libre aplicación  
**Elaborado por:** Mauro Castro (2014)

- **Características de los suelos**

Se ingresa las características de peso unitario ( $\gamma$ ), cohesión ( $c$ ) ángulo de fricción de los suelos ( $\phi$ ) según su modelo de material.

**Gráfico 23: Características de los Suelos**



**Fuente:** GeoStudio-slope 2007 libre aplicación  
**Elaborado por:** Mauro Castro (2014)



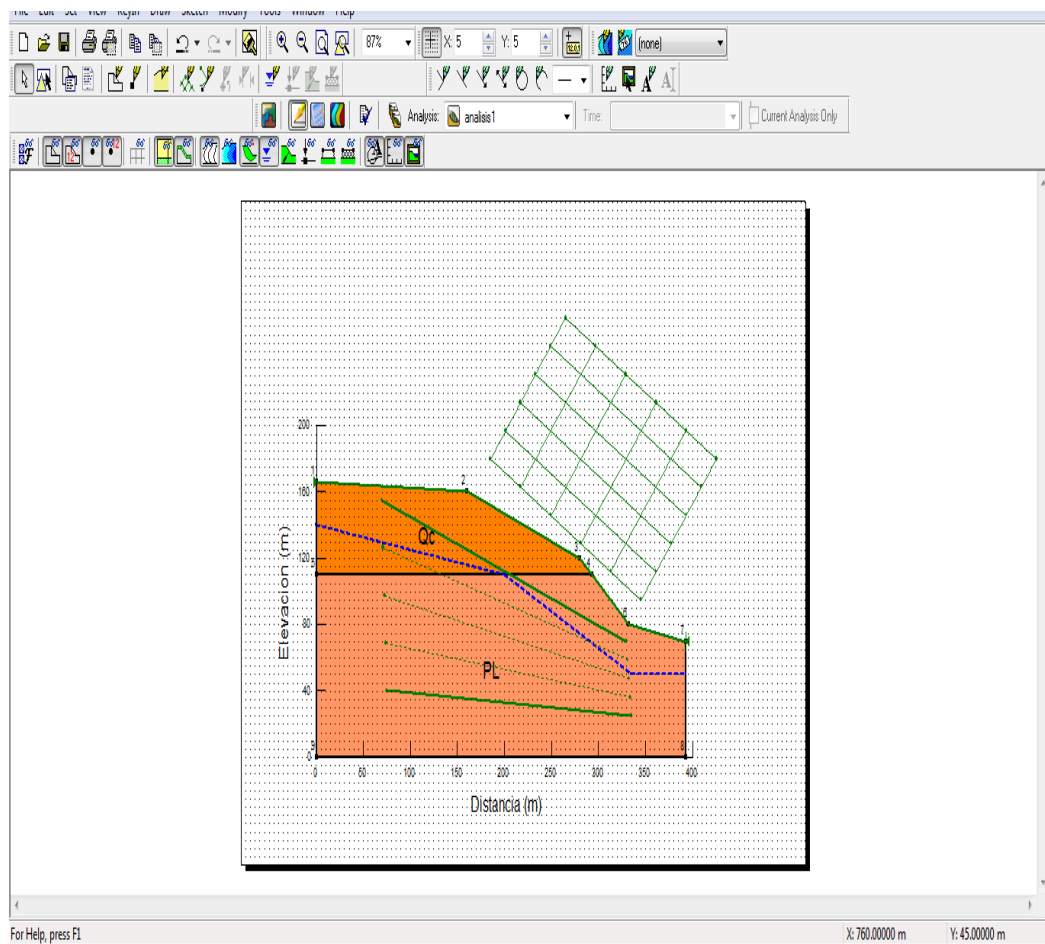
### 3. Método de falla del talud

#### a. Trazo geométrico de la superficie antideslizante

Se ingresa el método de cálculo del círculo de falla (Ordinary-Bishop-Jambu-Spencer), el radio y el área del deslizamiento.

Existen varios tipos de métodos pero son recomendables el de Spencer y de Morgenstein pues tienen más seguridad, el factor calculado  $FS = 0.73$ , que se interpreta como falla de talud.

**Gráfico 24: Trazado de Suelos**

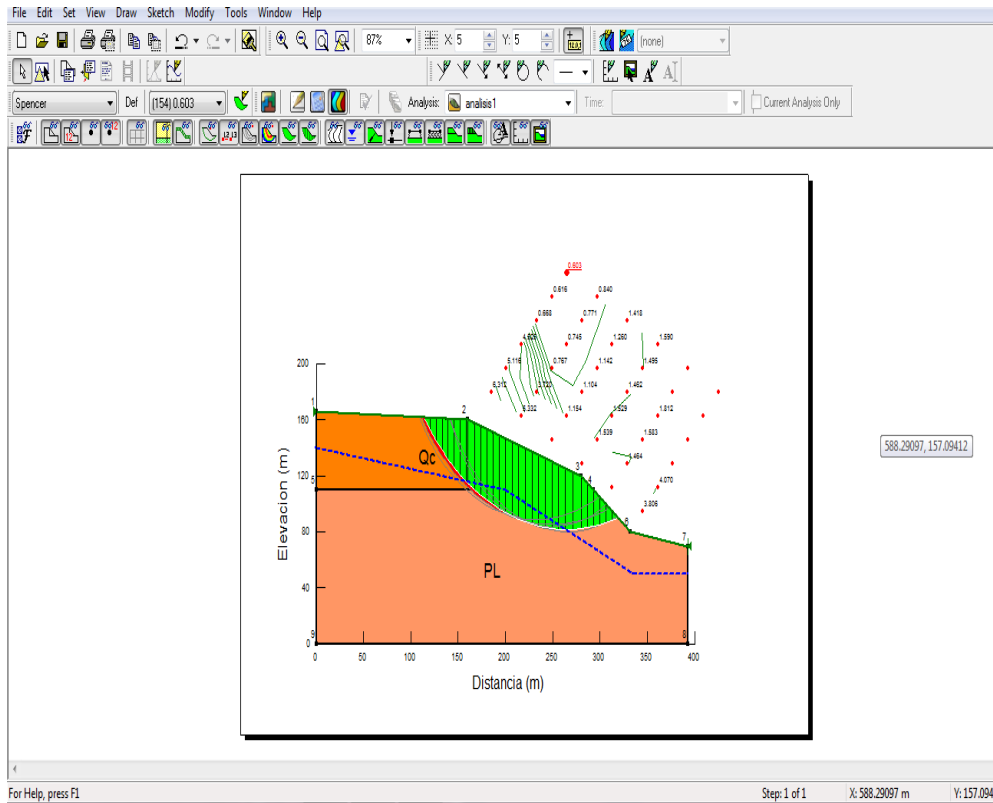


**Fuente:** GeoStudio-slope 2007 libre aplicación

**Elaborado por:** Mauro Castro (2014)

Antes de correr se verifica todos los datos ingresado.

## Gráfico 25: Trazado del Círculo de Falla



Fuente: GeoStudio-slope 2007

Elaborado por: Mauro Castro (2014)

Donde se encuentra los factores de seguridad y el círculo de falla para dar las soluciones necesarias de la estabilidad comprobando los datos de deslizamientos en campo.

### b. Datos de caracterización geotécnica

Datos válidos para el perfil de los tipos de taludes

Suelo Tipo 1 (Capa Superior)  
(Toba)

Clasificación SUCS = SM

$\gamma$  Peso Unitario ( T/m<sup>3</sup>) = 1.52

c Cohesión (KN) = 7.53

$\phi$  Angulo de fricción ( ° ) = 37.82

Suelo Tipo 2 (Capa Intermedia) Clasificación SUCS = ML  
(Aglomerados)

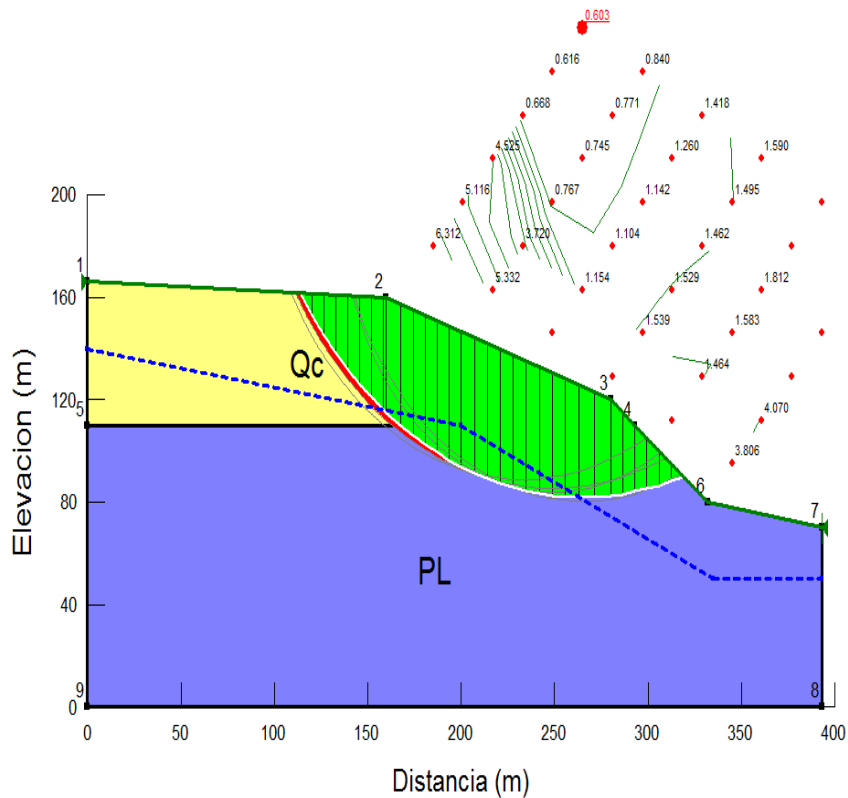
$\gamma$  Peso Unitario ( T/m3) = 1.23  
 c Cohesión (KN) = 1.75  
 $\phi$  Angulo de fricción ( ° ) = 28.72

Suelo Tipo 3 (Capa Inferior) (Piroclastos)

Clasificación SUCS = GM

$\gamma$  Peso Unitario ( T/m3) = 1.37  
 c Cohesión (KN) = 2.30  
 $\phi$  Angulo de fricción ( ° ) = 43.10

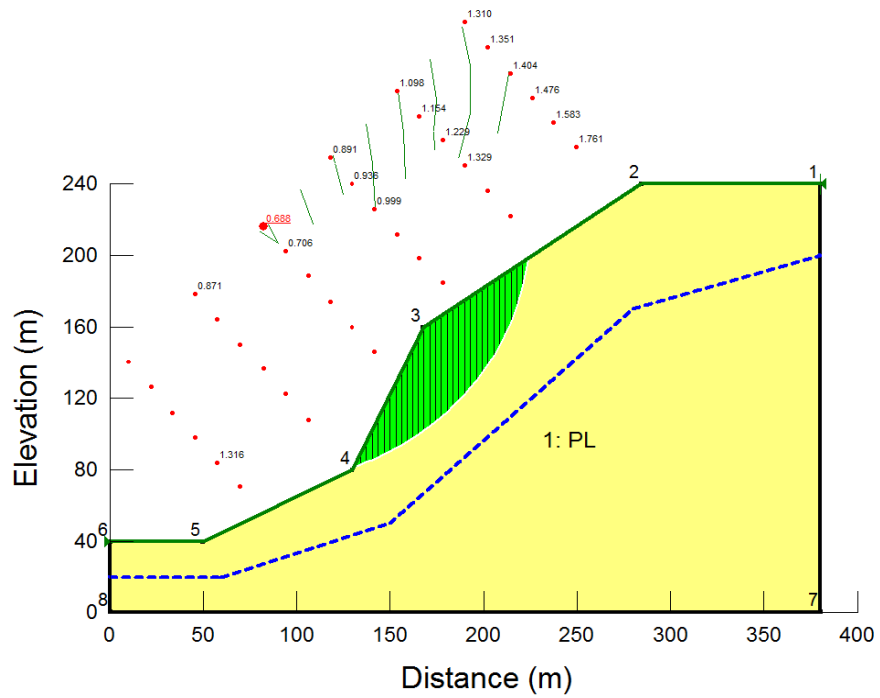
**Gráfico 26: Talud 1 (Perfil A) Sector Izamba**



**Fuente:** Programa Geostudio libre aplicación

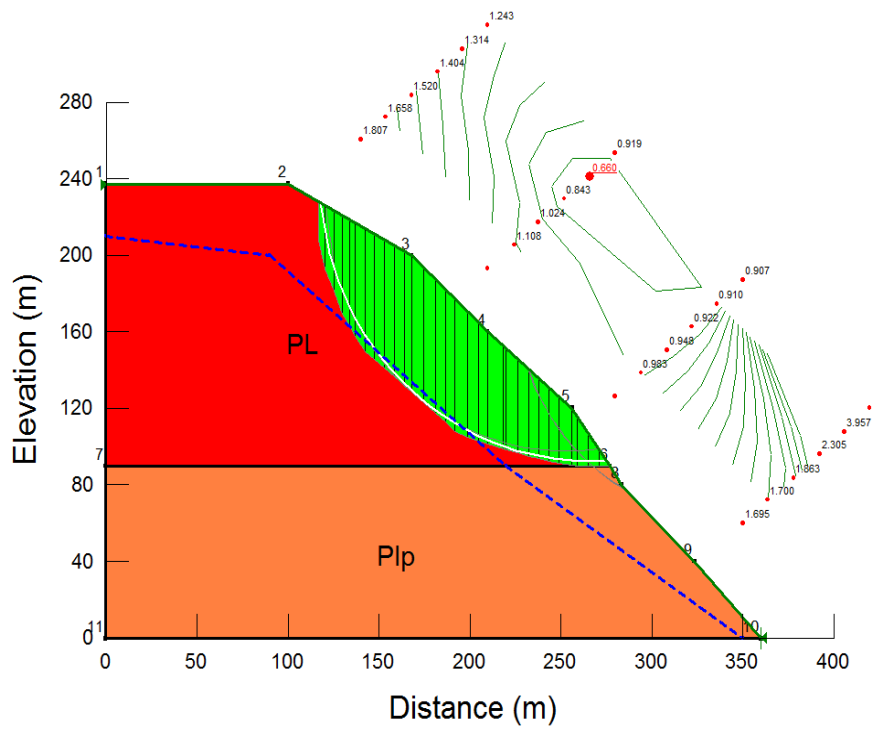
**Elaborado por:** Mauro Castro (2014)

**Gráfico 27: Talud 2 (Perfil B) Aeropuerto**



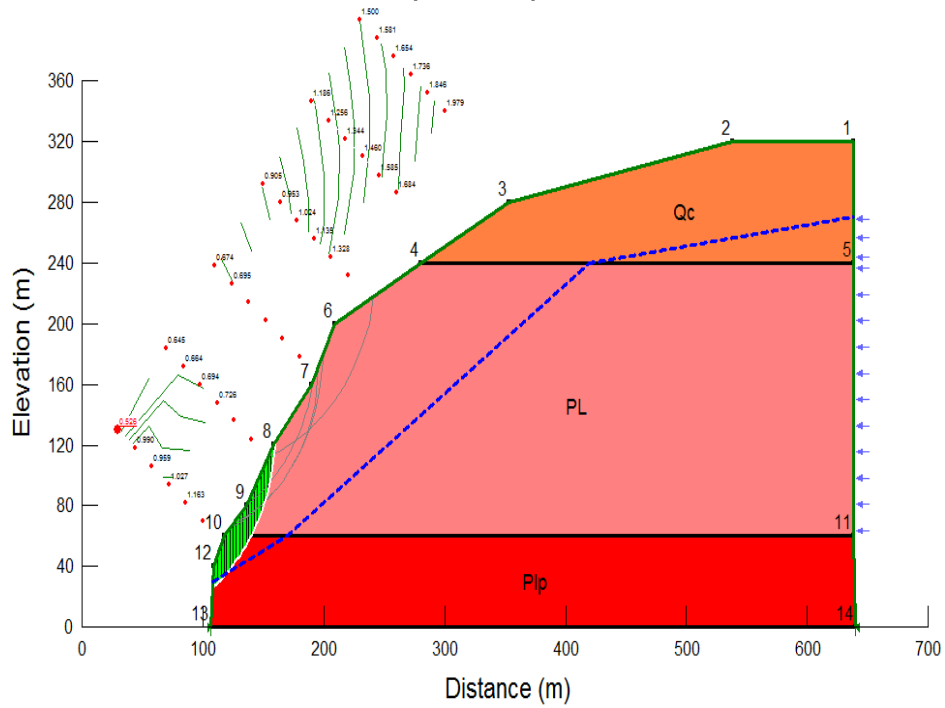
Fuente: Programa Geoestudio libre aplicación  
Elaborado por: Mauro Castro (2014)

**Gráfico 28: Talud 3 (Perfil C) Descenso al Río**



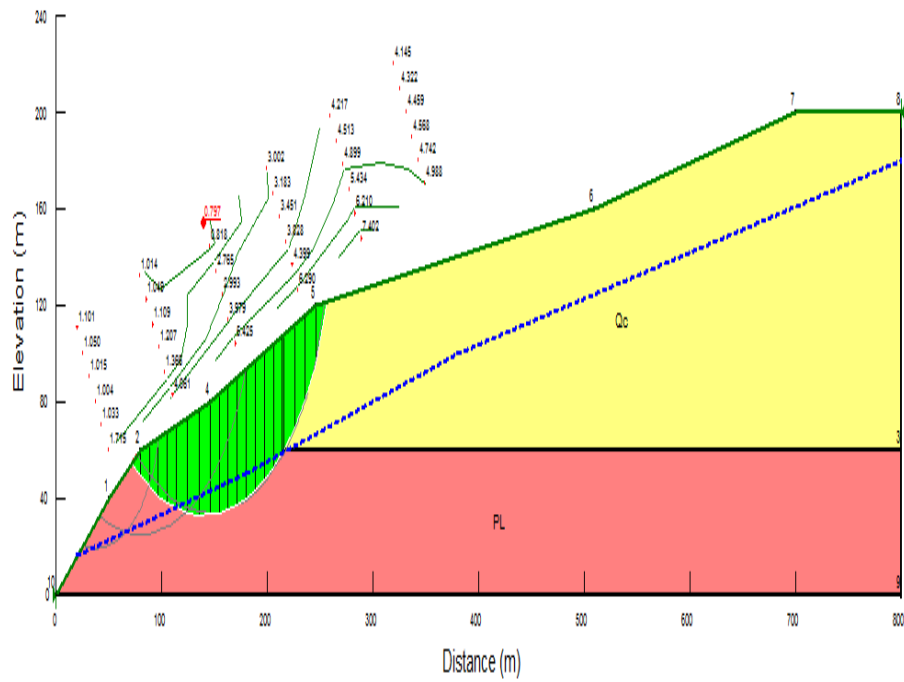
Fuente: Programa Geoestudio libre aplicación  
Elaborado por: Mauro Castro (2014)

**Gráfico 29: Talud 4 (Perfil D) Ascenso a Píllaro**



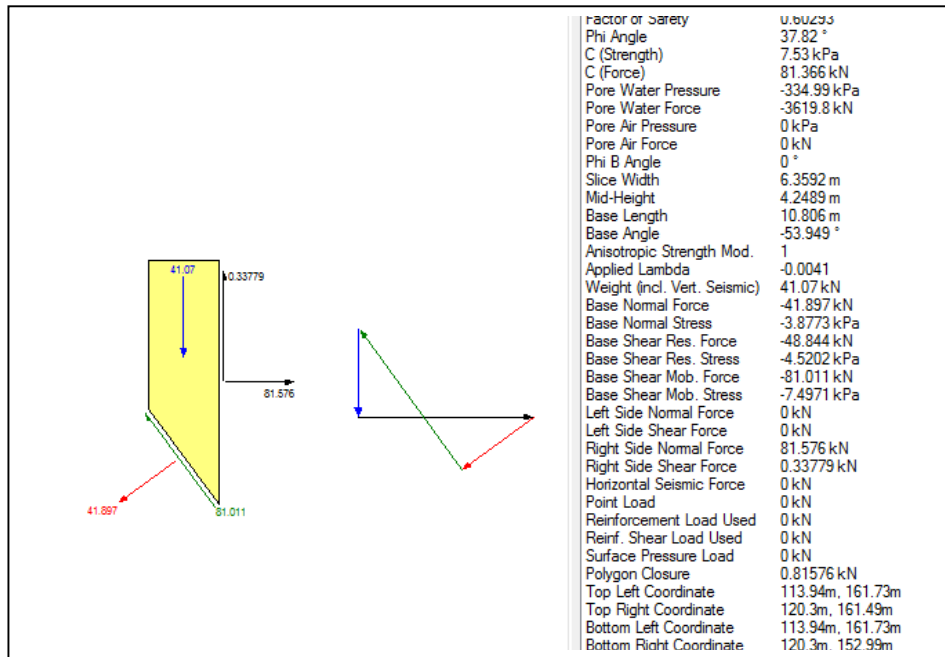
Fuente: Programa Geoestudio libre aplicación  
Elaborado por: Mauro Castro (2014)

**Gráfico 30: Talud 5 (Perfil D) Ingreso a Píllaro**



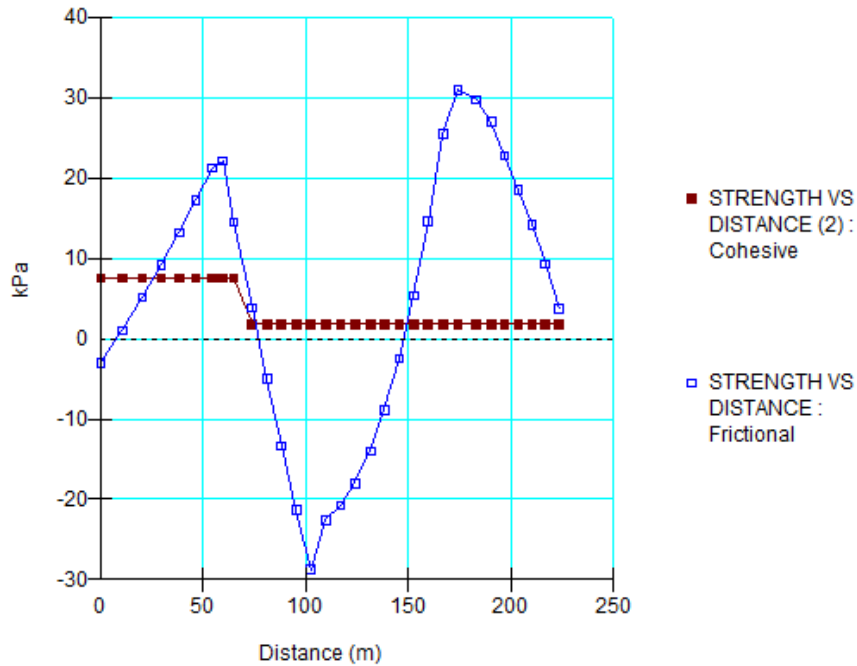
Fuente: Programa Geoestudio libre aplicación  
Elaborado por: Mauro Castro (2014)

**Figura 28:** Critical Slip (Diagrama del Cuerpo Libre y Polígono de Fuerza)



Fuente: Programa Geoestudio  
Elaborado por: Mauro Castro (2014)

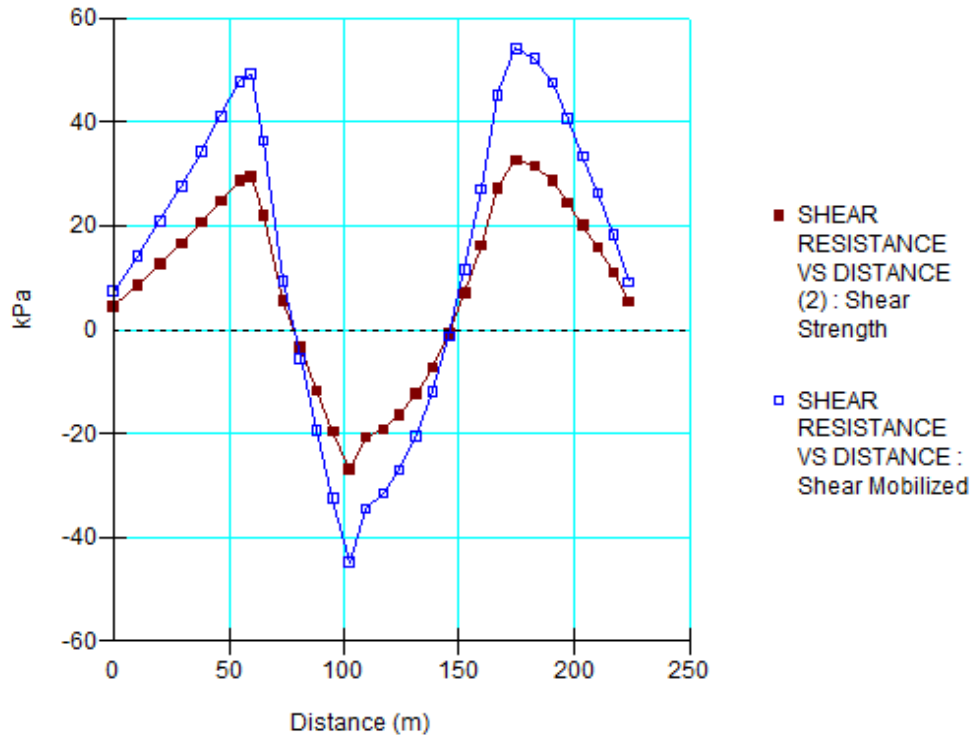
**Gráfico 31:** Fuerza vs Distancia (Strength vs Distance)



Fuente: Programa Geoestudio  
Elaborado por: Mauro Castro (2014)

**Gráfico 32: Resistencia al Cizallamiento vs distancia**

**(Shear Resistance vs Distance)**



**Fuente:** Programa Geoestudio

**Elaborado por:** Mauro Castro (2014)

#### **4. Factor de seguridad del suelo reforzado**

Aquí se encuentra el factor que cumpla con lo establecido de FS mayor a 1.0 que en este caso es diseñado.

##### **a. Diseño de anclajes y mallas en el talud**

Para el diseño de los anclajes de ingresa los valores básicos de la geometría, refuerzos, parámetros de suelo, cargas y sobrecargas, nivel freático, que a continuación se menciona:

**Datos del talud:**

Altura vertical del talud (H) = 20m.

Línea vertical desde la pared (B) = 53.6°

Ángulo desde la horizontal de la 1ra pendiente (I1) = 16.86°

Distancia inclinada de la 1ra. Pendiente (S1) = 68.96 m

Ángulo desde la horizontal de la 2da pendiente (I2) = 21.80°

Distancia inclinada de la 2da. Pendiente (S2) = 107.70m

Ángulo desde la horizontal de la 3ra pendiente (I3) = 8.62

Distancia inclinada de la 3ra. Pendiente (S3) = 267.0m

Ángulo desde la horizontal de la 3ra pendiente (I4) = 11.89°

Distancia inclinada de la 3ra. Pendiente (S4) = 194.7m

Ángulo desde la horizontal de la última pendiente ( I7) = 0

Los parámetros geométricos del talud son los que se mencionó en el anterior literal para el cálculo del método de falla ingresando aquí estos valores, para luego ingresar los parámetros de los anclajes.

**Datos de diseño de anclaje:**

Numero de niveles de refuerzo = 7

Longitud del refuerzo (anclaje) = 300 mm.

Inclinación del anclaje desde la ladera = 35°

Distancia vertical desde la cresta = 1m.

Distancia vertical entre anclajes = 3m.

Distancia horizontal entre anclajes = 3 m.

Diámetro Anclaje = 12mm.

Diámetro hueco de anclajes = 20mm.



## b. Ingreso de parámetros de talud

Se ingresa los parámetros básicos como altura, ángulos, pendientes, longitudes inclinadas.

**Gráfico 33: Parámetros del Talud**

Please set the various parameters for 'anclajes.inp'

| Soil Parameters    |       | Loads                            |                                 | Varying Reinforcements       |       |   |                                     |
|--------------------|-------|----------------------------------|---------------------------------|------------------------------|-------|---|-------------------------------------|
| Below Toe Searches |       | Search Limits/Water Table Coord. |                                 | Search Nodes/Specified Plane |       |   |                                     |
| Wall Geometry      |       | Reinforcement Geometry           |                                 | Reinforcement Strength/Cond. |       |   |                                     |
| H =                | 20    | m                                | Vertical Wall Height.           |                              |       |   |                                     |
| B =                | 56.3  | Degree                           | Wall Batter from Vertical Line. |                              |       |   |                                     |
| I1 =               | 16.96 | Degree                           |                                 | S1 =                         | 68.96 | m | 1st Slope Angle and Slope Distance. |
| I2 =               | 21.8  | Degree                           |                                 | S2 =                         | 107.7 | m | 2nd Slope Angle and Slope Distance. |
| I3 =               | 8.62  | Degree                           |                                 | S3 =                         | 267   | m | 3rd Slope Angle and Slope Distance. |
| I4 =               | 11.89 | Degree                           |                                 | S4 =                         | 194.7 | m | 4th Slope Angle and Slope Distance. |
| I5 =               | 0     | Degree                           |                                 | S5 =                         | 0     | m | 5th Slope Angle and Slope Distance. |
| I6 =               | 0     | Degree                           |                                 | S6 =                         | 0     | m | 6th Slope Angle and Slope Distance. |
| I7 =               | 0     | m                                | 7th Slope Angle.                |                              |       |   |                                     |

Fuente: Programa Snailz (Libre Aplicación)  
Elaborado por: Mauro Castro (2014)

## c. Ingreso de parámetros de anclajes

Se ingresa las dimensiones de los anclajes con su localización en la pared relacionada con los parámetros anteriores ingresados.

**Gráfico 34: Parámetros de Anclajes**

Please set the various parameters for 'anclajes.inp'

| Soil Parameters   |    | Loads                            |  | Varying Reinforcements       |  |  |  |
|---|----|----------------------------------|--|------------------------------|--|--|--|
| Below Toe Searches  |    | Search Limits/Water Table Coord. |  | Search Nodes/Specified Plane |  |  |  |
| Wall Geometry   |    | Reinforcement Geometry           |  | Reinforcement Strength/Cond. |  |  |  |
| Use "Varying Reinforcement" if LE, AL, SV, D, (or Bond Stress Under "Soil Parameters"). Varies. |    |                                  |  |                              |  |  |  |
| N =   | 7  | .....                            | Number of Reinforcement Levels.          |                              |  |  |  |
| LE =  | 3  | m.....                           | Reinforcement Length.                    |                              |  |  |  |
| AL =  | 35 | Degree .....                     | Inclination From Horizontal.             |                              |  |  |  |
| SV1 =   | 1  | m .....                          | Vertical Distance to first Level.        |                              |  |  |  |
| SV =  | 3  | m .....                          | Vertical Spacing from second to N level. |                              |  |  |  |
| SH =  | 3  | m .....                          | Horizontal Spacing.                      |                              |  |  |  |
| D =   | 12 | mm.....                          | Diameter of Reinforcement.               |                              |  |  |  |
| DD =  | 20 | mm.....                          | Diameter of Grouted Hole.                |                              |  |  |  |

Fuente: Programa Snailz (Libre Aplicación)  
Elaborado por: Mauro Castro (2014)

#### d. Ingreso de parámetros de los suelos

Se ingresa los parámetros de los tipos de suelos encontrados en el perfil como son el ángulo de fricción, cohesión, esfuerzo admisible, ubicación de capas y numero, nivel freático, unidad de peso.

**Gráfico 35: Parámetros del Suelo**

Please set the various parameters for 'anclajes.inp'.

Below Toe Searches      Search Limits/Water Table Coord.      Search Nodes/Specified Plane

Wall Geometry      Reinforcement Geometry      Reinforcement Strength/Cond.

**Soil Parameters**      Loads      Varying Reinforcements

NS =  Number of Soil Layers.  
(1=Top layer to 7=Bottom layer. Layers must not intersect within limits of search)

| LAYER | Unit Weight<br>kN/m <sup>3</sup>   | Friction Angle<br>Deg.             | Cohes.<br>kPa                     | Bond Stress<br>kPa                 | XS*<br>m                        | YS*<br>m                        | XE*<br>m                         | YE*<br>m                        |
|-------|------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|
| 1     | <input type="text" value="14.91"/> | <input type="text" value="37.82"/> | <input type="text" value="7.53"/> | <input type="text" value="593.8"/> |                                 |                                 |                                  |                                 |
| 2     | <input type="text" value="12.07"/> | <input type="text" value="28.72"/> | <input type="text" value="1.75"/> | <input type="text" value="801.2"/> | <input type="text" value="50"/> | <input type="text" value="60"/> | <input type="text" value="800"/> | <input type="text" value="60"/> |
| 3     | <input type="text"/>               | <input type="text"/>               | <input type="text"/>              | <input type="text"/>               | <input type="text"/>            | <input type="text"/>            | <input type="text"/>             | <input type="text"/>            |
| 4     | <input type="text"/>               | <input type="text"/>               | <input type="text"/>              | <input type="text"/>               | <input type="text"/>            | <input type="text"/>            | <input type="text"/>             | <input type="text"/>            |
| 5     | <input type="text"/>               | <input type="text"/>               | <input type="text"/>              | <input type="text"/>               | <input type="text"/>            | <input type="text"/>            | <input type="text"/>             | <input type="text"/>            |
| 6     | <input type="text"/>               | <input type="text"/>               | <input type="text"/>              | <input type="text"/>               | <input type="text"/>            | <input type="text"/>            | <input type="text"/>             | <input type="text"/>            |
| 7     | <input type="text"/>               | <input type="text"/>               | <input type="text"/>              | <input type="text"/>               | <input type="text"/>            | <input type="text"/>            | <input type="text"/>             | <input type="text"/>            |

\* NOTE: XS, YS, XE, YE coordinate origin (0,0) is at toe of wall.

Fuente: Programa Snailz (Libre Aplicación)

Elaborado por: Mauro Castro (2014)

#### 6.7.5 Calculo del factor de seguridad con refuerzos de anclaje

Se manda a ejecutar el programa y obtendremos el círculo de falla dado por el programa ubicados los anclajes y la malla, obteniendo el FS =1.13 que cumples con la disposición de diseño.

**Gráfico 36: Factor de Seguridad con Refuerzos**



**Fuente:** Programa Snailz (Libre Aplicación)

**Elaborado por:** Mauro Castro (2014)

De acuerdo a las especificaciones del MTOP y diseñando en el programa se encuentra un factor de seguridad mayor de 1.0 (FS=1.13) con la anexión de los anclajes, mediante el método ordinario (Fenellius) y de Jambu, dándonos anclajes con características de diseño mencionadas.

## 6.8 Administración de la propuesta

La propuesta de este trabajo se administrara y gestionara de la siguiente manera:

**INVESTIGADOR:** Modela y diseña las obras de mitigación de las vías en estudio.

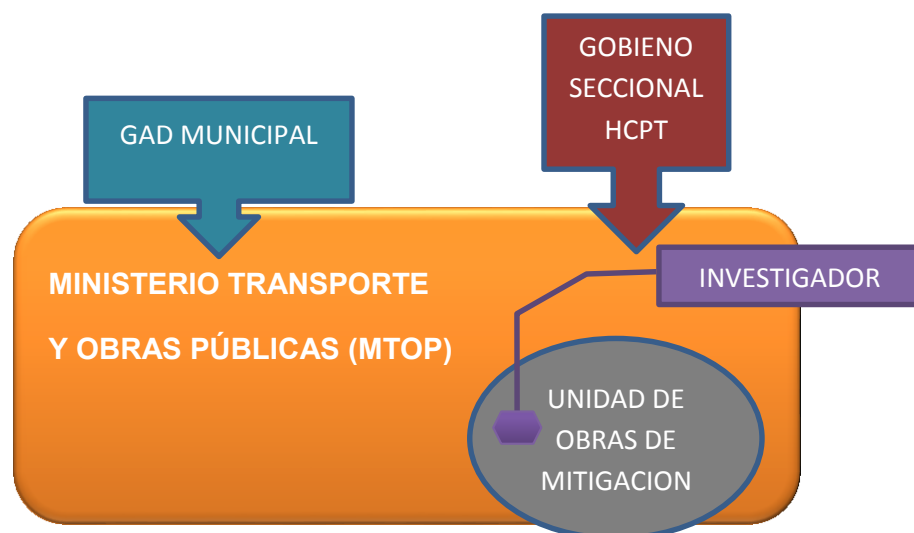
**UNIDAD DE OBRAS DE MITIGACIÓN:** Financiamiento de las obras de mitigación mediante el MTOP.

**MINISTERIO DE TRANSPORTE Y OBRAS PÚBLICAS:** Creará y facilitará el presupuesto necesario para obras de mitigación vial.

**GOBIERNO LOCAL (GAD AMBATO-PILLARO):** Cooperación y control de obras viales en zonas urbanas.

**GOBIERNO SECCIONAL (HCPT):** Cooperación y mantenimiento de obras viales en zonas no urbanas.

**Figura 29:** Esquema administrativo de la propuesta



**Fuente.- Autor**

**Elaborado por:** Mauro Castro (2014)

## 6.9 Previsión de la evaluación

**Tabla N°23:** Previsión de la evaluación

| PREGUNTAS BÁSICAS         | EXPLICACIÓN                               |
|---------------------------|---|
| Quiénes solicitan evaluar | MINISTERIO DE TRANSPORTE Y OBRAS PÚBLICAS |
| Por qué evaluar           | MANTENIMIENTO RUTINARIO DE TALUDES        |
| Para qué evaluar          | PARA UN CONTROL DE TALUDES                |
| Qué evaluar               | TALUDES Y VÍAS                            |
| Quién Evalúa              | ING. MAURO CASTRO                         |
| Cuándo evalúa             | PERIÓDICO CADA 6 MESES                    |
| Cómo Evaluar              | OBSERVACIÓN, VIDEOS, FOTOS                |
| En qué evaluar            | FICHAS FORMULARIOS                        |

**Fuente:** Autor

**Elaborado por:** Mauro Castro (2014)

## Bibliografía

### A. Libros

- JUÁRES BADILLO, Eulalio., RICO RODRIGUEZ, Alfonso., (1981). "Mecánica de Suelos", Tercera Edición (Séptima reimpresión), Tomo I y II, Editorial Limusa., México.
- LEY DE CAMINOS. Decreto Supremo 1351, Registro Oficial 285 de 7 de Julio de 1964 (on line)  
[https://www.google.com.ec/?qfe\\_rd=cr&ei=OvfSU-](https://www.google.com.ec/?qfe_rd=cr&ei=OvfSU-) (01-8-2014)
- Merino González, Fanny Verónica. (2014;Internet) : Análisis evaluación y propuesta de estabilidad de taludes de la vía Zumbi-Paquisha, desde la abscisa 5+500 Km hasta 8+200 Km. ( Tesis de Ingeniero Civil). UTPL. Loja. pp. 124. (on line)  
<http://dspace.utpl.edu.ec/jspui/handle/123456789/8790> (01-8-2014)
- Modelo de aplicaciones tecnológicas para la protección de taludes desestabilizados por exceso de humedad en el Distrito Metropolitano de Quito a fin de disminuir la accidentalidad y congestión vehicular. Sánchez Villafuerte, Marco Antonio; D.T. Mariño R., Ibán (on line)  
<http://repo.uta.edu.ec/handle/123456789/2745?show=full>  
(01-8-2014)
- Colonización de taludes artificiales por medio de la vegetación natural indica, Ubicación: Bca.CC. Biológicas, Bca.Digital Complutense, Bca.S. Tesis Doctorales y Publ.Académ (on line)  
[http://cisne.sim.ucm.es/search~S7\\*sp?/Xestabilidad+de+taludes+en+vias&sort=D&searchscope=7&SORT=D/Xestabilidad+de+taludes+en+vias&sort=D&searchscope=7&SORT=D&SUBKEY=estabilidad+de+taludes+en+vias/1%2C236%2C236%2CB/frameset&FF=Xest](http://cisne.sim.ucm.es/search~S7*sp?/Xestabilidad+de+taludes+en+vias&sort=D&searchscope=7&SORT=D/Xestabilidad+de+taludes+en+vias&sort=D&searchscope=7&SORT=D&SUBKEY=estabilidad+de+taludes+en+vias/1%2C236%2C236%2CB/frameset&FF=Xest)

abilidad+de+taludes+en+vias&sort=D&searchscope=7&SORT=D&2%2C2%2C (01-8-2014)

- Escobar Toro, Luis Javier (2011) Clasificación y caracterización de suelos tropicales en un talud de la autopista Medellín –Bogotá en el tramo de vía entre Marinilla y Santuario. Maestría thesis, Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín. - See more at: <http://www.bdigital.unal.edu.co/5495/#sthash.xWb1NiEq.dpuf> (31-7-2014)
- Modelo para la estabilización de taludes en las carreteras del subtrópico del nor occidente del Ecuador a fin de evitar accidentes de tránsito y disminuir los costos de operación vehicular. (2008, internet).(Online).Disponible en <http://repo.uta.edu.ec/handle/123456789/2714> (31-7-2014)
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICAS Y CENSO (2000), “Índices de Natalidad y Población de la Provincia de Tungurahua”, INEC, Ambato – Ecuador, 21 pp. (Online). <http://www.inec.gob.ec/cpv/> (31-7-2014)
- Enciclopedia libre Wikipedia(2014:Internet),disponible en online [http://es.wikipedia.org/wiki/Investigaci%C3%B3n\\_cuantitativa#Positivismo](http://es.wikipedia.org/wiki/Investigaci%C3%B3n_cuantitativa#Positivismo) (02-8-2014)
- Técnicas de la investigación T Grajales – (On line)(27/03/2.000). Revisado el, 2000 - iupuebla.com [http://www.iupuebla.com/Maestrias/M\\_E\\_GENERO/MA\\_Maestria\\_Genero/Jose\\_Miguel\\_Velez/Tipos%20de%20investigacion.pdf](http://www.iupuebla.com/Maestrias/M_E_GENERO/MA_Maestria_Genero/Jose_Miguel_Velez/Tipos%20de%20investigacion.pdf) (02-8-2014)
- Hernández Roberto y otros (2013, internet) Metodología de la investigación (on line) disponible en:

[www.upsin.edu.mx/mec/digital/metod\\_invest.pdf](http://www.upsin.edu.mx/mec/digital/metod_invest.pdf) (02-8-2014)

- HERNÁNDEZ SAMPIERI, R. Y otros. Metodología de la investigación, México: Mc Graw Hill, 1991
- **VICTOR HUGO ABRIL,(2012;Internet)** Técnicas e instrumentos para la investigación científica (on line)  
<http://vhabril.wikispaces.com/file/view/T%C3%A9cnicas%20e%20Instrumentos%20de%20Investigaci%C3%B3n%20-%20Abril%20PhD.pdf/196828002/T%C3%A9cnicas%20e%20Instrumentos%20de%20Investigaci%C3%B3n%20-%20Abril%20PhD.pdf>  
(22-8-2014)

## B. Ilustraciones

- **Figura 5:** Terraplenes, pedraplenes e hidrosiembra (online)  
<http://cubaindependiente.blogspot.com/search/label/Zona%20Franca%20Mariel> (12-10-2014)
- **Gráfico 14:** Sección lateral de canales de corona. (online)  
<http://www.lapatria.com/descubriendo/cuatro-misterios-resueltos-en-el-museo-samoga-38317> (12-10-2014)
- **Gráfico 15:** Estructura de filtros y drenes. (online)  
[http://esdocs.org/pars\\_docs/refs/67/66988/66988\\_html\\_607262f3.png](http://esdocs.org/pars_docs/refs/67/66988/66988_html_607262f3.png) (12-10-2014)
- **Figura 6:** Colocación de plásticos de protección en laderas.(online)  
<http://www.urielyasociados.es/en/redaccion.html> (12-10-2014)
- **Figura 7:** Colocación de mallas galvanizadas en taludes. (online)

<http://www.interempresas.net/Horticola/Articulos/68555-Sistemas-flexibles-de-sostenimiento-para-la-estabilizacion-de-grandes-taludes.html> (20-12-2014)

- **Gráfico 16:** Ubicación de anclajes de estabilización. (online)  
[http://www.cismid.uni.edu.pe/descargas/a\\_labgeo/labgeo30\\_p.pdf](http://www.cismid.uni.edu.pe/descargas/a_labgeo/labgeo30_p.pdf)  
(20-12-2014)
- **Gráfico 17:** Partes estructurales de un anclaje. (online)  
<http://facingyconst.blogspot.com/2013/12/calculo-de-muros-anclados-con-hormigon.html> (20-12-2014)
- **Figura 8:** Espaciamiento entre anclaje y malla (d min. 10cm). (online)  
<http://mallacasco.com/wp-content/uploads/2013/07/triple-2.jpg>  
(20-12-2014)
- **Figura 9:** Anclajes con lechada o hidrosiembra. (online)  
<http://www.dsi-chile.com/referencias-alt/estabilizacion-de-taludes/estabilizacion-de-taludes-con-anclajes-autoperforantes-huecos-dywidag.html> (20-12-2014)
- **Figura 10:** Ubicación de anclajes con mallas. (online)  
<http://www.adosa.es/taludes.htm> (20-12-2014)
- **Figura 11:** Inyección de manto ecológico en malla. (online)  
<http://gersa-medioambiente.es/gunitados-ecologicos.html>  
(20-12-2014)
- **Figura 12:** Redes de malla de acero corrugado. (online)



[http://www.3sgeotech.com/area-de-taludes-y-obras-geotecnicas\\_60260.html](http://www.3sgeotech.com/area-de-taludes-y-obras-geotecnicas_60260.html) (13-12-2014)

- **Figura 13:** Barras de acero corrugado en corona y pie de talud. (online)

<http://www.clave.com.ec/index.php?idSeccion=1415> (13-12-2014)

- **Figura 14:** Grapas para traslape de malla galvanizada. (online)

[http://www.jardipond.com/page/11/?taxonomy=product\\_type&term=simple](http://www.jardipond.com/page/11/?taxonomy=product_type&term=simple) (27-12-2014)

- **Figura 15:** Traslape Transversal de mallas (NEVI min 15cm.) (online)

[http://inchalam.bekaert.com/esMX/CercosMallas/Estabilizacion\\_Taludes/MT15000.aspx](http://inchalam.bekaert.com/esMX/CercosMallas/Estabilizacion_Taludes/MT15000.aspx) (27-12-2014)

- **Figura 16:** Vegetación colocada en talud estabilizado. (online)

<http://cl.clasificados.com/hidroverde-ltda-hidrosiembra-control-de-erosion-en-taludes-19068> (27-12-2014)

- **Figura 17:** Inyección de semillas en taludes. (online)

<http://www.fao.org/docrep/004/y2795s/y2795s05.htm> (27-12-2014)

- **Figura 18:** Barreras de filtros para sedimentos. (online)

<https://www.crq.gov.co/news/900-finaliza-ejecucion-obras-financiadas-porcolombia> (27-12-2014)

- **Figura 19:** Barreras de arbustos con ramas. (online)

<https://encryptedtbn2.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcTpGx5OMW4eS4V5Dy0N3PErf5SCGHmBg7wgsUyvPkmVWEIF5JoA>

(10-1-2015)

- **Figura 20:** Muros de escolleras (Rocas). (online)

<https://construblogspain.wordpress.com/2014/03/06/muros-de-escollera/>

(10-1-2015)

- **Figura 21:** Barreras vivas lineales. (online)

<http://www.fao.org/docrep/006/ad081s/AD081s05.htm> (10-1-2015)

- **Figura 22:** Especies nativas en taludes. (online)

<http://www.planverde.df.gob.mx/redarbol/category/blog/>

(13-12-2014)

- **Figura 23:** Colocación de macollas en taludes. (online)

<http://www.culturaempresarialganadera.org/profiles/blogs/pasto-vetiver-para-control-de-erosion-y-estabilizaci-n-de-taludes>

\_(10-1-2015)

- **Figura 24:** Armado de estacas con ramas. (online)

[https://encryptedtbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcQbrDsRPRhVL3FVeKLBle3hQjaYXZWREuF4CQ5m0\\_qERpdmw\\_mB](https://encryptedtbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcQbrDsRPRhVL3FVeKLBle3hQjaYXZWREuF4CQ5m0_qERpdmw_mB)

(10-1-2015)

## **Anexos**

## Anexo 1

### Matriz de análisis de situaciones

**Tabla 24:** Elaboración de la Matriz de análisis de situaciones

| <b>MATRIZ DE ANÁLISIS DE SITUACIONES</b>   |   |   |   |
|--|---|---|---|
| <b>Situación real negativa</b>   | <b>Investigación del problema a ser investigado</b> | <b>Situación futura deseada positiva</b>  | <b>Propuestas de solución al problema planteado</b>   |
| Desde la antigüedad así como en la actualidad, las personas que habitamos el mundo en su respectiva época, buscaban y se busca dar soluciones a dichos problemas que se presentan en la naturaleza en este caso a vencer los obstáculos de la mencionada, como son: ríos, quebradas, hondonadas, canales, estrechos de mares, lagos, derrumbes, inestabilidad de taludes, deslaves. Etc. | Deficiente tratamiento de suelos y vegetación       | Vía confortable y segura para el tránsito vehicular en la carretera intercantonal Ambato- Pillaro | Modelo de aplicación tecnológico de estabilización de taludes con tratamientos de suelos y vegetación para evitar accidentes de tránsito en la vía intercantonal Ambato-Píllaro |

**Fuente:** Árbol de problemas  
**Elaborado por:** Mauro Castro (2014)

## Anexo 2

### Mapa Geológico de la zona de estudio

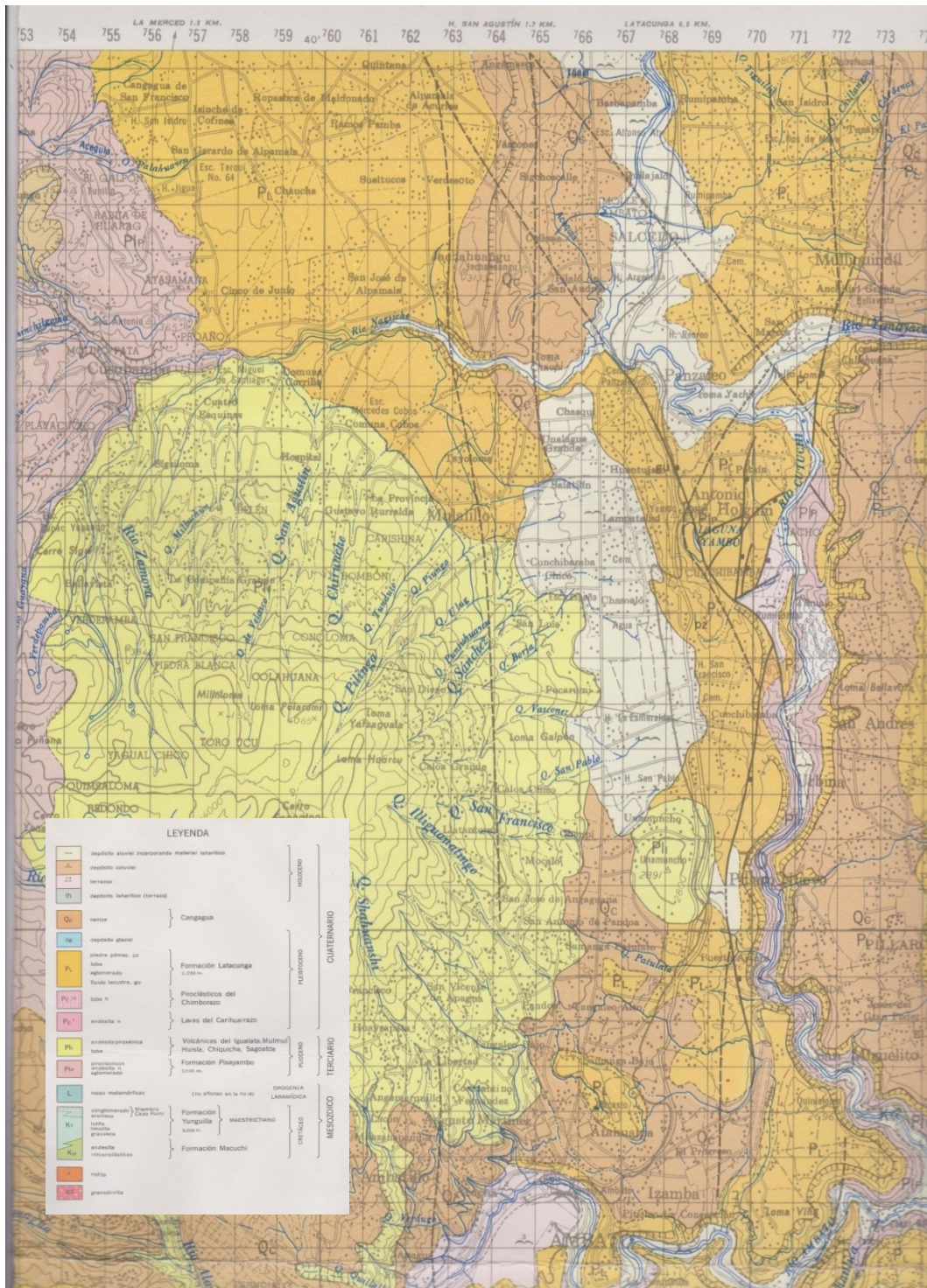


Gráfico 37: Mapa Geológico del IGM-EPN

### Anexo 3

#### Fotos de deslizamientos en la vía Ambato Píllaro

**Foto 4:** Talud con desmoronamiento de aglomerados con vía en la corona del talud.



**Fuente:** Autor  
**Elaborado por:** Mauro Castro (2014)

**Foto 5:** Presencia de erosión laminar por lluvias en la superficie del talud.



**Fuente:** Autor  
**Elaborado por:** Mauro Castro (2014)

**Foto 6:** Formación de cárcavas por la presencia del lavado de la superficie.



**Fuente:** Investigación de campo  
**Elaborador por:** Mauro Castro (2014)

**Foto 7:** Formación de quebradas por erosión avanzada combinada.



**Fuente:** Investigación de campo  
**Elaborador por:** Mauro Castro (2014)

**Foto 8:** Deslizamiento de partículas en el lavado de la superficie (mina).



**Fuente:** Investigación de campo  
**Elaborador por:** Mauro Castro (2014)

**Foto 9:** Desprendimiento en cárcavas en la entrada de la mina.



**Fuente:** Investigación de campo  
**Elaborador por:** Mauro Castro (2014)



**Foto 10:** Desprendimiento menor del suelo en deslizamientos antiguos.



**Fuente:** Investigación de campo  
**Elaborador por:** Mauro Castro (2014)

**Foto 11:** Huellas antiguas de cárcavas en taludes.



**Fuente:** Investigación de campo  
**Elaborador por:** Mauro Castro (2014)

**Foto 12:** Ubicación de semi muros en pie de talud reactivo.



**Fuente:** Investigación de campo  
**Elaborador por:** Mauro Castro (2014)

**Foto 13:** Disgregación de suelo en laderas y en borde de vía.



**Fuente:** Investigación de campo  
**Elaborador por:** Mauro Castro (2014)

**Foto 14:** Presencia de aglomerante en el pie de talud y en la vía.



**Fuente:** Investigación de campo  
**Elaborador por:** Mauro Castro (2014)

**Foto 15:** Deslizamientos sucesivos activos en pared de ladera.



**Fuente:** Investigación de campo  
**Elaborador por:** Mauro Castro (2014)

**Foto 16:** Presencia de piroclastos con aglomerados y toba en paredes de ladera.



**Fuente:** Investigación de campo  
**Elaborador por:** Mauro Castro (2014)

**Foto 17:** Evidencias de accidentes en bordes de vía.



**Fuente:** Investigación de campo  
**Elaborador por:** Mauro Castro (2014)

**Foto 18:** Formaciones erosivas por lavado de superficie.



**Fuente:** Investigación de campo  
**Elaborador por:** Mauro Castro (2014)

**Foto 19:** Cárcavas activas con desprendimientos



**Fuente:** Investigación de campo  
**Elaborador por:** Mauro Castro (2014)

**Foto 20:** Pendientes muy abruptas en márgenes del río y de la vía.



**Fuente:** Investigación de campo  
**Elaborador por:** Mauro Castro (2014)

**Foto 21:** Visualización aérea del área potencial del deslizamiento.



**Fuente:** Investigación de campo  
**Elaborador por:** Mauro Castro (2014)

**Foto 22:** Pedraplenes antiguos en márgenes de la vía.



**Fuente:** Investigación de campo  
**Elaborador por:** Mauro Castro (2014)

**Foto 23:** Disgregación y deslizamiento de toba + agregados.



**Fuente:** Investigación de campo  
**Elaborador por:** Mauro Castro (2014)

**Foto 24:** Poca vegetación en taludes activos.



**Fuente:** Investigación de campo  
**Elaborador por:** Mauro Castro (2014)



## Anexo 4

### Ensayos de suelos en la vía Ambato Píllaro

#### ENSAYOS EN LA VÍA AMBATO PÍLLARO 1+890

#### CONTENIDO DE HUMEDAD

#### ESTADO NATURAL DE SUELO

#### VÍA AMBATO-PÍLLARO ABCISIA 1+890

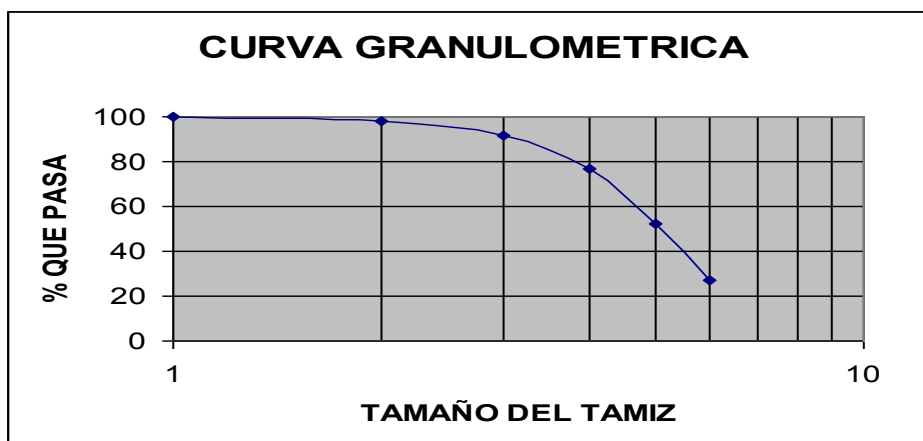
| <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b>                            |  |              |          |              |          |
|---|--|--------------|----------|--------------|----------|
| <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL</b>                             |  |              |          |              |          |
| <b>GEOTÉCNIA</b>  |  |              |          |              |          |
| <b>DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD EN ESTADO NATURAL</b> |  |              |          |              |          |
| <b>MATERIAL:</b> Muestras componentes de los taludes (Punto 1)  |  |              |          |              |          |
| <b>UBICACIÓN:</b> Vía Ambato-Píllaro (Abscisa 1 + 890)          |  |              |          |              |          |
| <b>MATERIA:</b> Geotecnia                                       |  |              |          |              |          |
| <b>ENSAYADO POR:</b> Ing. Oscar Constante                       |  |              |          |              |          |
| <b>FECHA:</b> 10 Noviembre 2014                                 |  |              |          |              |          |
| <b>TIPOS DE SUELOS</b>  |  | <b>TOBA</b>  |          |              |          |
| Recipiente número   | (r)                                    | <b>1</b>     | <b>2</b> | <b>3</b>     | <b>4</b> |
| Peso húmedo + recipiente  | (Wm+W <sub>r</sub> )                   | 141.02       | 152.45   | 158.56       | 160.70   |
| Peso muestra seca + recipiente                                  | (W <sub>s</sub> +W <sub>r</sub> )      | 128.20       | 138.26   | 143.00       | 144.50   |
| Peso del Agua   | (W <sub>ω</sub> )                      | 12.82        | 14.19    | 15.56        | 16.20    |
| Peso del recipiente   | (W <sub>r</sub> )                      | 31.72        | 31.91    | 32.02        | 31.69    |
| Peso de la muestra seca   | (W <sub>s</sub> )                      | 96.48        | 106.35   | 110.98       | 112.81   |
| Cont de Humedad   | (W <sub>ω</sub> /W <sub>s</sub> )* 100 | 13.29        | 13.34    | 14.02        | 14.36    |
| Contenido promedio de ω%  |  | <b>13.32</b> |          | <b>14.19</b> |          |

**GRAVEDAD ESPECÍFICA**  
**SUELOS MENORES AL TAMIZ NUMERO 4**  
**VÍA AMBATO-PÍLLARO ABCISA 1+890**

| UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  |        |        |
|--|--------|--------|
| FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL   |        |        |
| GEOTÉCNIA  |        |        |
| <b>ENSAYO:</b> Determinación de la Gravedad Específica<br><b>NORMAS:</b> ASTM D854-58 AASHTO T-100-70      INEN 686<br><b>PROYECTO:</b> Determinación de Gs menores al tamiz # 4<br><b>LOCALIZACIÓN:</b> Vía Ambato-Píllaro (Abscisa 1 + 890)<br><b>MUESTRA:</b> Toba<br><b>PROFUNDIDAD:</b> 30 cm<br><b>ENSAYADO POR:</b> Ing. Oscar Constante<br><b>FECHA:</b> 10 Noviembre del 2014 |        |        |
| GRAVEDAD ESPECÍFICA DE SUELOS MENORES AL TAMIZ NUMERO 4  |        |        |
| Muestra número   | 1      | 2      |
| Picnómetro número  | A      | B      |
| Picnómetro + agua hasta la marca de aforo<br><b>Wb<sub>ω</sub></b>   | 656.4  | 656.4  |
| Picnómetro + agua + suelo (sumergido)<br><b>Wb<sub>ωs</sub></b>  | 697.6  | 704.3  |
| Desplazamiento del agua<br><b>Ws + Wb<sub>ω</sub> - Wb<sub>ωs</sub></b>  | 33.42  | 37.85  |
| Temperatura del agua y suelo en °C   | 16     | 17     |
| Factor de Corrección por temperatura =<br><b>K</b>   | 0.9990 | 0.9988 |
| 2 PARA OBTENER LOS SÓLIDOS   |        |        |
| Recipiente número  | 1      | 2      |
| Recipiente + peso suelo seco   | 215.81 | 227.62 |
| Peso del recipiente  | 141.19 | 141.87 |
| Peso del suelo seco<br><b>Ws</b>   | 74.62  | 85.75  |
| Gravedad específica<br><b>Gs = <math>\frac{Ws * K}{Ws+Wb_{\omega}-Wb_{\omega s}}</math></b>  | 2.231  | 2.263  |
| GRAVEDAD ESPECÍFICA PROMEDIO   |        | 2.247  |

**ENSAYO GRANULOMÉTRICO**  
**VÍA AMBATO-PÍLLARO ABSCISA 1+890**  
**SUELO TOBA**

| UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO<br>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL<br>GEOTÉCNIA |          |                  |           |            |
|--|----------|------------------|-----------|------------|
| <b>ENSAYO:</b> Granulometría   |          |                  |           |            |
| <b>LOCALIZACION:</b> Vía Ambato-Píllaro                                    |          |                  |           |            |
| <b>MUESTRA:</b> Toba (Punto 1)   |          |                  |           |            |
| <b>ENSAYADO POR:</b> Ing. Oscar Constante                                  |          |                  |           |            |
| <b>FECHA:</b> 10 Noviembre del 2014  |          |                  |           |            |
| TAMIZ  | PESO RET | PESO<br>RET/ACUM | %retenido | % QUE PASA |
| 3/8  | 0        | 0                | 0         | 100        |
| N°4  | 9.91     | 9.91             | 1.99      | 98.01      |
| N° 10  | 33.17    | 43.08            | 8.67      | 91.93      |
| N° 40  | 71.82    | 114.90           | 23.11     | 76.89      |
| N°100  | 120.87   | 235.77           | 47.42     | 52.58      |
| N°200  | 125.64   | 361.41           | 72.69     | 27.31      |
| PASA<br>N°200  | 135.75   | 497.16           | 100       | 0          |
| <b>TOTAL</b>   |          | 467.16           |           |            |



**ENSAYO DE GRADO DE COMPACTACIÓN**  
**VÍA AMBATO-PÍLLARO ABCISA 1+890**  
**SUELO TOBA**

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**  
**GEOTÉCNIA**

**ENSAYO:** Determinación del grado de compactación  
**LOCALIZACIÓN:** Vía Ambato-Píllaro (abscisa 1 + 890)  
**MUESTRA:** TOBA  
**ENSAYADO POR:** Ing. Oscar Constante  
**FECHA:** 10 Noviembre del 2014

**ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO**

|  |                           |  |
|--|---------------------------|--|
| <b>NÚMERO GOLPES:</b> 25   | <b>NÚMERO CAPAS:</b> 5    | <b>PESO MARTILLO:</b> 10lb                   |
| <b>ALTURA DE CAÍDA:</b> 18"                                      | <b>PESO MOLDE:</b> 3320gr | <b>VOLUMEN MOLDE:</b> 988.69 cm <sup>3</sup> |
| <b>ENERGÍA DE COMPACTACIÓN:</b> 12375 lb*pul / pulg <sup>3</sup> |                           | <b>NORMA:</b> ASSHTO F-180-A                 |

|                                 |       |       |       |       |
|---------------------------------|-------|-------|-------|-------|
| Ensayo número                   | 1     | 2     | 3     | 1     |
| Peso inicial deseado            | 3000  | 3000  | 3000  | 3000  |
| Hum inicial estimada (%)        | 3     | 6     | 9     | 12    |
| P molde + suelo húmedo          | 4625  | 4677  | 4720  | 4709  |
| Peso suelo húmedo               | 1305  | 1357  | 1400  | 1389  |
| Peso unitario húmedo $\gamma_m$ | 1.319 | 1.372 | 1.412 | 1.405 |

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

|                             |        |        |       |        |        |        |
|-----------------------------|--------|--------|-------|--------|--------|--------|
| Recipiente número           | 1      | 2      | 3     | 4      | 5      | 6      |
| Rec + suelo húmedo          | 102.42 | 113.75 | 96.80 | 107.30 | 108.01 | 102.94 |
| Rec + suelo seco            | 94.28  | 104.13 | 87.20 | 95.79  | 95.26  | 91.25  |
| Peso agua                   | 8.14   | 9.62   | 9.60  | 11.51  | 12.75  | 11.69  |
| Peso recipiente             | 32.05  | 31.99  | 31.7  | 32.10  | 31.80  | 31.90  |
| Peso suelo seco             | 62.23  | 72.14  | 55.50 | 63.69  | 63.46  | 69.35  |
| Cont humedad w%             | 13.08  | 13.34  | 17.29 | 18.07  | 20.09  | 19.70  |
| Contenido promedio w%       | 13.21  |        | 17.68 |        | 19.90  |        |
| Densidad seca $\gamma_d$    | 1.165  |        | 1.166 |        | 1.181  |        |
| Grado compactac. <b>Gc%</b> | 98.65  |        | 98.73 |        | 100    |        |

**ENSAYOS EN LA VÍA AMBATO - PÍLLARO 2+885**  
**ENSAYO DE GRADO DE COMPACTACIÓN**  
**VÍA AMBATO-PÍLLARO 2+885**

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**  
**GEOTÉCNIA**

**ENSAYO:** Determinación del grado de compactación  
**LOCALIZACIÓN:** Vía Ambato-Píllaro (abscisa 2+885)  
**MUESTRA:** Toba Volcánica  
**ENSAYADO POR:** Ing. Oscar Constante

**FECHA:** 10 Noviembre del 2014

**ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO**

|  |                           |      |   |      |
|--|---------------------------|------|---|------|
| <b>NUMERO GOLPES:</b> 25   | <b>NUMERO CAPAS:</b> 5    |      | <b>PESO MARTILLO:</b> 10lb                |      |
| <b>ALTURA DE CAÍDA:</b> 18"                                      | <b>PESO MOLDE:</b> 4300gr |      | <b>VOLUMEN MOLDE:</b> 944 cm <sup>3</sup> |      |
| <b>ENERGÍA DE COMPACTACIÓN:</b> 12375 lb*pul / pulg <sup>3</sup> |                           |      | <b>NORMA:</b> ashto F-180-A               |      |
| Ensayo número  | 1                         | 2    | 3   | 4    |
| Peso inicial deseado   | 3000                      | 3000 | 3000                                      | 3000 |
| Hum inicial estimada (%)   | 6                         | 9    | 12  | 18   |
| P molde + suelo húmedo   | 5691                      | 5726 | 5801                                      | 5798 |
| Peso suelo húmedo  | 1391                      | 1426 | 1501                                      | 1498 |
| Peso unitario húmedo $\gamma_m$                                  | 1.47                      | 1.51 | 1.59                                      | 1.59 |

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

|                             |        |        |       |        |        |       |        |        |
|-----------------------------|--------|--------|-------|--------|--------|-------|--------|--------|
| Recipiente número           | 1      | 2      | 3     | 4      | 5      | 6     | 7      | 8      |
| Rec + suelo húmedo          | 115.63 | 107.93 | 103.8 | 102.75 | 113.15 | 93.22 | 159.46 | 150.8  |
| Rec + suelo seco            | 107.32 | 100.34 | 95.36 | 95.16  | 101.57 | 85.07 | 134.83 | 127.82 |
| Peso agua                   | 8.31   | 7.59   | 8.44  | 7.59   | 11.58  | 8.15  | 24.63  | 22.98  |
| Peso recipiente             | 31.4   | 32.2   | 32.3  | 32.0   | 31.75  | 32.2  | 32.1   | 32.4   |
| Peso suelo seco             | 75.92  | 68.14  | 63.06 | 63.16  | 69.82  | 52.87 | 102.73 | 95.42  |
| Cont humedad w%             | 11.05  | 11.14  | 13.38 | 12.02  | 16.59  | 15.42 | 23.98  | 24.08  |
| Contenido promedio w%       | 11.10  |        | 12.7  |        | 16.01  |       | 24.03  |        |
| Densidad seca $\gamma_d$    | 1.32   |        | 1.34  |        | 1.37   |       | 1.28   |        |
| Grado compactac. <b>Gc%</b> | 96.35  |        | 97.81 |        | 100    |       | 93.43  |        |

**TOBA VOLCÁNICA**  
**ENSAYO DE GRADO DE COMPACTACIÓN**  
**VÍA AMBATO-PÍLLARO ABCISAS 2+885**  
**ARENA**

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**  
**GEOTÉCNIA**

**ENSAYO:** Determinación del grado de compactación (Punto 2)

**LOCALIZACIÓN:** Vía Ambato-Píllaro (abscisa 2+885)

**MUESTRA:** Arena

**ENSAYADO POR:** Ing. Oscar Constante

**FECHA:** 10 de Noviembre del 2014

**ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO**

|  |                           |   |
|--|---------------------------|---|
| <b>NUMERO GOLPES:</b> 25   | <b>NUMERO CAPAS:</b> 5    | <b>PESO MARTILLO:</b> 10lb                |
| <b>ALTURA DE CAÍDA:</b> 18"                                      | <b>PESO MOLDE:</b> 4300gr | <b>VOLUMEN MOLDE:</b> 944 cm <sup>3</sup> |
| <b>ENERGÍA DE COMPACTACIÓN:</b> 12375 lb*pul / pulg <sup>3</sup> |                           | <b>NORMA:</b> ashto F-180-A               |

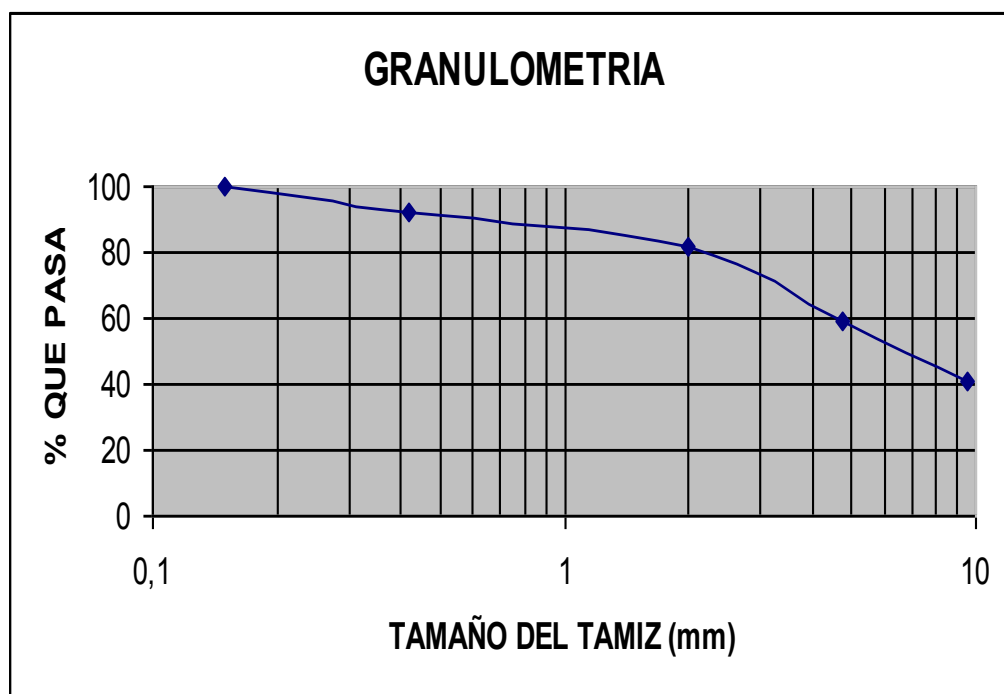
|                                 |         |         |         |         |
|---------------------------------|---------|---------|---------|---------|
| Ensayo número                   | 1       | 2       | 3       | 1       |
| Peso inicial deseado            | 3000    | 3000    | 3000    | 3000    |
| Hum inicial estimada (%)        | 9       | 18      | 27      | 9       |
| P molde + suelo húmedo          | 5085.00 | 5192.00 | 5175.00 | 5085.00 |
| Peso suelo húmedo               | 1750    | 1857    | 1840    | 1750    |
| Peso unitario húmedo $\gamma_m$ | 1.741   | 1.848   | 1.831   | 1.741   |

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

|                             |        |        |        |        |        |        |
|-----------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Recipiente número           | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      |
| Rec + suelo húmedo          | 119.72 | 131.83 | 134.26 | 145.47 | 137.06 | 154.31 |
| Rec + suelo seco            | 101.18 | 110.83 | 111.31 | 119.68 | 112.43 | 125.52 |
| Peso agua                   | 18.54  | 21     | 22.95  | 25.79  | 24.63  | 28.49  |
| Peso recipiente             | 31.72  | 31.91  | 32.02  | 31.69  | 32.70  | 31.53  |
| Peso suelo seco             | 69.46  | 78.92  | 79.29  | 87.99  | 79.73  | 93.99  |
| Cont humedad w%             | 26.69  | 26.61  | 28.94  | 29.31  | 30.89  | 30.63  |
| Contenido promedio w%       | 26.65  |        | 29.13  |        | 30.76  |        |
| Densidad seca $\gamma_d$    | 1.375  |        | 1.431  |        | 1.400  |        |
| Grado compactac. <b>Gc%</b> | 96.08  |        | 100    |        | 97.83  |        |

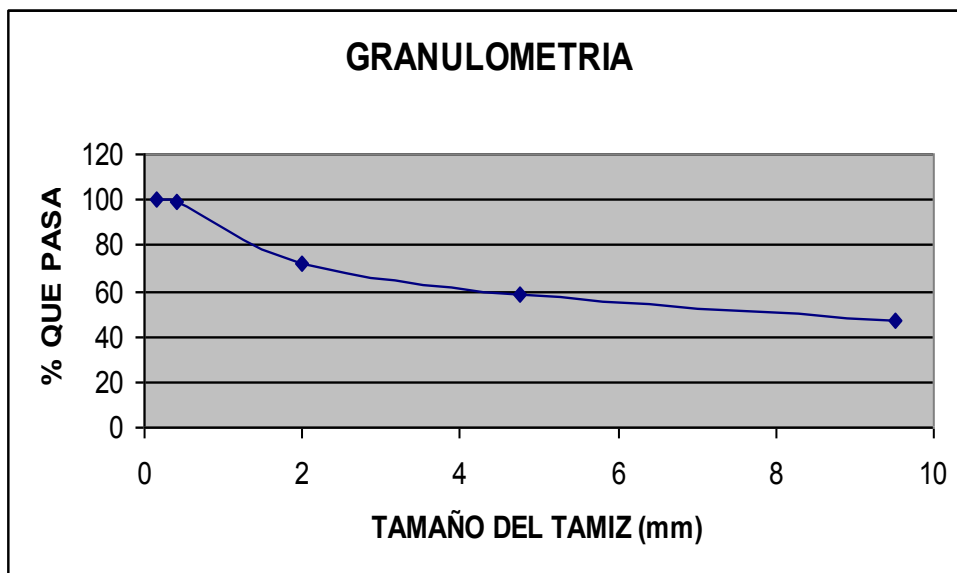
**ENSAYO GRANULOMÉTRICO**  
**VÍA AMBATO-PÍLLARO ABCSCISA 2+885**  
**TOBA 1**

| <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b>                    |                      |                   |                   |
|---|----------------------|-------------------|-------------------|
| <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL</b>                     |                      |                   |                   |
| <b>GEOTÉCNIA</b>  |                      |                   |                   |
| <b>ENSAYO:</b> Granulometría                            |                      |                   |                   |
| <b>LOCALIZACIÓN:</b> Vía Ambato-Píllaro (abscisa 2+885) |                      |                   |                   |
| <b>MUESTRA:</b> Toba 1 (Punto 2)                        |                      |                   |                   |
| <b>ENSAYADO POR:</b> Ing. Oscar Constante               |                      |                   |                   |
| <b>FECHA:</b> 10 Noviembre del 2014                     |                      |                   |                   |
| <b>TAMIZ</b>  | <b>PESO RET/ACUM</b> | <b>% RETENIDO</b> | <b>% QUE PASA</b> |
| N°4   | 0                    | 0                 | 100               |
| N° 10   | 4.01                 | 0.88              | 92.12             |
| N° 40   | 82.34                | 17.99             | 82.01             |
| N°100   | 188.27               | 41.14             | 58.86             |
| N°200   | 270.57               | 59.12             | (40.88)           |
| PASA N°200  | 187.11               | (40.88)           |                   |
| <b>TOTAL</b>  | 457.68               |                   |                   |



**ENSAYO GRANULOMÉTRICO**  
**VÍA AMBATO-PÍLLARO ABCSCISA 5+130**  
**TOBA 2**

| <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b>                    |               |            |            |
|---|---------------|------------|------------|
| <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL</b>                     |               |            |            |
| <b>GEOTÉCNIA</b>  |               |            |            |
| <b>ENSAYO:</b> Granulometría                            |               |            |            |
| <b>LOCALIZACIÓN:</b> Vía Ambato-Píllaro (abscisa 2+885) |               |            |            |
| <b>MUESTRA:</b> Toba 2 (Punto 2)                        |               |            |            |
| <b>ENSAYADO POR:</b> Ing. Oscar Constante               |               |            |            |
| <b>FECHA:</b> 10 Noviembre del 2014                     |               |            |            |
| TAMIZ   | PESO RET/ACUM | % RETENIDO | % QUE PASA |
| N°4   | 0             | 0          | 100        |
| N° 10   | 1.47          | 0.57       | 99.47      |
| N° 40   | 73.21         | 28.17      | 71.83      |
| N°100   | 107.54        | 41.37      | 58.63      |
| N°200   | 138.14        | 53.15      | (46.85)    |
| PASA N°200  | 121.78        | (46.85)    |            |
| <b>TOTAL</b>  | 259.92        |            |            |





**ENSAYO GRANULOMÉTRICO**  
**VÍA AMBATO-PÍLLARO ABCISA 2+885**  
**ARENA**

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**  
**GEOTÉCNIA**

**ENSAYO:** Granulometría  
**LOCALIZACIÓN:** Vía Ambato-Pillaro (abscisa 2+885)  
**MUESTRA:** Arena (Punto 2)  
**ENSAYADO POR:** Ing. Oscar Constante  
**FECHA:** 10 Noviembre del 2014

| <b>TAMIZ</b>  | <b>PESO RET/ACUM</b> | <b>% RETENIDO</b> | <b>% QUE PASA</b> |
|---------------|----------------------|-------------------|-------------------|
| 3/8           | 0                    | 0                 | 100               |
| N°4           | 15.70                | 3.05              | 96.95             |
| N° 10         | 19.43                | 3.77              | 96.23             |
| N° 40         | 48.48                | 9.40              | 90.60             |
| N°100         | 231.48               | 44.91             | 55.09             |
| N°200         | 400.35               | 77.67             | (22.33)           |
| PASA<br>N°200 | 115.13               | (22.33)           |                   |
| <b>TOTAL</b>  | 515.48               |                   |                   |



**ENSAYO GRAVEDAD ESPECÍFICA**  
**VÍA AMBATO-PÍLLARO ABCSISA 2+885**  
**TOBA**

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**  
**GEOTÉCNIA**

**ENSAYO:** Determinación de la Gravedad Específica  
**NORMAS:** ASTM D854-58 AASHTO T-100-70 **INEN 686**  
**PROYECTO:** Determinación de Gs menores al tamiz # 4  
**LOCALIZACIÓN:** Vía Ambato-Pillaro (**Abscisa 2+885**)  
**MUESTRA:** Toba  
**PROFUNDIDAD:** 30 cm  
**ENSAYADO POR:** Ing. Oscar Constante  
**FECHA:** 10 Noviembre de 2014

**GRAVEDAD ESPECÍFICA DE SUELOS MENORES AL TAMIZ NUMERO 4**

| Muestra número   | 1            | 2      |
|--|--------------|--------|
| Picnómetro número  | A            | B      |
| Picnómetro + agua hasta la marca de aforo<br><b>Wb<sub>ω</sub></b>                       | 668.8        | 668.8  |
| Picnómetro + agua + suelo (sumergido)<br><b>Wb<sub>ωs</sub></b>                          | 734.5        | 750.40 |
| Desplazamiento del agua<br><b>Ws + Wb<sub>ω</sub></b><br><b>- Wb<sub>ωs</sub></b>        | 39.13        | 52.01  |
| Temperatura del agua y suelo en °C   | 22           | 19     |
| Factor de Corrección por temperatura = <b>K</b>  | 0.9978       | 0.9984 |
| <b>2 PARA OBTENER LOS SÓLIDOS</b>  |              |        |
| Recipiente número  | 1            | 2      |
| Recipiente + peso suelo seco   | 214.63       | 247.48 |
| Peso del recipiente  | 109.8        | 113.87 |
| Peso del suelo seco<br><b>Ws</b>   | 104.83       | 133.61 |
| Gravedad específica <b>Gs = <math>\frac{Ws * K}{Ws+Wb_{\omega}-Wb_{\omega s}}</math></b> | 2.673        | 2.565  |
| <b>GRAVEDAD ESPECIFICA PROMEDIO</b>  | <b>2.619</b> |        |

## Anexo 5

### Referencia de tráfico de la vía Ambato - Píllaro

La siguiente referencia es de la tesis del Ing. Juan Paredes (Maestría V. T. 71 - Paredes Sarabia Juan Hugo- Pagina #56), donde encontramos los valores de los accidentes en la vía y sus causas.

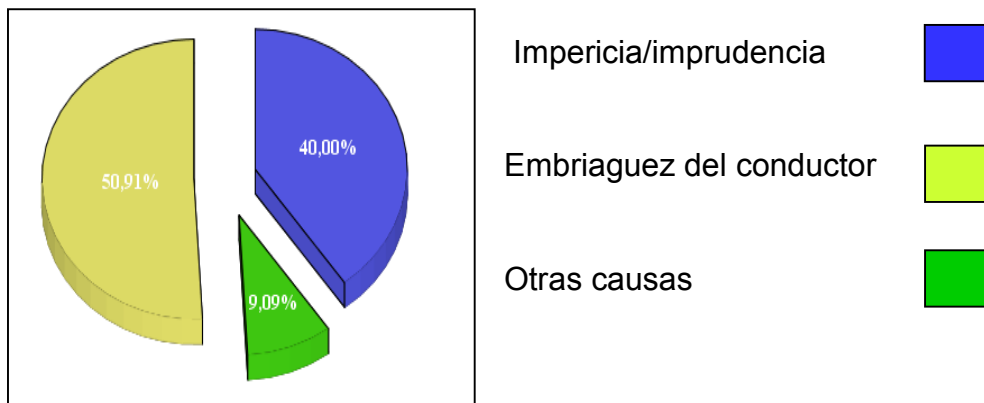
**Tabla N°29:** Causas que han generado accidentes en la vía

| CAUSAS                    | Frecuencia (F) | Porcentaje (%) | Porcentaje válido (%) | Porcentaje acumulado (%) |
|---------------------------|----------------|----------------|-----------------------|--------------------------|
| Válidos Impericia/Imprud. | 2              | 40,0%          | 40,0%                 | 40,0%                    |
| Embriaguez del Conductor  | 5              | 9,1%           | 9,1%                  | 49,1%                    |
| Otras Causas              | 2              | 50,9%          | 50,9%                 | 100,0%                   |
|                           | <b>5</b>       | <b>100,0%</b>  | <b>100,0%</b>         |                          |

**Elaborado por:** Ing. Hugo Paredes Sarabia

**Fuente:** Informe Oficial de Accidentalidad 2012 – Agencia Provincial de Tránsito Tungurahua

**Gráfico N°38:** Razones se han generado accidentes en la vía



**Elaborado por:** Ing. Hugo Paredes Sarabia

**Fuente:** Informe Oficial de Accidentalidad 2012 – Agencia Provincial de Tránsito de Tungurahua



# Anexo 7 Planos

**ESQUEMA GENERAL DE LA MALLA UBICADA**  
ESC. 1: 1/100

**SECCIONES TIPO MALLA**  
MALLA EXACONAL  
MALLA GALVANIZADA DE TRIPLE TORSIONAL 8x10 cm e=3mm.

**COLOCACIÓN DE ANCLAJES**

**DETALLE 1: ANCLAJES PARA EXTREMOS DE MALLA**  
PLANTA  
ESC. 1: 1/50

**DETALLE 2: ANCLAJES INTERMEDIOS PARA CABLE**  
PLANTA  
ESC. 1: 1/50

**DETALLE 3: ANCLAJES INTERMEDIOS PARA MALLA**  
VISTA LATERAL  
ESC. 1: 1/50

**PIE DEL TALUD**  
VISTA LATERAL  
ESC. 1: 1/50

**SECCIONES TRANSVERSAL TALUD**  
VISTA LATERAL  
ESC. 1: 1/50

**SECCIONES A-A: ANCLAJES DE PIE DE TALUD + AJUSTADORES**  
VISTA LATERAL  
ESC. 1: 1/50

**ANCLAJES DE TIPO TALUD 4 PERFIL D**  
VISTA LATERAL  
ESC. 1: 1/50

**SECCIÓN DE PERFORACIÓN DE ANCLAJES**  
VISTA LATERAL  
ESC. 1: 1/50

**TABLA DE ANCLAJES MALLA GALVANIZADA TRIPLE TORSIONAL 8x10 cm e=3mm**

| UBICACIÓN       | TIPO O SIMILAR | MÍNIMO  | LONGITUD ANCLAJE |
|-----------------|----------------|---------|------------------|
| CORONA DE TALUD | ALVANIZADO     | 20"     | 3                |
| INTERIORES      | ALVANIZADO     | 20"     | 3                |
| PIE DE TALUD    | ALVANIZADO     | 20"     | 3                |
| LATERALES       | ALVANIZADO     | V.H.20" | 3                |

**SECCIONES TIPO DE MALLA**  
ABERTURA 8x10cm e=3mm.  
ROTURA SUPERIOR A 5000 kg/m.  
RECUBRIMIENTO: ZINC + ALUMINIO.  
NOTA: EL ALAMBRE DE AMARRE EFECTUA EL AMARRE CON UN REFUERZO DE Ø12mm EN LOS BORDES SUPERIOR E INFERIOR DEL TALUD.

**ANCLAJES DE TIPO TALUD 4 PERFIL D**  
VISTA LATERAL  
ESC. 1: 1/50

**SECCIÓN DE PERFORACIÓN DE ANCLAJES**  
VISTA LATERAL  
ESC. 1: 1/50

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
MAGISTER EN VÍAS TERRESTRES**

ING. MADRO CASTRO

DETALLES CONSTRUCTIVOS ANCLAJES Y MALLAS

ENERO 2015

1/3

#### DETALLE 4

ANCLAJES INTERMEDIOS PARA CABLE  $\phi=10\text{mm}$

VISTA LATERAL  
ESC. 1 ---- SN

#### DETALLE 5

ANCLAJES Y COLOCACIÓN DE MALLA CABLE  $\phi=12\text{mm}$

VISTA LATERAL  
ESC. 1 ---- SN

#### DETALLE TIRANTE

ANCLAJES PARA CABLE  $\phi=10\text{mm}$

VISTA LATERAL  
ESC. 1 ---- SN

#### SECCIÓN ANCLAJE TIPO PERFO

ANCLAJES CON LONGITUD LIBRE POSTENSADO

VISTA LATERAL  
ESC. 1 ---- SN

#### DETALLE 6

ANCLAJES INTERMEDIOS DE BORDE PARA CABLE  $\phi=10\text{mm}$

VISTA FRONTAL  
ESC. 1 ---- SN

#### DETALLE 7

ANCLAJES INTERMEDIOS DE BORDE PARA CABLE  $\phi=10\text{mm}$

VISTA LATERAL  
ESC. 1 ---- SN

#### SECCIÓN TIRANTE ANCLADO

ANCLAJES INTERMEDIOS DE BORDE PARA CABLE  $\phi=10\text{mm}$

VISTA LATERAL  
ESC. 1 ---- SN

| DIÁMETRO DEL CABLE (mm) | Nº DE SUJETADORES | SEPARACIÓN ENTRE SUJETADORES (mm) | PAR DE APRIETE REQUERIDO N.M |
|-------------------------|-------------------|-----------------------------------|------------------------------|
| 3/8"                    | 4                 | 120                               | -                            |
| 3/8"                    | 4                 | 220                               | 4c                           |

#### SECCIÓN AA

ANCLAJES INTERMEDIOS DE BORDE PARA CABLE  $\phi=10\text{mm}$

VISTA LATERAL  
ESC. 1 ---- SN

#### ANCLAJES DE EXPANSIÓN TIPO

NORMAL INYECCION

VISTA LATERAL  
ESC. 1 ---- SN

#### DETALLE 8

TRASLAPE MIN. 15 cm Y AMARRE DE MALLA

VISTA FRONTAL  
ESC. 1 ---- SN

NOTA:  
EL ALAMBRE DE AMARRE EFECTUA DO EL AMARRE CON UN REFUERZO DE  $\phi=12\text{mm}$  EN LOS BORDES SUPERIOR E INFERIOR DEL TALUD

#### DETALLE 9

ANCLAJES DE BORDE Y TRASLAPE CABLE  $\phi=10\text{mm}$

VISTA POSTERIOR  
ESC. 1 ---- SN

#### SECCIONES ANCLAJE TIPO

VISTA LATERAL  
ESC. 1 ---- SN

#### ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

MALLA: Hexagonal galvanizada de triple torsional de  $8 \times 7$  y  $e=3\text{mm}$

CABLES: Galvanizados de 1770 N/mm<sup>2</sup> de 10mm, 12mm y 16mm.

#### ANCLAJE G7001 O SIMILAR

| Tipo | Diámetro Cable (mm) | C Diámetro an. (cm) | A (mm) | B (mm) | C (mm) | E (mm) |
|------|---------------------|---------------------|--------|--------|--------|--------|
| I    | 100                 | 10,5                | 83     | 21,3   | 128    | 40     |
| II   | 125                 | 14,5                | 104    | 26,8   | 161    | 50     |
| III  | 150                 | 18,5                | 128    | 33,7   | 213    | 70     |
| IV   | 175                 | 22,5                | 150    | 42,4   | 278    | 85     |

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
MAGISTER EN VÍAS TERRESTRES

CONTIENE: DETALLES CONSTRUCTIVOS ANCLAJES Y MALLAS

VÍA INTERCANTONAL AMBATO - PILLARO

FECHA: ENERO 2015

ESCALA:

DIBUJO:

LÁMINA: 2/3

DISEÑO: ING. MAURO CASTRO

