



ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

**CARRERA DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA Y DEL MEDIO
AMBIENTE**

**IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN PILOTO PARA LA
GESTIÓN DE RIESGOS PARA EL FORTALECIMIENTO DE
LOS MIEMBROS DE LOS COMANDOS OPERACIONALES,
EN LA JURISDICCIÓN DE LA CIUDAD DE ESMERALDAS**

**PROYECTO DE GRADO PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERÍA**

ELABORADO POR:

SAAVEDRA LÓPEZ ANA GABRIELA
VINUEZA ESPINEL ISABEL CRISTINA

SANGOLQUÍ, 14 de mayo 2013

C E R T I F I C A D O

ING. PABLO PÉREZ

MARIO CRUZ D´HOWITT

CERTIFICAN

Que, el Proyecto de grado titulado “IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN PILOTO PARA LA GESTIÓN DE RIESGOS PARA EL FORTALECIMIENTO DE LOS MIEMBROS DE LOS COMANDOS OPERACIONALES, EN LA JURISDICCIÓN DE LA CIUDAD DE ESMERALDAS”, realizado por las señoritas SAAVEDRA LÓPEZ ANA GABRIELA Y VINUEZA ESPINEL ISABEL CRISTINA ha sido revisado prolijamente y cumple con los requerimientos: teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la ESPE, por lo que nos permitimos acreditarlo y autorizar su entrega al Sr. Ing. Francisco León L., en su calidad de Director de la Carrera de Ingeniería Geográfica y del Medio Ambiente.

El trabajo en mención consta de dos empastados y dos discos compactos el cual contienen el documento en formato portátil de Acrobat (pdf).

Sangolquí, 14 de Mayo de 2013

ING. PABLO PÉREZ
DIRECTOR

ING. MARIO CRUZ D´HOWITT
CODIRECTOR

AGRADECIMIENTOS

Todo el trabajo que hemos realizado no hubiera sido posible culminar sino fuera por varias personas que de alguna manera nos ayudaron a que se logre con mucho éxito, entre ellas yo quiero agradecer en especial a:

Mi esposo, Raúl, muchas gracias amor por haberme apoyado desde el principio de la carrera, porque sin tu ayuda, cariño, cuidados y consejos nunca hubiera logrado continuar mis estudios, te estoy eternamente agradecida y muy feliz de continuar a tu lado.

A mis padres por darme la vida y por inculcarme muy fuertemente el deseo de superación personal y profesional y que me impulsa a continuar.

A mis suegros, Mónica y Raúl, porque han sido como unos segundos padres para mí, por todo ese apoyo y cariño incondicional de su parte, los consejos muy útiles y por todo el tiempo que han dedicado en ayudarme a consiga este objetivo.

A Isabel, gracias amiga por todo este tiempo compartido, donde hemos aprendido tantas cosas la una de la otra, espero que esta amistad continúe por mucho más tiempo.

A Naty y Roxy, mis amigas tan queridas, gracias por estar siempre a mi lado, apoyándome, cuando todo parecía tan difícil me animaban a que no decaiga.

A nuestro director, Ingeniero Pablo Pérez, muchas gracias a usted por su amistad, paciencia y ayuda en todo este proceso.

A nuestro codirector, Ingeniero Mario Cruz, por todos los conocimientos impartidos necesarios para la realización de la tesis.

Al Municipio de Esmeraldas, en especial al Ingeniero Betto Estupiñán, por la ayuda tan oportuna que nos brindó en todo este proceso.

A todos mis familiares, amigos y profesores, que con su apoyo de alguna forma nos han ayudado a lograr este gran paso en nuestra vida profesional.

Muchas gracias

Gabriela

AGRADECIMIENTO

A Dios por haberme dado el regalo más valioso de tener una familia maravillosa y gracias por mantenerla unida.

A Gaby, mi amiga y compañera de tesis, por demostrar siempre ese entusiasmo de entrega al trabajo y por contagiarme su alegría en cada instante.

A Naty y Roxi, por la amistad y apoyo incondicional, gracias por todos los buenos y gratos momentos que se compartieron en estos años de universidad.

Al Ing. Iván Vinueza, quien fue el mentor y guía para el desarrollo y elaboración de la tesis, en base a sus conocimientos técnicos me permitió realizarla con fundamentos necesarios para alcanzar la meta propuesta.

A mi Director de Tesis Ing. Pablo Pérez, por su ayuda y colaboración en la realización de la presente Tesis.

A mi Co-Director *Mario Cruz D' Howitt*, por compartirme sus conocimientos y por la amistad brindada.

A mis profesores que durante mi carrera profesional impartieron sus experiencias y conocimientos durante esta etapa.

Isabel.

DEDICATORIA

Quiero dedicar este trabajo a

*Raúl Ignacio, mi pequeñito, eres el motor de mi vida y la fortaleza que impide rendirme.
Desde que supe de tu existencia cada cosa que realizo tiene un nuevo propósito: el verte
crecer en todo los aspectos de la vida, por eso este trabajo te lo dedico a ti.*

Gabriela

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a:

A mis papis:

Por brindarme cada día su amor, cariño, apoyo constante compartiendo en cada momento sus experiencias vividas que han dejado en mí un gran ejemplo a seguir. Con su ayuda diaria me he convertido en una mujer responsable, trabajadora, fuerte, dadivosa, soñadora, llena de cualidades, características esenciales para ser Feliz.

A mis hermanos:

Marquish, Carmita y Panchita por estar siempre conmigo en los momentos en que los he necesitado, son mi ejemplo de esfuerzo, superación y dedicación. Los quiero Mucho

A mi pequeño y hermoso Kevin, por haber dejado sus ocurrencias, frases y recuerdos vivos de momentos agradables impregnados en nuestra mente y corazón.

A mis amigos:

A Maurish y Dieguiño, por ser mis mejores amigos, su amistad sincera y leal han demostrado que puedo seguir contando con ustedes en todo momento.

A, Mi Primis Iván, Robert, Mulita, Chris, Rafi por sus constantes motivaciones, sus consejos y guías han permitido que siga cumpliendo con entusiasmo todas las metas propuestas.

Isabel.

RESUMEN

La Implementación de un Plan Piloto para la Gestión de Riesgos para el fortalecimiento de los miembros de los Comandos Operacionales, en la Jurisdicción de la ciudad de Esmeraldas consta de tres fases, la primera, está orientada a la identificación de amenazas en la provincia de Esmeraldas a escala 1:50000 con el objetivo de tener una visión global de los posibles eventos a suceder en la zona; la segunda se enfoca en el principal evento crítico que presenta la ciudad, tal es el caso de los deslizamientos cuyo análisis será representado a escala 1:5000; mientras que la tercera, se presenta el manual instructivo el cual recopila las dos fases anteriores con el fin de instruir a los Comandos Operacionales de Emergencia acerca de las amenazas, su desarrollo y capacidad de afectación dentro de una zona de riesgo.

En la primera fase, se recopiló dos fuentes la información de las amenazas presentes en la provincia, la Zonificación Económica y Ecológica de Esmeraldas a escala 1:50.000 y la misma realizada por el CLIRSEN, a escala 1:250.000.

En la segunda fase, se utilizó fotografías aéreas digitales, escala 1:5.000, proporcionadas por el IGM, las cuales se fotointerpretaron los deslizamientos presentes en la ciudad de Esmeraldas tomando en cuenta aquellos rasgos y criterios morfológicos más relevantes en este fenómeno. Para complementar la fotointerpretación, se realizó un inventario de los deslizamientos más destacados de la salida de campo con sus respectivas imágenes y características técnicas.

En la tercera fase mediante una presentación interactiva y de fácil manejo con la ayuda del programa Prezi, recopila las dos fases anteriores e incluyendo también la prevención y medidas de control, recomendaciones del qué hacer antes, durante y después de un evento.

SUMMARY

The implementation of a pilot plan in risk assessment has been undertaken in order to strengthen the members of the operational commands in the jurisdiction of the city of Esmeraldas. This plan has been divided into three different phases. The first phase is aimed to identify hazards in the province of Esmeraldas (with an operated scale of 1:50000) with the purpose to gain an overview of the possible and potential natural events, which may result in disasters. The second phase focuses on the most critical event present in the city, being landslides, which analysis is represented at a scale of 1:5000. The final phase is represented by an instruction manual, which compiles the two previous phases, with the intention to instruct the emergency operational commands on hazards and their development as well as their grade of involvement within a risk area.

For the first phase, we have collected data about hazards within the province from two different sources of information, being the economic and ecological zoning of Esmeraldas at a scale of 1:50.000 and a similar study determined by CLIRSEN with a scale of 1:250,000.

For the second phase, we used digital aerial photographs (scale 1:5,000), provided by the IGM, which interpretation identified landslides present in the city of Esmeraldas. In this kind of interpretation only the most relevant characteristic and morphological criteria to this phenomenon have been considered. Complementary to the photo interpretation an inventory of dominant and highlighted landslides has been conducted during fieldwork with the corresponding images and technical specifications.

The third phase has been supported with an interactive and user-friendly program called Prezi, which compiled the data and results of the two previous phases, including preventive and controlling activities as well as, recommendations for the behavior prior, during and after a potential event.

INDICE DE CONTENIDO

1. CAPÍTULO 1	1
1. ASPECTOS GENERALES.....	1
1.1. ANTECEDENTES.....	1
1.2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	3
1.3. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA	4
1.4. OBJETIVOS.....	5
□ General	5
□ Específicos.....	5
1.5. METAS	5
1.6. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	7
1.7. DISEÑO DEL PROYECTO	35
1.8. MARCO TEÓRICO.....	36
1.9. MARCO LEGAL.....	38
2. CAPÍTULO 2	40
2. RECOPIACIÓN Y GENERACIÓN DE INFORMACIÓN TEMÁTICA... 40	
INFORMACIÓN A NIVEL PROVINCIAL	40
2.1.1, Inundaciones.....	41
2.1.2, Sismos.....	46
2.1.3, Tsunamis.....	55
2.1.4, Susceptibilidad a deslizamientos	61
INFORMACIÓN A NIVEL DE LA CIUDAD DE ESMERALDAS	65
2.2.2, Movimientos en masa	66

2.2.3,	Deslizamientos.....	67
2.2.4,	Metodología para la identificación de deslizamientos en la ciudad de Esmeraldas.....	79
3.	CAPÍTULO 3	91
3.	INVENTARIO, DESCRIPCIÓN Y RESULTADOS DE LOS DESLIZAMIENTOS DE LA CIUDAD DE ESMERALDAS	91
3.1,	INVENTARIO	91
3.2,	RESULTADOS DE LOS MOVIMIENTOS EN MASA PRESENTES.....	115
4.	CAPÍTULO 4	124
4.	ESTRUCTURACIÓN DE LA GEODATABASE Y MANUAL INSTRUCTIVO.....	124
4.1,	GEODATABASE.....	124
4.1.1,	Elementos de una Geodatabase	125
4.1.2,	Geometría y Topología.....	126
4.1.3,	Conectividad.....	127
4.1.4,	Continuidad	127
4.1.5,	Coordenadas y Proyección	127
4.1.6,	Documentación.....	128
4.1.7,	Escala.....	128
4.1.8,	Estándares.....	128
4.2,	ESTRUCTURA DE LA GDB TEMÁTICA ESMERALDAS 1:50.000.....	128
4.3,	ESTRUCTURA DE LA GDB TEMÁTICA ESMERALDAS 1:5.000.....	130
4.4,	CUERPO DOCTRINARIO DE INSTRUCCIÓN	132
4.4.1,	Elementos del manual instructivo.....	133

5. CAPÍTULO 5	135
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	135
5.1, CONCLUSIONES	135
5.2, RECOMENDACIONES	138

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1. Clasificación de inundaciones.....	41
Figura 2.2. Mapa de peligro de inundación en la provincia de Esmeraldas.	46
Figura 2.3. Movimiento de las Placas Tectónicas	47
Figura 2.4. Formación de una falla y como efecto un sismo.....	47
Figura 2.5. Tipos de ondas sísmicas	49
Figura 2.6. Interpolación IDW	51
Figura 2.7. Mapa De Intensidades Sísmicas del período de 1973 al 2012	54
Figura 2.8 Generación, Propagación y arribo de un Tsunami	57
Figura 2.9 Historia de Tsunamis en la costa ecuatoriana	59
Figura 2.10. Mapa de Peligro de Inundación de Tsunamis	61
Figura 2.11. Mapa de Susceptibilidad a Deslizamientos.....	64
Figura 2.12 Caída de Rocas	66
Figura 2.13 Basculamiento de columnas de roca	67
Figura 2.14 Separación lateral	67
Figura 2.15 Deslizamiento Rotacional	69
Figura 2.16. Deslizamiento Translacional	70
Figura 2.17 Flujo de detritos.....	70
Figura 2.18 Gráfica de árboles inclinados por reptación del suelo	71
Figura 2.19 Desplazamiento por solifluxión	72
Figura 2.20. Esquema de un deslizamiento	74
Figura 2.21. Fotomosaico Ciudad Esmeraldas Escala 1:5.000.....	80
Figura 2.22. Estereoscopio de espejos.....	81
Figura 2.23. Mapa de deslizamientos presentes en la ciudad de Esmeraldas.....	90
Figura 4.1. Elementos de un Geodatabase.....	125
Figura 4.2. Ruta de Inicio presentación Prezi “Amenazas Esmeraldas”	132
Figura 4.3. Programa Prezi. Amenazas Esmeraldas.....	134

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1.1. Ubicación de la provincia de Esmeraldas en el Ecuador.....	8
Gráfico 1.2. Mapa de precipitaciones de los períodos 2000 - 2008	9
Gráfico 1.3. Distribución geográfica de la Temperatura en la Provincia	10
Gráfico 1.4. Mapa Político Administrativo Parroquial.....	14
Gráfico 1.5 Distribución de la población masculina	15
Gráfico 1.6 Distribución de la población femenina.....	15
Gráfico 1.7 Auto identificación según su cultura y costumbres.....	16
Gráfico 1.8 Categoría de ocupación	16
Gráfico 1.9. Ubicación de las Reservas Naturales y Bosques Protectores	19
Gráfico 1.10. Infraestructura Vial en la Provincia de Esmeraldas	25
Gráfico 1.11 Principales Ríos de la provincia	26
Gráfico 1.12. Mapa Geomorfológico de la provincia Escala 1:250.000	29
Gráfico 1.13. Mapa Geológico de Esmeraldas	30
Gráfico 1.14. Ubicación de la Ciudad de Esmeraldas con respecto a la provincia y el cantón.....	31
Gráfico. 1.15. Distribución de la población masculina	32
Gráfico. 1.16. Distribución de la población femenina.....	33
Gráfico 1.17 Auto identificación según su cultura y costumbres.....	33
Gráfico 1.18 Categoría de ocupación	34
Gráfico 1.19. Diseño del proyecto.....	35
Gráfico 2.1. Porcentaje de amenaza por peligro de inundación en relación a la superficie de la provincia de Esmeraldas	45
Gráfico 2.2. Modelo Cartográfico para la elaboración del Mapa de Intensidad Sísmica	53
Gráfico 2.3. Porcentaje de intensidad sísmica en relación a la superficie de la provincia de Esmeraldas	54
Gráfico 2.4. Porcentaje de peligro de inundación de tsunamis en relación a la superficie de la provincia de esmeraldas.....	60

Gráfico 2.5. Porcentaje de susceptibilidad a deslizamientos en relación a la superficie de la provincia de esmeraldas.....	63
Gráfico 2.6 Fichas de campo para los deslizamientos.....	88
Gráfico 3.1. Porcentaje total de movimientos en masa	116
Gráfico 3.2. Porcentaje de deslizamientos rotacionales por parroquia.....	116
Gráfico 3.3. Porcentaje de Deslizamientos traslacionales por parroquia.	117
Gráfico 3.4. Porcentaje De Flujos De Lodo Por Parroquia	117
Gráfico 3.5. Porcentaje Del Grado De Actividad De Los Movimientos En Masa.....	118
Gráfico 3.6. Porcentaje De Deslizamientos Rotacionales Activos Por Parroquia.....	119
Gráfico 3.7. Porcentaje de Deslizamientos Traslacionales.....	119
Gráfico 3.83. Porcentaje De Deslizamientos Traslacionales Antiguos Por Parroquia .	122
Gráfico 4.1. Estructura del Catálogo de Objetos para la Cartografía de Esmeraldas a Escala 1:50.000.....	129
Gráfico 4.2. Estructura del Catálogo de Objetos para la Cartografía de Esmeraldas a Escala 1:5.000.....	131

LISTA DE IMÁGENES

Imagen 1.1. Vista panorámica de las colinas de la ciudad de Esmeraldas	2
Imagen 1.2. Rompimiento de tubería del SOTE por deslizamiento	3
Imagen 1.3 Deforestación y Contaminación por minería Ilegal en Esmeraldas	23
Imagen 2.1. Dibujo de la forma de un deslizamiento después del proceso de la primera fotointerpretación.....	82
Imagen 2.2. Deslizamiento Rotacional sector	83
Imagen 2.3. Grietas de tracción en el escarpe de un deslizamiento activo en el sector del tanque de agua.	84
Imagen 2.4. Toma de información en fichas de campo.....	87
Imagen 3.1. Fotointerpretación Deslizamiento TP001	92
Imagen 3.2. Fotointerpretación Deslizamientos EP001 y EP002.....	93
Imagen 3.3. Fotointerpretación Deslizamiento M004.	94
Imagen 3.4. Fotointerpretación Deslizamiento M005	95
Imagen 3.5. Fotointerpretación Deslizamiento M006	96
Imagen 3.6. Fotointerpretación Deslizamiento M007, M008.	97
Imagen 3.7. Fotointerpretación Deslizamiento BR001	98
Imagen 3.8. Fotointerpretación Deslizamiento TA001	99
Imagen 3.9. Fotointerpretación Deslizamiento SC003.....	100
Imagen 3.10. Fotointerpretación Deslizamiento EC001	101
Imagen 3.11. Fotointerpretación Deslizamiento ES004.....	102
Imagen 3.12. Fotointerpretación Deslizamiento EB001	103
Imagen 3.13. Fotointerpretación Deslizamiento UP006	104
Imagen 3.14. Deslizamiento UP006, 2010.....	104
Imagen 3.15. Fotointerpretación Deslizamiento ES003	107
Imagen 3.16. Fotointerpretación Deslizamiento PP002	108
Imagen 3.17. Fotointerpretación Deslizamiento EE001.....	109
Imagen 3.18. Fotointerpretación Deslizamiento TP002, TP003, TP004.....	110
Imagen 3.19. Fotointerpretación Deslizamiento TP004, TP005.	111

Imagen 3.20. Fotointerpretación Deslizamiento BR002, BR003.....	112
Imagen 3.21. Fotointerpretación Deslizamientos SC004, SC05, SC006, SC007.	113
Imagen 3.22. Fotointerpretación Deslizamiento LP002, LP003.	114
Imagen 3.23. Fotointerpretación Deslizamiento LP004 - LP016.	115

LISTA DE ECUACIONES

Ecuación 2.1 Cálculo de la pendiente.....	76
---	----

LISTA DE TABLAS

Tabla 1.1. Tabla de los mapas temáticos elaborados a escala 1:50.000	6
Tabla 1.2. Tabla de los mapas de Amenazas de la Provincia de Esmeraldas.....	6
Tabla 1.3. Tabla de los mapas temáticos elaborados a escala 1:5.000	6
Tabla 1.4. Rangos anuales de precipitación 2000-2008	11
Tabla 1.5. Regiones bioclimáticas de Esmeraldas.....	11
Tabla 1.6 Población de cada uno de los cantones de la Provincia de Esmeraldas	13
Tabla 1.7 Principales Productos de Producción Agrícola en la Provincia de Esmeraldas	17
Tabla 1.8 Número total de cabezas de ganado en relación con el país, la región y Esmeraldas.....	18
Tabla 1.9. Principales especies capturadas por muelles pesqueros	20
Tabla 1.10 Principales minerales de Exploración o Explotación en Esmeraldas	22
Tabla 1.11. Estado de las vías en Esmeraldas para Febrero 2012.	24
Tabla 1.12 Sistemas Hidrográficos en Esmeraldas	27
Tabla 1.13 Formas de relieve y Litología de la Zona	28
Tabla 1.14. Clasificación de las amenazas naturales.....	37
Tabla 2.1. Clasificación de las Inundaciones	42
Tabla 2.2 Parroquias afectadas por peligro de inundación.....	43
Tabla 2.3 tipos de fallas.....	48
Tabla 2.4. Escala de Intensidad de Mercalli Modificada	50
Tabla 2.5. Comparación de escalas entre Ritcher y MMI	52
Tabla 2.6 Poblaciones posiblemente afectadas por los deslizamientos.....	65
Tabla 2.7 Clasificación de los deslizamientos.....	68
Tabla 2.8. Tipo de deslizamientos rotacionales.....	69
Tabla 2.9 Factores de influencia en la inestabilidad del terreno	75

1. CAPÍTULO 1

1. ASPECTOS GENERALES

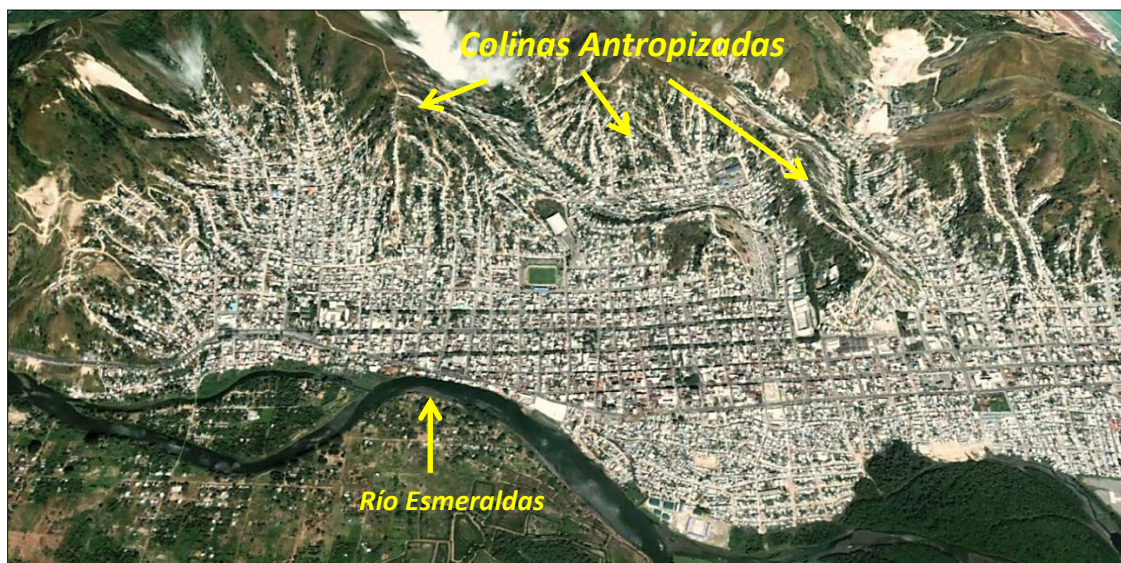
1.1. ANTECEDENTES

La provincia de Esmeraldas está amenazada por eventos naturales y antrópicos, como sismos, tsunamis, inundaciones, deslizamientos y flujos de lodo, marejadas, incendios y derrames de petróleo.

“En 1998, los efectos producidos por inundaciones y deslizamientos ocasionaron la destrucción de cerca de 300 edificaciones, dejando a 1.800 personas sin hogar. Los sistemas de aguas servidas y de agua potable fueron casi completamente destruidos y las aguas contaminadas fluyeron por la ciudad. Las vías de acceso hacia Esmeraldas se interrumpieron por deslizamientos, provocando desabastecimiento en el cantón con el consiguiente incremento de los precios de los productos de primera necesidad hasta en un 40%.”¹

Por otro lado, las colinas que rodean la ciudad de Esmeraldas están antropizadas, (Imagen 1.1), factor que ha incidido en acelerados procesos de erosión y desestabilización de taludes provocando frecuentes deslizamientos y flujos de lodo.

¹(Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, 2005)



Fuente: Google Earth. Imagen 2006

Imagen 1.1. Vista panorámica de las colinas de la ciudad de Esmeraldas

La capital provincial, a partir del año 1970, ha crecido desordenadamente debido a la migración poblacional, (familias provenientes especialmente del norte de la provincia) las que han invadido sectores propensos a sufrir los embates de eventos negativos naturales o antrópicos. Esta presión demográfica acarrea serios problemas a las instituciones normativas, reguladoras y de socorro por incremento de los niveles de vulnerabilidad en la población, debido a la ocupación de zonas de alto riesgo como laderas, humedales, orillas de los ríos, áreas cercanas a la refinería y otras.

Un ejemplo de la peligrosidad que representan las inestabilidades del terreno, fue el gran incendio de febrero de 1998, fecha en la que un deslizamiento en el sector de las villas de Petroecuador, rompió la tubería del SOTE (Imagen 1.2), provocando una grave contaminación por derrame del crudo, que luego se incendió afectando a numerosas viviendas de madera ubicadas a lo largo de las orillas de los ríos Teaone y Esmeraldas, hasta su desembocadura en el mar, dejando como saldo trágico 2 muertos, 30 heridos graves y 624 personas damnificadas, sin contar con el daño ecológico que esto generó.²

² (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, 2005)



Fuente: Defensa Civil (Tomado por el Ing. Mario Cruz). 1998

Imagen 1.2. Rompimiento de tubería del SOTE por deslizamiento

1.2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

La ciudad de Esmeraldas, siendo un puerto estratégico para el país, ha enfrentado en estos últimos años y años anteriores una serie de eventos naturales y antrópicos como inundaciones, deslizamientos, tsunamis y sismos los cuales han alterado las actividades comerciales e industriales de la población.

Uno de los eventos que se observan frecuentemente en la ciudad son los deslizamientos, provocados principalmente por la ubicación de viviendas en terrenos inadecuados, prácticas agropecuarias en las laderas y deforestación; aspectos que han propiciado a la desestabilización del suelo incrementando así la vulnerabilidad en edificaciones, redes de servicios vitales como agua, saneamiento, movilidad, electricidad, entre otros.

Ante este evento, las autoridades seccionales no cuentan con un Plan Piloto para la Gestión de Riesgos para el fortalecimiento de los miembros de los Comandos Operacionales de las Fuerzas Armadas, en la Jurisdicción de la ciudad de Esmeraldas.

1.3. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

La Ley y Reglamento de la Seguridad Pública y del Estado en el Art. 3 establece que: “Es deber del Estado promover y garantizar la seguridad de todos los habitantes, comunidades, pueblos, nacionalidades y colectivos del Ecuador, y de la estructura del Estado, a través del Sistema de Seguridad Pública y del Estado, responsable de la seguridad pública y del Estado con el fin de coadyuvar al bienestar colectivo, al desarrollo integral, al ejercicio pleno de los derechos humanos y de los derechos y garantías constitucionales” (CONSTITUCIÓN 2008)

La Estrategia Territorial Nacional definida en el PNBV, establece un conjunto de políticas sectoriales y territoriales en concordancia con los objetivos del buen vivir, especial interés tiene la “Gestión integral y reducción de Riesgos” (PNBV) en el que “el ordenamiento territorial, la planificación de la inversión, la cultura de la prevención, el fortalecimiento de las capacidades de los diferentes actores y un enfoque que privilegie la mitigación de los riesgos ya existentes” constituyen medidas que deben ser implementadas por la Secretaria Nacional de Gestión de Riesgos para crear territorios seguros para la vida y las inversiones.

Una de las misiones subsidiarias de las Fuerzas Armadas es el “Apoyo a la Acción del Estado”, en especial las relacionadas con las “Operaciones de Apoyo a la Gestión de Riesgos”, en la cual, las Fuerzas Armadas FF.AA, mediante sus Comandos Operacionales, ejercen control y apoyo según lo establecido en el marco legal correspondiente.

En el contexto de lo expresado anteriormente, el Comando Operacional de la ciudad de Esmeraldas como parte de las acciones de Prevención, fortalecerán las capacidades de los diversos actores sociales para planificar acciones orientadas a minimizar la amenaza a deslizamientos en especial la mitigación de los efectos de este evento natural. Por esta razón, la presente tesis busca implementar un plan piloto mediante la construcción, diseño y adecuación del material de instrucción o cuerpos doctrinarios a través del programa Prezi

con sus correspondientes ajustes; y la estructuración de la información geoespacial de la ciudad. Dentro del plan se incluirán también como adicional la información geoespacial de las amenazas presentes en la provincia de Esmeraldas con el fin de complementar los conocimientos a difundir.

1.4. OBJETIVOS

- **General**

Implementación de un Plan Piloto para la Gestión de Riesgos para el fortalecimiento de los miembros de los Comandos Operacionales, en la Jurisdicción de la ciudad de Esmeraldas.

- **Específicos**

1. Estructurar la información Geoespacial mediante la generación de Cartografía Temática de Amenazas presentes en la provincia y en especial la amenaza de deslizamientos en la ciudad de Esmeraldas.
2. Diseñar los Manuales Instructivos que sustenten el conocimiento y optimicen las prácticas a ser implantadas para la Gestión de Riesgos en la ciudad de Esmeraldas.

1.5. METAS

1. Elaborar un “Manual Instructivo” en formato digital, que sustente la doctrina a ser difundida.
2. Generar una Geodatabase y una base de datos alfanumérica de las Amenazas identificadas para la provincia de Esmeraldas a escala 1:50.000.
3. Generar una Geodatabase y una base de datos alfanumérica de la Amenaza de Deslizamientos identificada en la ciudad de Esmeraldas a escala 1:5.000.
4. Publicar el “Manual Instructivo” en una página web que permita el acceso libre a la información.
5. Elaborar diez mapas temáticos de la Provincia de Esmeraldas a escala 1:50.000.

Tabla 1.1. Tabla de los mapas temáticos elaborados a escala 1:50.000

MAPAS TEMÁTICOS ESCALA 1:50.000
Mapa Base
Mapa de Cobertura Vegetal y Uso del Suelo
Mapa de Hidrografía y Cuencas Hidrográficas
Mapa Geológico
Mapa Geomorfológico
Mapa de Isotermas Anuales
Mapa de Precipitaciones del período 2000 al 2008.
Mapa de Ubicación y División Político Administrativo
Mapa de Ubicación de Reservas Naturales y Bosques Protectores
Mapa de Infraestructura Vial

6. Elaborar cuatro mapas de Amenazas identificadas en la Provincia de Esmeraldas a escala 1:50.000.

Tabla 1.2. Tabla de los mapas de Amenazas de la Provincia de Esmeraldas

MAPAS DE AMENAZAS 1:50.000
Mapa de Susceptibilidad a Deslizamientos
Mapa de Peligro de Inundación
Mapa de Intensidad Sísmica del período de 1973 al 2012
Mapa de Peligro de Inundación de Tsunamis

7. Elaborar cuatro mapas temáticos de la Ciudad de Esmeraldas a escala 1:5.000.

Tabla 1.3. Tabla de los mapas temáticos elaborados a escala 1:5.000

MAPAS TEMÁTICOS ESCALA 1:5.000
Mapa Base
Mapa de Cobertura Vegetal y Uso del Suelo
Mapa de Infraestructura vial y Equipamientos
Mosaico ortorectificado del área de estudio

8. Elaborar el Mapa de Deslizamientos resultante de la metodología de Fotointerpretación propuesta a escala 1:5.000.

1.6. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El estudio inicial se realizará en dos fases, la primera, está orientada a la identificación de amenazas en la provincia de Esmeraldas a escala 1:50000 con el objetivo de tener una visión global de los posibles eventos a suceder en la zona. Mientras que en la segunda etapa, nos enfocamos en el principal evento crítico que presenta la ciudad, tal es el caso de los deslizamientos, cuyo análisis de gestión será representado a escala 1:5000.

1.6.1, Provincia de Esmeraldas

- **Ubicación:**

La provincia de Esmeraldas con una superficie de $16\,132\text{ km}^2$, está situada en la costa noroccidental del Ecuador, y limita al norte con la República de Colombia; al sur con las provincias de Manabí y Santo Domingo de los Tsáchilas, al este con las provincias de Pichincha, Imbabura y Carchi; y al oeste con el Océano Pacífico, según se muestra en el gráfico 1.1:

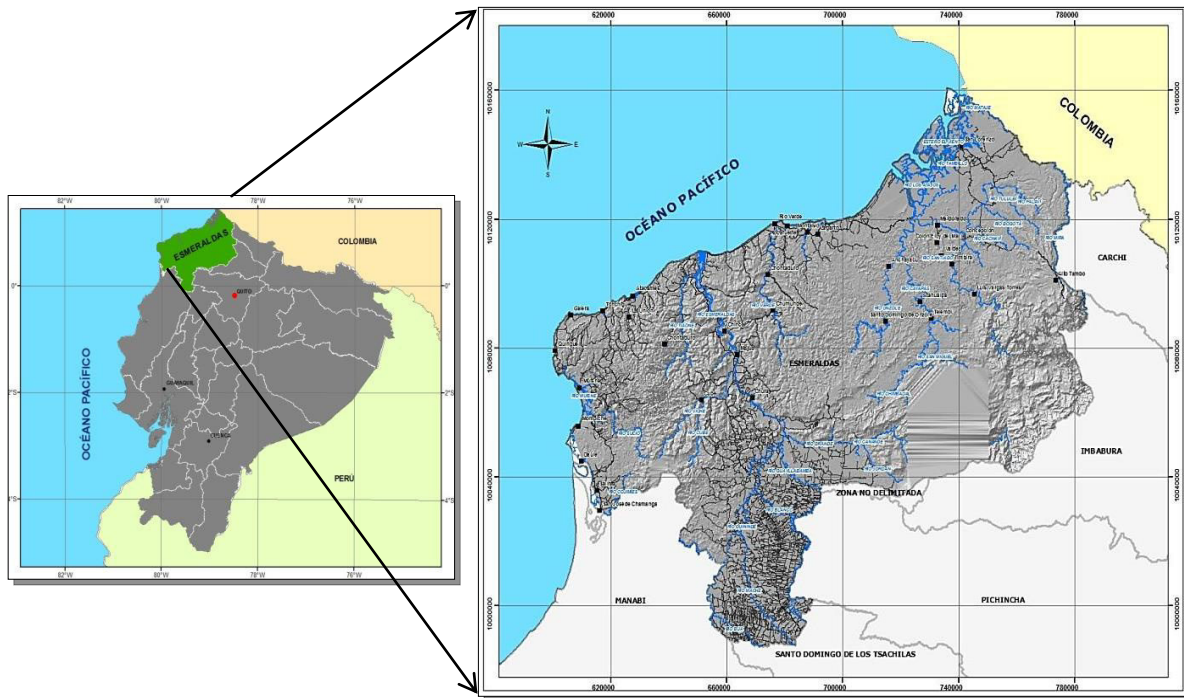


Gráfico 1.1. Ubicación de la provincia de Esmeraldas en el Ecuador

▪ **Clima**

Las características climáticas que hacen posible los deslizamientos son las precipitaciones continuas de larga duración. En el Ecuador, la precipitación varía considerablemente debido a que se encuentra ubicado dentro de la región de influencia de la Zona de Convergencia Intertropical (zona de grandes formaciones nubosas).

Se considera también la influencia de las corrientes oceánicas, como la corriente de El Niño, que afecta a la provincia de Esmeraldas, cuando hace su aparición a fines de diciembre y al ser una corriente cálida, genera un mayor contenido de vapor de agua y en consecuencia, determina el aumento de la precipitación.³ Este aumento hace que la capa superficial del suelo vaya empapándose hasta la saturación. A partir de este momento se produce la circulación superficial que facilita el arranque de la masa material, dando lugar al deslizamiento.

³ (CLIRSEN, 2001)

El análisis de la distribución geográfica de la precipitación es esencial para conocer las zonas de mayor o menor cantidad de precipitación las cuales presentan mayores problemas de estabilidad ver Gráfico 1.2.

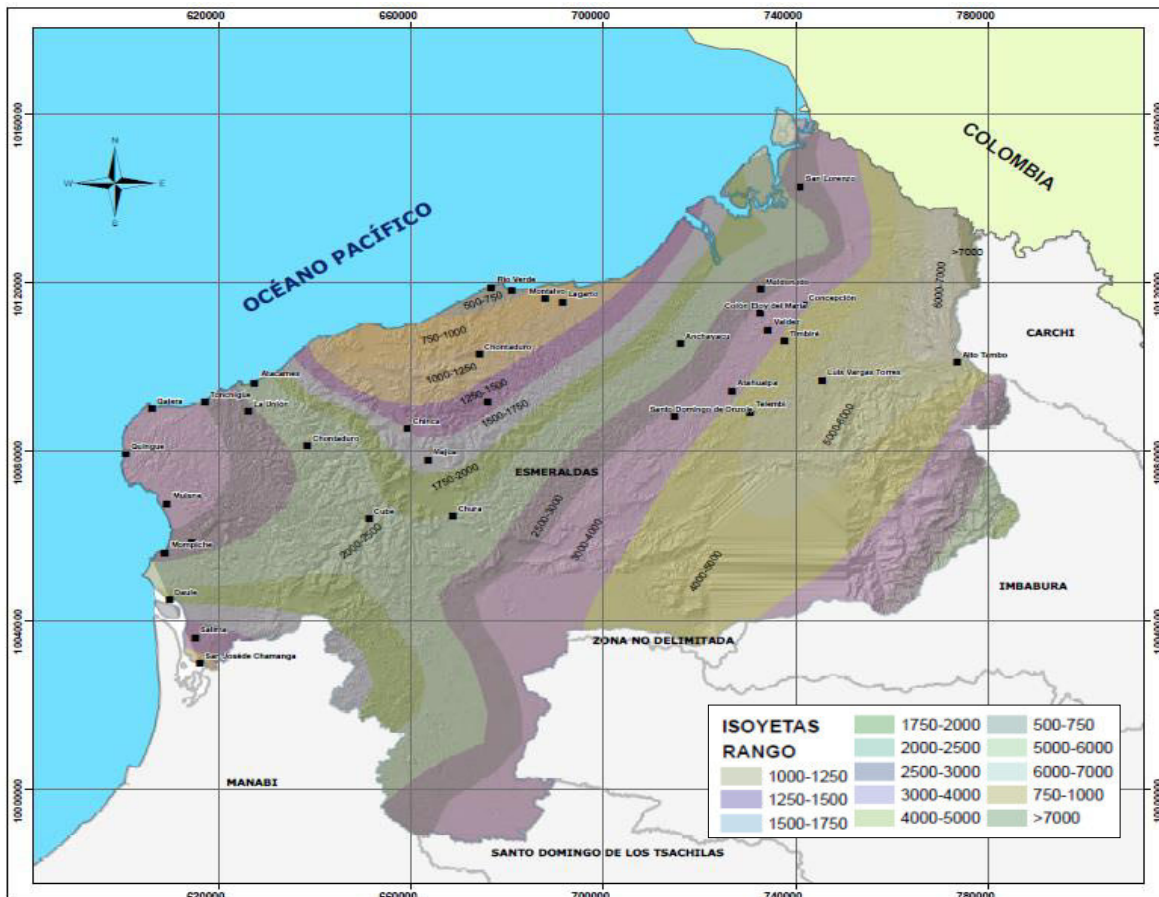


Gráfico 1.2. Mapa de precipitaciones de los períodos 2000 - 2008

Así mismo se observa la distribución geográfica de la temperatura en la provincia presentada en el Gráfico 1.3

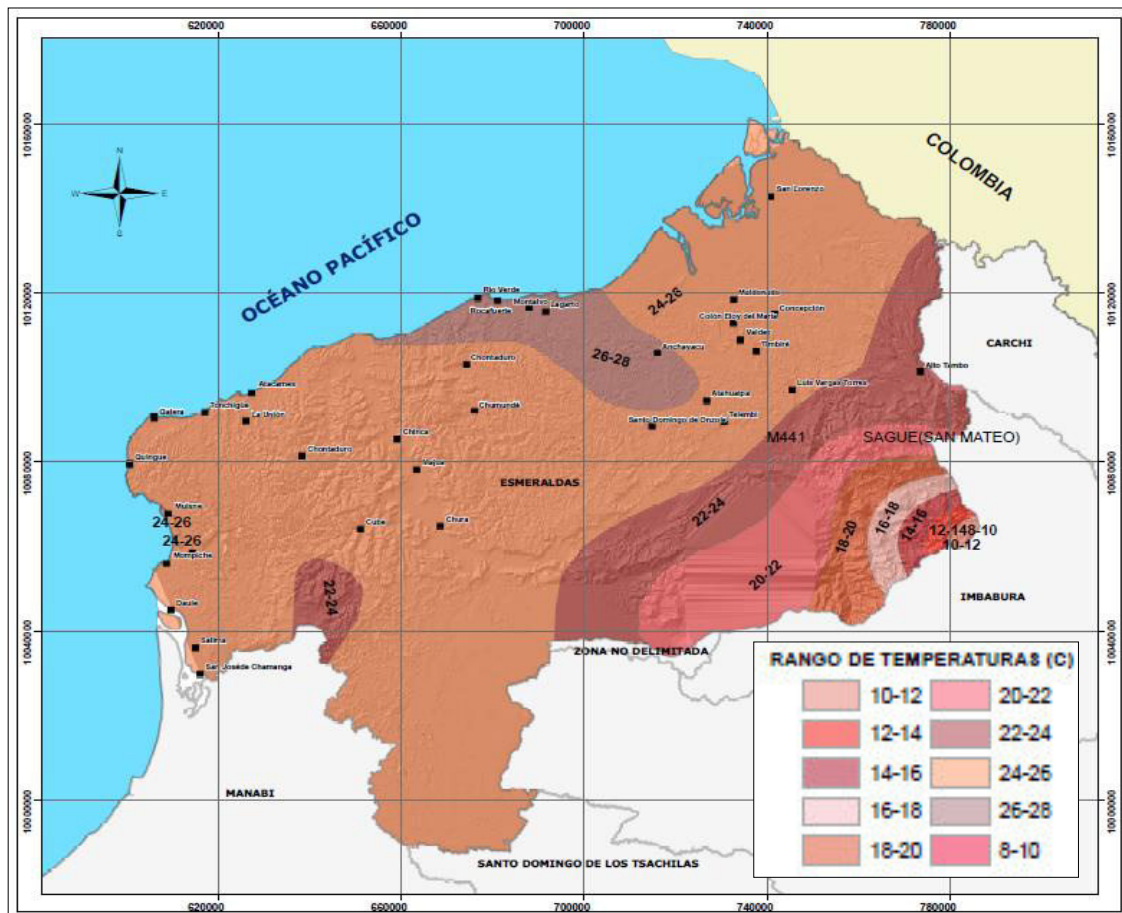


Gráfico 1.3. Distribución geográfica de la Temperatura en la Provincia

Las zonas que podrán estar afectadas por los deslizamientos con mayor atenuación son los cantones de San Lorenzo con un rango de 1750 a 7000 milímetros, seguido por Eloy Alfaro con 1000 a 6000mm y Quinindé con 1500 a 5000 mm. Los demás cantones oscilan entre los 500 a 4000mm como se muestra en la tabla 1.4:

Tabla 1.4. Rangos anuales de precipitación 2000-2008

CANTÓN	RANGOS ANUALES (mm)
Atacames	1000-4000
Eloy Alfaro	1000-6000
Esmeraldas	500-3000
La Concordia	2000-4000
Muisne	1000-4000
Quininde	1500-5000
Rio Verde	500-4000
San Lorenzo	1750-7000

Fuente: Villacreces G. y Ponce V.

De acuerdo a la clasificación bioclimática de Holdrige (Tabla 1.5), la provincia de Esmeraldas presenta cinco regiones bioclimáticas, tomando en cuenta la biotemperatura y la precipitación media anual para dicha clasificación.

Tabla 1.5. Regiones bioclimáticas de Esmeraldas

REGION MUY HÚMEDO SUBTROPICAL			
LOCALIZACIÓN	Temperatura Media Anual	Precipitación Media Anual	LOCALIDADES
Zona que se entiende de norte a sur, ubicada hacia el extremo de la provincia	Entre 23 y 25 °C.	Entre 5000 a 7000 mm	Selva Alegre, 5 de Junio, Luis Vargas Torres, Telembí, San Miguel, Atahualpa, La Independencia, Unión y Progreso, Diez de Agosto, Santo Domingo de Onzole
REGION MUY SECO TROPICAL			
Se encuentra localizada en la parte centro-norte de la provincia	Entre 26 y 27.5°C	Entre 500 y 1000mm	Camarones, Guabal, Las Palmas, Tachina
REGIÓN SECO TROPICAL			

Se extiende hacia el sur, desde el límite de la región muy seco tropical, limitando, tanto al este como al oeste con la región húmedo tropical	Entre 26 y 27.5 °C.	Entre 1000-2500mm	San Mateo, Río Verde, Rocafuerte, Monatalvo, Chontaduro, Coronel Carlos Concha, Cube
REGIÓN HÚMEDO TROPICAL			
Formada por dos zonas, la primera se ubica al nor-occidente, desde el límite con la región seca tropical hacia el borde de la costa	Entre 25 y 27.5 °C.	Entre 2500-5000mm	Primera zona: Súa, Gregorio, Tonsupa, Tabiazo. Segunda zona: Changuaral-Isla San Pedro, San Lorenzo, Valdéz, La Tola, La tolita, Najurungo, borbón, Maldonado, Concepción, Cayapas, Viche, Quinindé, Malimpia, Chura, Sade, Mache, San Javier, Urbina, La Unión.
REGIÓN MUY HÚMEDO TROPICAL			
Se encuentra dentro de la región muy húmeda sub Tropical y está ubicada hacia el este	Entre 23 y 24 °C	Superior a los 7000 mm	Alto Tambo, La Tigrera, El Placer, El Dorado

Fuente: (CLIRSEN, 2001)

▪ Organización Político Administrativo

Está dividida en siete cantones, Esmeraldas su capital, Atacames, Río Verde, Eloy Alfaro, San Lorenzo, Muisne y Quinindé cuyas correspondientes parroquias urbanas y rurales se muestran en el Tabla 1.6 junto con datos de población y extensión de la provincia.

Tabla 1.6 Población de cada uno de los cantones de la Provincia de Esmeraldas

CANTONES	EXTENSIÓN (KM ²)	POBLACIÓN (HABITANTES)	DIVISIÓN POLÍTICA	
			PARROQUIA URBANA	PARROQUIA RURAL
ATACAMES	508,823	41.526	Atacames	Tonsupa, Súa, Tonchigue y La Unión.
ELOY ALFARO	4272,929	39.739		
ESMERALDAS	1350,006	189.504	Simón Palta Torres, Esmeraldas, 5 de Agosto 1, Luis Tello y Bartolomé Ruiz.	Camarones, Crnl. Carlos Concha T.Chinca, Majua, San Mateo, Tabiazo, Tachina y Vuelta Larga
MUISNE	1243,278	28.474	Muisne	Bolívar, San Gregorio, Daule, San José de Chamanga, Quingue, Galera, Sálima y San Francisco del Cabo
QUININDE	3875,489	122.570	Rosa Zárate	Chura, Cube, La Unión, Malimpia y Viche
RÍOVERDE	1507,603	26.869	Rioverde	Chontaduro, Chumundé, Lagarto, Montalvo y Rocafuerte
SAN LORENZO	3050,670	42.486	San Lorenzo	Tambillo, Tululbí, Calderón, Carondelet, Santa Rita, Alto Tambo, Cinco de Junio, Concepción, Mataje, Ancón, Urbina, san Javier de Cachaví
TOTAL	16132,23	491.168		

Fuente: INEC, Censo de Población y Vivienda 2010

En el gráfico 1.4 se puede observar cómo está dividida políticamente la provincia de Esmeraldas.

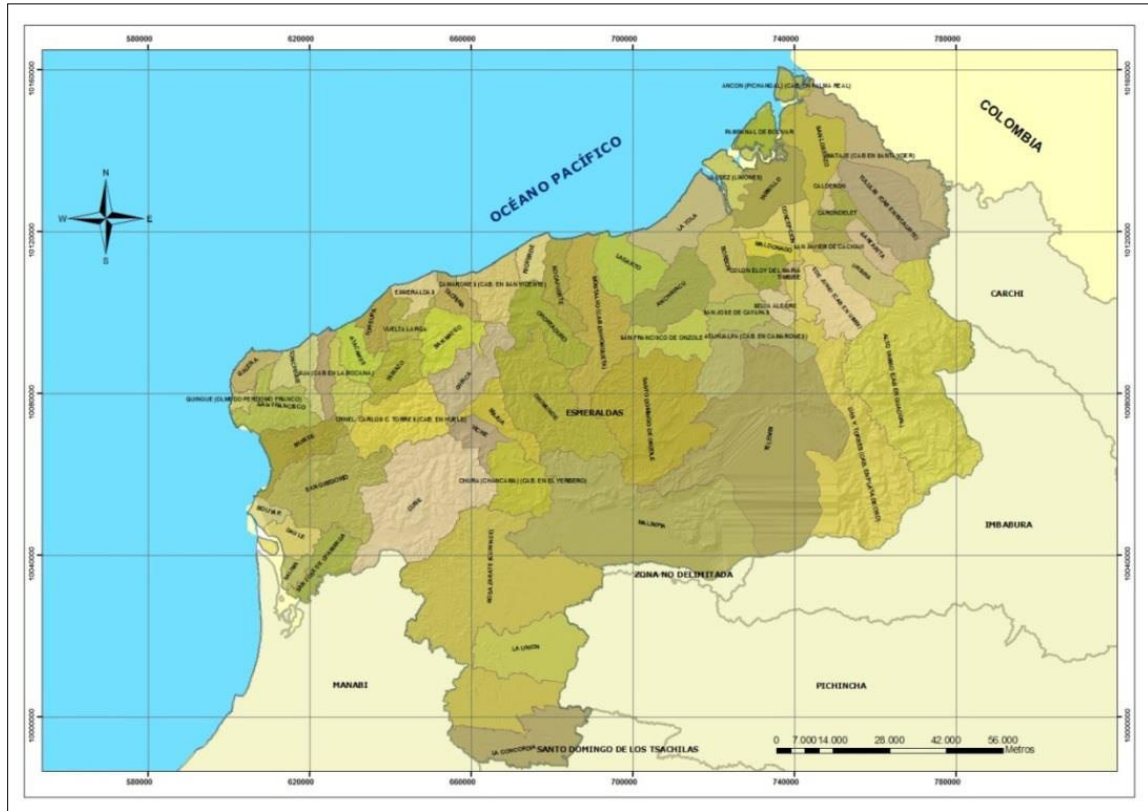
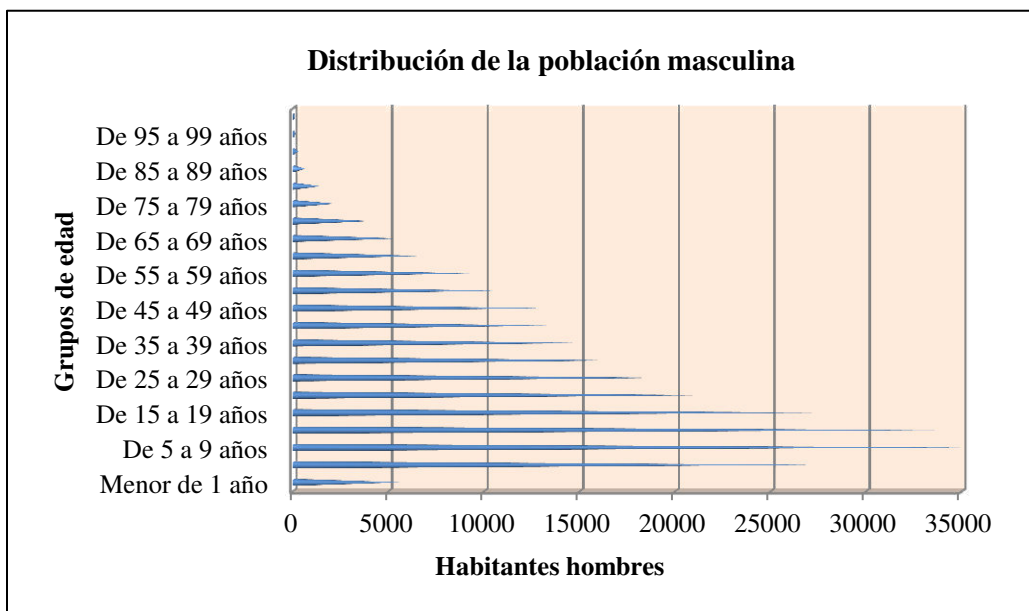


Gráfico 1.4. Mapa Político Administrativo Parroquial

▪ Población

La provincia cuenta con una población, de 534.092 personas en su mayoría hombres con un 50,8%.

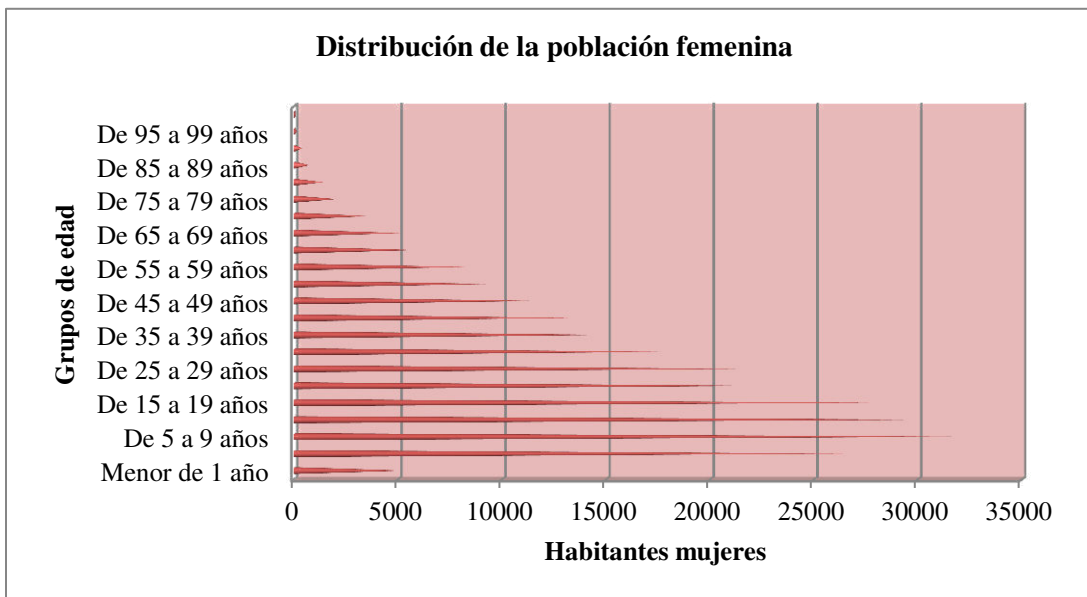
- Según el último censo realizado en el país, de acuerdo a la distribución de la población masculina, existe un mayor número de población conformada entre 1 a 19 años con un 45,57%, de 20 a 44 años con 37,44% y una muy reducida población de personas mayores a los 50 años con 16,98%.



Fuente: INEC. Censo de Población y Vivienda. 2010.

Gráfico 1.5 Distribución de la población masculina

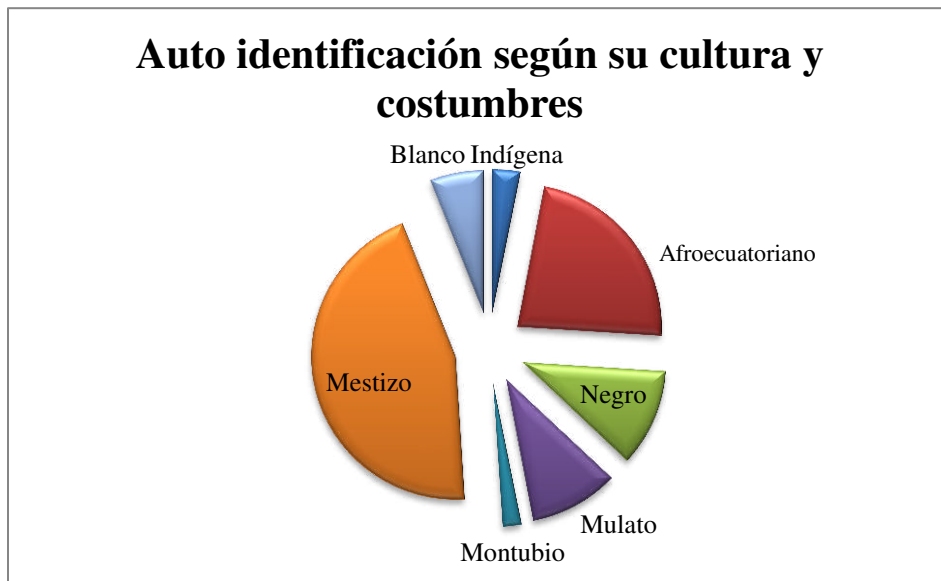
- De acuerdo a la distribución de la población femenina, existe un mayor número de población joven conformada entre 1 a 19 años con un 44,93%, de 20 a 44 años con 39,02% y una presencia en menor cantidad de habitantes mayores a los 50 años con 16.05%.



Fuente: INEC, Censo 2010

Gráfico 1.6 Distribución de la población femenina

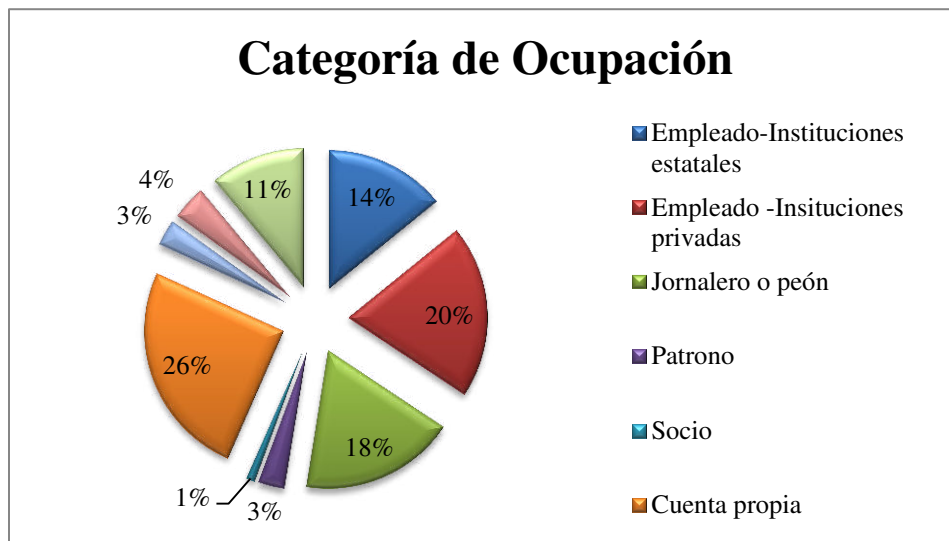
- El 45% de la población de la provincia de Esmeraldas se considera mestiza y el 23% se considera afro descendiente.



Fuente: INEC, Censo 2010

Gráfico 1.7 Auto identificación según su cultura y costumbres

- Según su categoría de ocupación, el 26% tienen empresas propias, 20% trabajan en instituciones privadas y el 14% en estatales, el 18% son jornaleros.



Fuente: INEC, Censo 2010

Gráfico 1.8 Categoría de ocupación

■ **Actividades Productivas**

- **Agricultura:** En el caso de la provincia, los tres principales productos de la agricultura son: la palma africana, el cacao y el banano, que abarcan el 86,05% del total de áreas de cultivos. De los cuales, se exportan el cacao y últimamente el biodiesel, el aceite rojo que se extrae de la palma africana. Ver tabla 1.7.

Tabla 1.7 Principales Productos de Producción Agrícola en la Provincia de Esmeraldas

PRODUCTO	SUPERFICIE Hectáreas	PRODUCCIÓN Toneladas Métricas
Banano	12005.00	35410.00
Cacao	50977.00	13179.00
Palma Africana	152679.00	1848332.00

Fuente: Visualizador de Estadísticas Agropecuarias del Ecuador. ESPAC

De acuerdo al Plan de Desarrollo presentado en el 2005, Esmeraldas tiene un 38,72% de sus tierras destinadas para el cultivo, lo que se contrapone con un 55,1% de la superficie total de la provincia, que se le ha categorizado como Bosque Protector Indispensable, que demuestra la necesidad del aprovechamiento de los bosques como servicios ambientales.⁵

La producción del cacao presenta el mayor número de productores con un total de 5,771 personas dedicadas a esto, mientras que para la producción del plátano se involucran cerca de 2.835 personas.

- **Ganadería:** La ganadería en la Provincia de Esmeraldas con un total del 33,49% de su superficie dedicada al uso ganadero, no ha tenido un avance significativo con respecto al resto del país sobre todo la región de la costa, que en relación presenta un 14,98% de existencia de cabezas de ganado vacuno. De acuerdo a la ESPAC (Encuesta de Superficie y

⁴ La Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua. ESPAC. INEC. Ecuador en Cifras.

⁵ (Prefectura de Esmeraldas, 2005)

Producción Agropecuaria Continua), Esmeraldas posee 292.931 cabezas de ganado vacuno, 34.886 cabezas de ganado porcino y 149 cabezas de ganado ovino.⁶

Tabla 1.8 Número total de cabezas de ganado en relación con el país, la región y Esmeraldas

GANADO	PAÍS	% RELACIÓN	COSTA	% RELACIÓN	ESMERALDAS
VACUNO	5.253.595	5,57	1.960.643	14,98	292.931
PORCINO	1.489.761	2,34	323.992	10,76	34.886
OVINO	792.498	0,18	18.549	0,803	149

Fuente: Visualizador de Estadísticas Agropecuarias del Ecuador. ESPAC

- **Turismo:** El turismo genera aproximadamente 36 millones de dólares anualmente para la Provincia de Esmeraldas y es el sector que mayor número de pequeñas y medianas empresas genera, que en su mayoría son negocios familiares.⁷

Su principal atractivo turístico lo constituyen las playas y reservas ecológicas, que involucran un tipo de turismo ecológico, científico y recreativo. Las playas de las costas de Esmeraldas presentan formas y climas muy favorables para el turismo, por esto son las playas de la costa ecuatoriana más concurridas por los turistas. Estas son: Atacames, Súa, Mompiche, Same, Las Palmas, Muisne.

La venta de artesanías, elaboradas con materia prima de la zona, también contribuye con la economía de los pobladores, sobre todo de aquellos que habitan cerca de las playas, que además ofrecen servicio de alimentación y hospedaje para los turistas.

Otro aporte a la economía, son las reservas ecológicas que brindan un turismo ecológico y científico, debido a que aquí se encuentran especies endémicas de flora y fauna muchas en peligro de extinción. Ver gráfico 1.9.

⁶ Visualizador de Estadísticas Agropecuarias del Ecuador. ESPAC

⁷ (Prefectura de Esmeraldas, 2005)



Gráfico 1.9. Ubicación de las Reservas Naturales y Bosques Protectores

La Reserva Ecológica Cotacachi-Cayapas (Recc)⁸ Está localizada en las provincias de Esmeraldas e Imbabura, en el noroccidente del Ecuador. Se encuentra en las Ecorregiones Terrestres Prioritarias (ETP) Tumbes-Choco-Magdalena y Andes Tropicales, dos de las 34 regiones de mayor endemismo y más amenazadas del planeta. Es una de las 35 áreas naturales que conforman el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP), administrado por el Estado ecuatoriano a través del Ministerio del Ambiente (MAE). La RECC, con 243.638 hectáreas, está entre los cantones Eloy Alfaro y San Lorenzo en la provincia de Esmeraldas, y Cotacachi y Urcuquí en la provincia de Imbabura. Según el ministerio de turismo, en el año 2010 recibió cerca de 100.000 visitantes, por lo que es una de las reservas que más visitas recibe durante el año.

⁸. (Proyecto GEF-Ministerio del Ambiente, 2007)

Reserva Ecológica Cayapas Mataje. La REMACAM está localizada al noroccidente de Ecuador, en la provincia de Esmeraldas entre La Tola, Borbón y el río Mataje- y limita con la frontera colombiana, en la costa del Pacífico. El sistema hidrográfico está conformado por esteros y canales que constituyen subsistemas naturales de importancia ecológica y económica, pues permiten la subsistencia de las poblaciones locales ubicadas en el área de amortiguamiento.⁹

Reserva Ecológica Mache- Chindul. Cubre una extensión de 121.376 hectáreas, entre los cantones Quinindé, Atacames, Esmeraldas y Muisne en la provincia de Esmeraldas y el cantón Pedernales en la provincia de Manabí. Esta reserva protege uno de los pocos remanentes de bosques húmedos y secos tropicales del Ecuador, así como una gran cantidad de especies endémicas de flora y fauna, aquí se encuentran poblaciones ancestrales como la nacionalidad Chachi y algunos colonos provenientes de otras provincias como Manabí, Loja y Los Ríos.¹⁰

- **Producción Pesquera:** Las costas de Esmeraldas son ricas en especies de mariscos y peces que son comestibles y que generan un alto ingreso para los pobladores de la zona, sobre todo los pescadores artesanales. Se encuentran tres muelles pesqueros en la costa esmeraldeña: San Lorenzo, Esmeraldas y Muisne, con sus detalles a continuación. Tabla 1.9.

Tabla 1.9. Principales especies capturadas por muelles pesqueros

MUELLE PESQUERO	PESCADORES ARTESANALES	LUGAR DE DESEMBARQUES	ESPECIES CAPTURADAS	DESTINO DE LA PESCA
SAN LORENZO	150 locales y 80 foráneos	Playa y muelle	Róbalo, lisa, alguacil, bagre, canchimala, camarón, corvina, Pelada, carduma, concha prieta	Limonas y Colombia
ESMERALDAS	1000 locales y 800 foráneos	Bahía artificial	Dorado, picudo, tiburón, corvina, pargo, cherna, corvina de roca y morico	Guayaquil, Quito, Manta y al extranjero
MUISNE	30 locales y 100 foráneos	Playas	Concha prieta, picudo, banderón, sierra, dorado, albacora, larva de camarón	Esmeraldas, en la Sierra y Colombia

Fuente: Subsecretaría de Recursos Pesqueros

⁹ (ECOLAP Y MAE, 2007)

¹⁰ (Ministerio del Ambiente, 2005-2010)

Otra área de acción de la pesca artesanal ecuatoriana es la extracción de mariscos los que pueden ser clasificados en: crustáceos, incluyendo varias especies de camarón, langosta y cangrejo; y moluscos como son la concha, mejillón, ostión, ostra, almeja, y calamar. Estas actividades son llevadas a cabo sobre todo por mujeres (concheras, almejeras) aunque la extracción del cangrejo es llevado a cabo por hombres.¹¹

Los 9.134 pescadores son el sustento de aproximadamente diez mil hogares en la Provincia de Esmeraldas, lo que representa el 13,11% de los hogares. A pesar de que el sector genera menos del 3% de las fuentes de empleo, es la segunda fuente de actividad económica de la provincia, por el número de trabajadores que mantiene.¹²

- **Producción Industrial:** La provincia posee industrias del sector maderero, químicas, de energía, derivados de petróleo y productos alimenticios.

La industria alimenticia está representada en un casi 90% por los fabricantes de aceite de palma, actividad que utiliza 1/3 de la tierra sembrada para el cultivo de caña.

La principal actividad industrial que se desarrolla en Esmeraldas es el procesamiento del petróleo procedente de la región amazónica ecuatoriana y su almacenamiento para la exportación, este proceso se realiza a corta distancia de la capital esmeraldeña. El petróleo es llevado desde los pozos de explotación amazónicos por dos tuberías: el sistema de oleoductos transecuatoriano (SOTE) y el oleoducto de crudos pesados (OCP), evacuándolo a barcos tanqueros desde el puerto de Balao. Para el procesamiento del petróleo y la obtención de sus derivados se encuentra la Refinería Estatal Esmeraldas REE, que inició su operación en 1978, con una capacidad de 55.600 barriles diarios. Ha tenido algunas modificaciones en las que se ha aumentado su capacidad en

¹¹ (Bravo)

¹² (Prefectura de Esmeraldas, 2005)

número de barriles de refinación a 110.000 barriles diarios para tratar crudo de 23 a 27° API.¹³

- **Minería:** Según el Censo Minero Artesanal, realizado en el año 2010, la provincia de Esmeraldas cuenta con 71 actividades mineras censadas, de los cuales 69 se realizan en los cantones San Lorenzo y Eloy Alfaro.¹⁴

Algunas de estas actividades son realizadas para la extracción de oro de fuentes aluviales, se ha comprobado la existencia de oro en los ríos Palabí, San Juan o Mayasquer, Mira, Tululbí, Bogotá, Cachabí, Santiago, Cayapas, Barbudo, Zapallo, Canandé, Guayllabamba, Caoní, Río Blanco, así como en las playas de mar sectores de La Tola, La Tolita, Río Verde, Tonchigue.¹⁵

Tabla 1.10 Principales minerales de Exploración o Explotación en Esmeraldas

EXPLORACIÓN O EXPLOTACIÓN	TIPO DE MINERAL	UBICACIÓN
EXPLORACIÓN DE MINERALES METÁLICOS	Placeres de playa Minerales de tipo titano magnéticos	Chevele, Río Verde y Rocafuerte
	Placeres Auríferos	Cinco de Junio, Luis Vargas Torres, Alto Tambo y Talembí. En los ríos Yanayacu, Bogotá, Tululbí, Cachaví, entre otros
EXPLORACIÓN DE MINERALES NO METÁLICOS	Exploración de canteras y materiales de construcción	Tachina, También en los ríos Cube y Esmeraldas
EXPLOTACIÓN DE MINERALES METÁLICOS	Placeres Auríferos	Parte oriental de la provincia especialmente Río Santiago. Poblaciones de Selva Alegre, Timbiré, Concepción, Cinco de Junio,

Fuente: CLIRSEN, Zonificación Económica Ecológica de la Provincia de Esmeraldas.

¹³. (Alvarez & Alvarez Marchán, 2008)

¹⁴ (Ministerio del Ambiente, Junio 2011).

¹⁵ (Pillajo G.)

De las mineras censadas, se comprobó que algunas estaban laborando de manera ilegal y sin ningún tipo de control, sobre todo en el aspecto ambiental, en especial en la cuenca del Río Santiago, donde se observa una fuerte contaminación, (Imagen 1.3), principalmente por las descargas de mercurio, utilizado frecuentemente por los mineros.

Por intervención del estado se desalojó a los mineros ilegales y se organizó a la comunidad de los cantones San Lorenzo y Eloy Alfaro, para que se asociaran con la ENAMI EP (Empresa Nacional Minera). Se espera que con esta asociación se pueda recuperar el suelo y los ríos contaminados y extraer el oro que todavía queda en la zona, para inversiones en la misma comunidad.



Fuente: El Comercio. Redacción Sierra Norte. 28 – 05 - 11

Imagen 1.3 Deforestación y Contaminación por minería Ilegal en Esmeraldas

- **Infraestructura Vial:** La infraestructura de la provincia de Esmeraldas consta de vías que conectan la costa y atraviesan los poblados de: La Tola, Lagarto, Montalvo, Rocafuerte, Río Verde, Camarones, Tachina y San Mateo; otras vías son: Esmeraldas - Atacames - Súa - La Unión - Muisne - Esmeraldas - Quinindé (Rosa Zarate) con rumbo a Santo Domingo y Quito; esta última en el sector de la Independencia se une

a la nueva vía que viene desde la provincia de Pichincha y además pasa por San Miguel de los Bancos y Pedro Vicente Maldonado.

Según el Ministerio de Transporte y Obras Públicas, las vías que circulan por la provincia están en su mayoría en buen estado, según la información entregada para Febrero del 2012, (tabla 1.11), donde se visualiza solo dos de las vías principales en estado regular.

Tabla 1.11. Estado de las vías en Esmeraldas para Febrero 2012.

CARRETERA	UBICACIÓN	LONG. Kms	ESTADO	OBSERVACIONES
San Lorenzo – San Lorenzo	E10	14.03	Regular	
Y De San Lorenzo – Límite Imbabura	E10	61.60	Bueno	
Mataje – Y De San Lorenzo	E15	19.55	Regular	
Y De San Lorenzo – Borbón	E15	38.09	Bueno	
Borbón – Las Peñas	E15	21.86	Bueno	
Las Peñas – Vainilla	E15	6.50	Bueno	
Vainilla – San Mateo	E15	17.49	Bueno	
T Esmeraldas – By Pass Las Palmas – Y De San Mateo	E15 – E20	9.26	Bueno	
Redondel Entre Esmeraldas Y Atacames	E15	23.63	Bueno	Malo redondel salida Atacames, circular con precaución
Atacames – Súa	E15	4.84	Bueno	
Súa – Y Del Salto	E15	36.32	Bueno	
Y Del Salto – Bilsa – San José De Chamanga (Límite De Manabí)	E15	54.50	Bueno	Km 73 asentamiento calzada en reparación, circular con precaución
Esmeraldas (Redondel) – Las Palmas – T De Esmeraldas (Vía Atacames - Muisne)	E20	4.51	Bueno	
Y De San Mateo – Viche – Quinindé	E20	77.18	Bueno	
Quinindé – La Independencia – La Concordia	E20	34.88	Bueno	
Y Del Salto – Muisne	E38.1	14.09	Bueno	

Tachina – Esmeraldas	E15	10.40	Bueno	
----------------------	-----	-------	-------	--

Fuente: MTOP.

El gráfico 1.10 indica las redes viales de las que dispone la provincia, de acuerdo al Ministerio de Transporte y Obras Públicas. MTOP.



Gráfico 1.10. Infraestructura Vial en la Provincia de Esmeraldas

■ **Hidrografía:**

El sistema hidrográfico es muy importante debido a que varios de sus ríos se han convertido en vías de acceso natural (navegable), para el transporte de productos a distintos lugares, tanto al interior como al exterior de la provincia. Entre los principales ríos están: Cayapas, Santiago, Esmeraldas y Blanco. El caudal hídrico de la provincia se alimenta del bosque tropical húmedo y de los inmensos ríos que descienden desde los Andes hacia el océano.

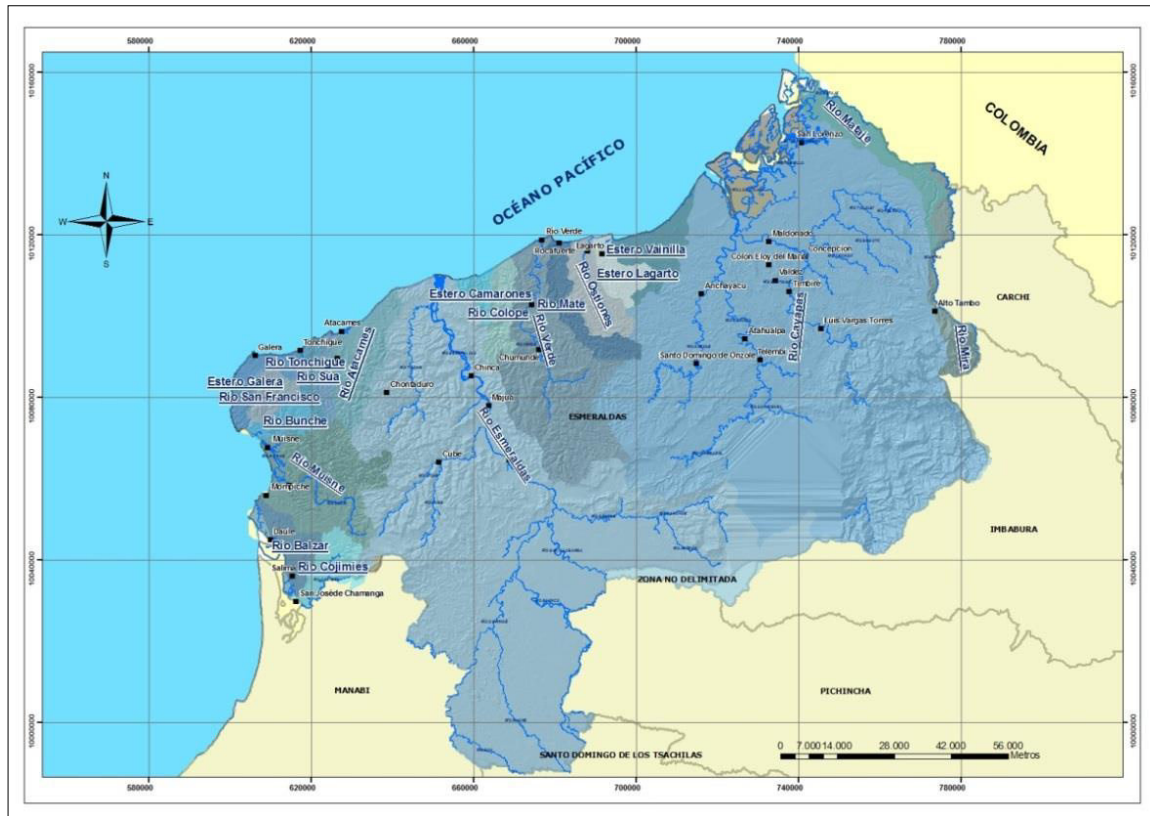


Gráfico 1.11 Principales Ríos de la provincia

En el gráfico 1.11 se visualizan los principales ríos junto con su respectiva microcuenca que se encuentran en la provincia y que de acuerdo al plan de desarrollo¹⁶ forman los sistemas de drenaje más importantes.

¹⁶ (Prefectura de Esmeraldas, 2005)

A continuación en la tabla 1.12 se detallan los sistemas de drenaje de la provincia:

Tabla 1.12 Sistemas Hidrográficos en Esmeraldas

SISTEMAS HIDROGRÁFICOS	
MIRA	Comprende la cuenca hidrográfica del río Mira que en la provincia de Esmeraldas tiene una extensión de 203,29 Km ² . Es una cuenca fronteriza con Colombia con un desnivel entre la parte más alta y la salida del territorio nacional de aproximadamente 1.800 m.
MATAJE	Es otro sistema fronterizo con Colombia con una extensión en territorio nacional de 245,9 Km ² y un desnivel de aproximadamente 500 m. El río Mataje nace a 500 msnm en una de las regiones más septentrionales y húmedas del Ecuador y constituye el límite territorial entre Ecuador y Colombia en aproximadamente 28 Km.
CAYAPAS	Constituye la cuenca del río Cayapas con una superficie de 6.407,04 Km ² y un desnivel total de aproximadamente 3.400 m.
VERDE	Abarca las siguientes cuencas hidrográficas: Estero Vainilla, Estero Lagarto, Río Ostiones, Río Mate, Río Verde, Río Colope, Estero Camarones
ESMERALDAS	Cubre la cuenca del río Esmeraldas que, en la provincia de Esmeraldas, tiene una superficie de 4718,25 Km ² y un desnivel aproximado de 2000m. Este río nace en los deshielos de la cordillera, está formado por el río Blanco, el Teañe, el Canandé, el Viche y el Guayllabamba. La cuenca del río Esmeraldas abarca 20.000 km ² .
MUISNE	Comprende los siguientes ríos: Río Atacames, Río Súa, Río Tonchigüe, Estero Galera, Río S. Francisco, Río Bunche, Río Muisne, Río Balzar

Fuente: Plan de desarrollo Provincial

▪ **Geología y Geomorfología:**

De acuerdo a lo presentado en la tabla 1.13. Esmeraldas presenta diversas formas de relieve y litología:

Tabla 1.13 Formas de relieve y Litología de la Zona 17

GRUPO MORFOLÓGICO	DESCRIPCIÓN	LOCALIZACIÓN	LITOLOGÍA
ESTRIBACIONES EXTERIORES DE LA CORDILLERA OCCIDENTAL	Presentan relieves montañosos, heterogéneos, escarpados, muy disectados, con cimas agudas y pendientes mayores al 70%.	Se localizan en los sectores surorientales de la provincia, ocupando las cuencas altas de los ríos Santiago, San Miguel y Agua Clara	Materiales volcanos y volcano-sedimentarios como diabasas, porfiritas, grauvacas, areniscas cuarcíticas y arcillas silicificadas
CORDILLERA COSTANERA	Presentan macizos montañosos constituidos por bloques y horst con pendientes dominantes mayores al 70%	En los sectores aledaños a los poblados Chontaduro y Chumunde y en las partes altas del río Cube	Materiales volcánicos y volcano sedimentarios como lavas, basaltos, doleritas, diabasas, piroxenitas, calizas, conglomerados y areniscas
RELIEVES SEDIMENTARIOS COSTEROS	Los bordes de las superficies en la mayoría de los casos, están limitados por vertientes y encanionados, presentan pendientes mayores al 100%	Ocupan la parte central, norte y oeste de la provincia	Las rocas son de edad Terciaria y están compuestas por areniscas, conglomerados, arcillas, lutitas, limolitas, arenas y lumaquelas basales, entre otras.
NIVELES MARINOS CUARTENARIOS	Forma por un lado un nivel alto, antiguo, con superficies disectadas con pendientes entre 40 y 70%; y por otro niveles inferiores, con disección variable, cuyas pendientes se hallan entre 5 y 40%	Se localizan entre Galera y Quingue en el extremo occidental de la provincia	Compuestos por areniscas, conglomerados, micro-conglomerados y conchas rotas.
CONOS DE ESPARCIMIENTO O DEL PIEDEMONTE DE LA CORDILLERA OCCIDENTAL	Son relieves tabulares cuyo origen está relacionado con procesos endógenos (volcanismo y sismos) y fenómenos exógenos (glaciares), desarrollados durante el plio-pleistoceno. Se diferencian las superficies planas y onduladas con pendientes de hasta 40% asociadas con pequeños encanionamientos, pendientes superiores al 70%; y los abruptos y vertientes, muy escarpados.	Al interior de la provincia, existen dos grandes abanicos aluviales: el más antiguo, ubicado en la parte noreste, entre: Alto Tambo, Ricaurte, Carondelet y Concepción; y el otro, ubicado en la parte sur: San Gregorio, Rosa Zárate y San Vicente de Bua	Constituido por capas de arenas, arcillas y areniscas poco cementadas; cantos rodados y conglomerados en su mayoría de origen volcánico muy meteorizados.
FORMAS DENUDATIVAS	Son el resultado de la ocurrencia de remociones en masa, que generan desprendimiento de materiales en laderas generalmente escarpadas. Presentan con cimas generalmente redondeadas, desniveles bajos a medios, vertientes convexas y pendientes moderadas a fuertes		
LLANURA MARINA Y FLUVIOMARINA	Forma relieves de topografía ondulada a colinada baja, poco disectada con pendientes inferiores al 40%.	Los materiales del sustrato están compuestos por arenas finas a medias con lentes conglomeráticos. Compuestos por depósitos fluvio-marinos finos, arenosos a limo arcillosos	

¹⁷ Zonificación Ecológica, CLIRSEN, 2000

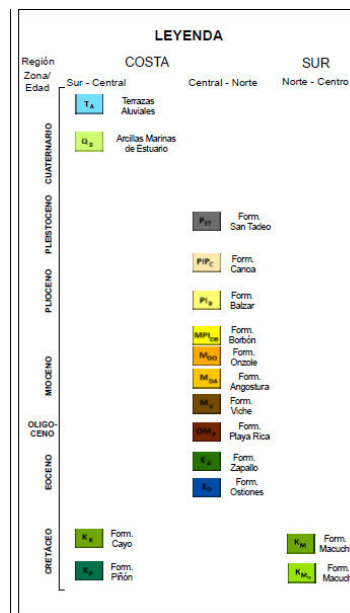
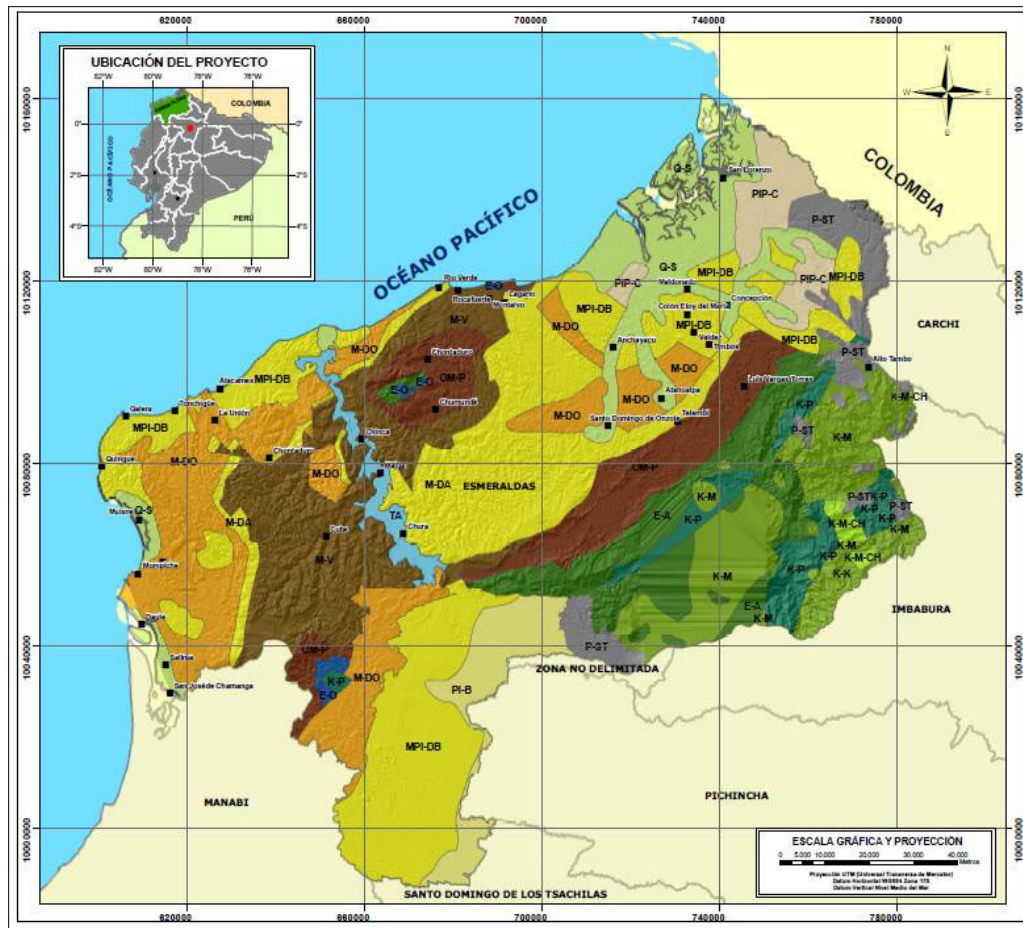
La geomorfología y geología de Esmeraldas se pueden visualizar en los gráficos 1.12 y 1.13 respectivamente.



CÓDIGO	GRUPO MORFOLÓGICO
CE	CONOS DE ESPARCIMIENTO
CC	CORDILLERA COSTERA
E	EXTRIBACIONES EXTERIORES DE LA CORDILLERA OCCIDENTAL
CE	FORMAS DE ACUMULACIÓN
T	FORMAS DENUDATIVAS
LL	LLANURA MARINA Y FLUVIO MARINA
NM	NIVELES MARINOS CUATERNARIOS
RC	RELIEVES SEDIMENTARIOS

Fuente: ZEE, CLIRSEN. 2000

Gráfico 1.12. Mapa Geomorfológico de la provincia Escala 1:250.000



Fuente: Villacreses G. y Ponce V.

Gráfico 1.13. Mapa Geológico de Esmeraldas

1.6.2, Cantón Esmeraldas

▪ Ubicación

El Cantón Esmeraldas es la capital provincial con una extensión de 1.338,67 km², limita al norte con el Océano Pacífico, al Sur con el cantón Quinindé, al Este con el cantón Atacames y al Oeste con el Cantón Río verde. El cantón se distribuye en catorce parroquias cinco de ellas urbanas: Simón Plata Torres, Esmeraldas, 5 de Agosto, Luis Tello, Bartolomé Ruiz; las parroquias rurales son: Camarones, Coronel Carlos Concha, Chinca, Majua, San Mateo, Tabiazo, Tachina y Vuelta Larga. Ver gráfico 1.15.

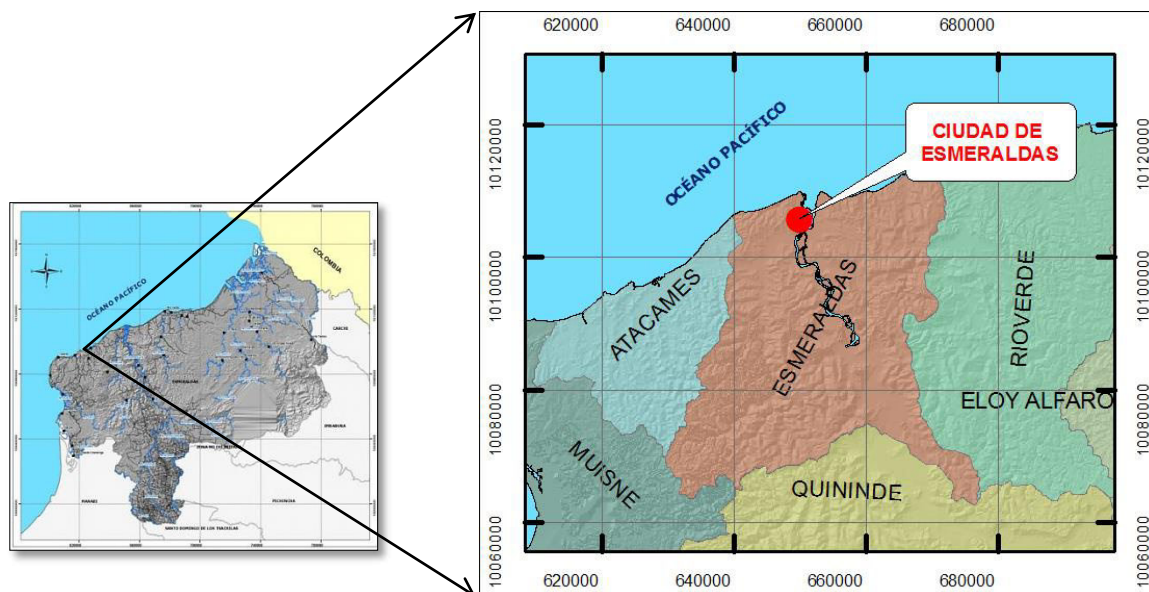


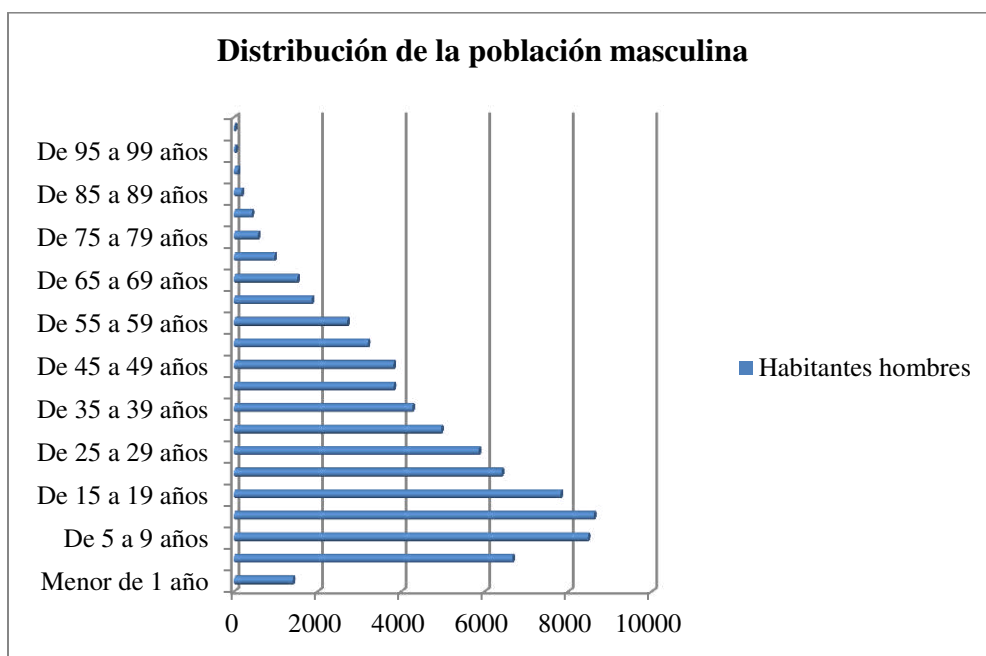
Gráfico 1.14. Ubicación de la Ciudad de Esmeraldas con respecto a la provincia y el cantón

▪ Población

La extensión de la población en el cantón se ha visto definida geográficamente por el Río Esmeraldas y el mar y ha obligado a la población a desplazarse a los sectores colinados donde no llegan todos los servicios básicos.

La ciudad de Esmeraldas cuenta con una población, de 154.035 personas con 52% de mujeres y 48% de hombres.

- Según el último censo realizado en el país, de acuerdo a la distribución de la población masculina, existe un mayor número de población conformada entre 1 a 29 años con un 61%, de 30 a 49 años con 23% y una muy reducida población de personas mayores a los 50 años con 15%.



Fuente: INEC, Censo 2010

Gráfico. 1.15. Distribución de la población masculina

- De acuerdo a la distribución de la población femenina, existe un mayor número de población joven conformada entre 1 a 24 años con un 50%, de 25 a 44 años con 28% y una presencia en menor cantidad de habitantes mayores a los 50 años con 15%.

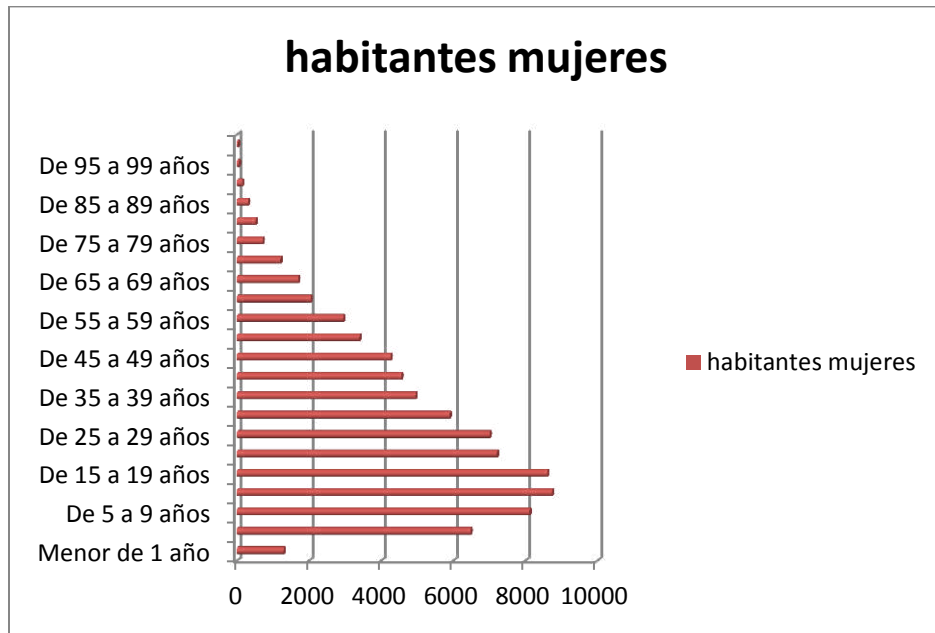


Gráfico. 1.16. Distribución de la población femenina

- El 37% de la población de la ciudad de Esmeraldas se considera mestiza y el 34% se considera afro descendiente.

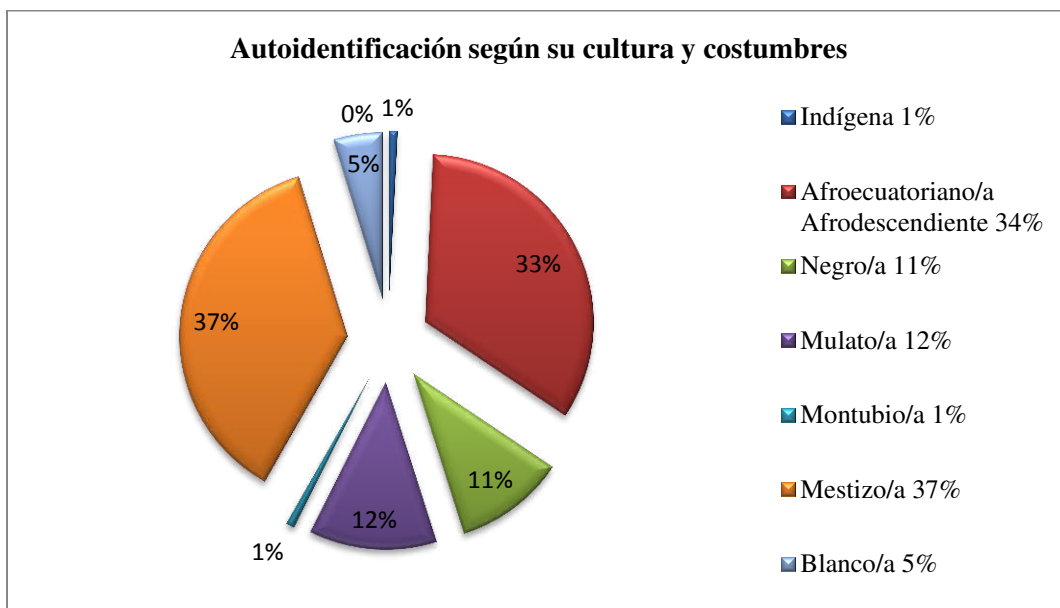


Gráfico 1.17 Auto identificación según su cultura y costumbres

- Según su categoría de ocupación, el 26% tienen empresas propias, 20% trabajan en instituciones privadas y el 14% en estatales, el 18% son jornaleros.



Gráfico 1.18 Categoría de ocupación

1.7. DISEÑO DEL PROYECTO

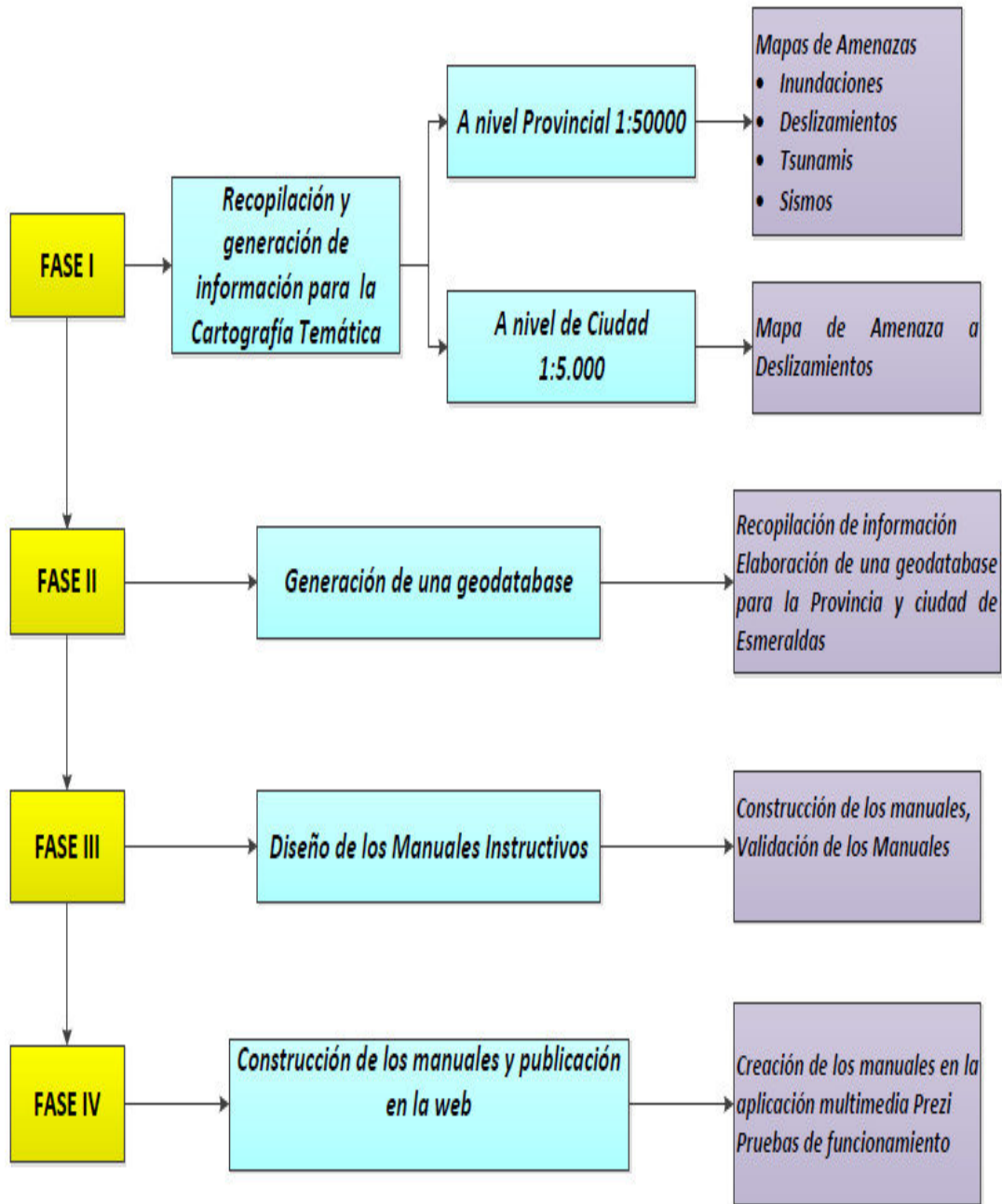


Gráfico 1.19. Diseño del proyecto

1.8. MARCO TEÓRICO

1.8.1, Fenómeno natural

Es toda manifestación de la naturaleza pero que se presenta en un grado muy alto, como una lluvia fuerte que se transforma en una tormenta o peor aún en un huracán.

Los efectos de ciertos fenómenos naturales no son necesariamente desastrosos. Lo son únicamente cuando los cambios producidos afectan una fuente de supervivencia con la cual el hombre contaba o un modo de vida realizado en función de una determinada geografía.¹⁸

1.8.2, La amenaza

Como definición la Amenaza es detallada como “la probabilidad de ocurrencia de un evento potencialmente desastroso durante cierto período de tiempo en un sitio dado”.¹⁹

“La amenaza es un peligro latente de que se presente un fenómeno físico de origen natural, socio-natural o antropogénico, que pueda producir efectos adversos, daños y pérdidas en las personas, la producción, la infraestructura, la propiedad, los bienes y servicios y el medio ambiente.”²⁰

Se habla entonces como amenazas naturales a los sismos, tsunamis, erupciones volcánicas y a las amenazas que pueden ser naturales y por fuerte influencia del hombre a las amenazas antropogénicas como inundaciones, deslizamientos, incendios, etc.

La ocurrencia extrema de una amenaza natural es difícil de predecir, para esto son indispensables los registros históricos que pueden revelar la frecuencia y la posibilidad de que una amenaza de cierto nivel de gravedad, dentro de un espacio determinado y un

¹⁸ (Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina, 1993)

¹⁹ (Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina, 1993)

²⁰ (Municipio de Portoviejo, 2009)

tiempo específico se presente en el futuro a estos factores permiten representar cartográficamente la amenaza, lo cual facilita su análisis e interpretación espacial necesaria para la orientación en la toma de decisiones en el momento de la planificación.²¹

Las amenazas son de varios tipos y todas pueden afectar a en diversas proporciones a la provincia de Esmeraldas:

- **Naturales**

Son de ocurrencia inesperada y en las que el hombre no tiene influencia. En la tabla 1.14 se indica su clasificación de acuerdo a su origen.

Tabla 1.14. Clasificación de las amenazas naturales

ORIGEN	AMENAZA
Geológico	Sismos, Erupciones Volcánicas, Tsunamis, Deslizamientos.
Hidrometeorológico	Huracanes, Tormentas Tropicales, Sequía, Inundaciones, Tornados, etc.

Fuente: PREDECAN.

- **Socio- naturales**

Las amenazas naturales como los deslizamientos, inundaciones y sequía pueden ser provocadas por acción del hombre a través de la deforestación, la desecación de zonas inundables y la construcción de infraestructuras sin los debidos estudios.

- **Antrópicas**

Acciones que responsabilizan claramente a la acción humana como derrames de químicos peligrosos, todo tipo de contaminación, incendios, manejo inadecuado de residuos, etc. Estos pueden ser muy peligrosos para la salud humana y pueden inducir la pérdida de especies sensibles.

²¹ (Becerra, Pineda & Cortés, Ortiz, 2006)

1.8.2.1 Evaluación de una amenaza

Desafortunadamente, debido a la complejidad de los sistemas físicos en los cuales un gran número de variables puede condicionar el proceso, la ciencia aún no cuenta con técnicas que le permitan modelar con alta precisión dichos sistemas y por lo tanto los mecanismos generadores de cada una de las amenazas. Por esta razón, la evaluación de la amenaza, en la mayoría de los casos, se realiza combinando el análisis probabilístico con el análisis del comportamiento físico de la fuente generadora, utilizando información de eventos que han ocurrido en el pasado y modelando con algún grado de aproximación los sistemas físicos involucrados.

1.8.2.2 Grado de la amenaza

Para el conocimiento del grado de una amenaza es necesario involucrar todos los factores que intervienen en dicho suceso.

1.9. MARCO LEGAL

De acuerdo al Plan Nacional del Buen Vivir, la Estrategia Territorial Nacional en su punto número 8: Garantizar la sustentabilidad del patrimonio natural mediante el uso racional y responsable de los recursos naturales renovables y no renovables, nos dice “en Ecuador se debe trabajar en una preparación adecuada y eficiente de la respuesta frente a desastres de diferente magnitud, porque solo el adecuado manejo de una emergencia logrará una rápida recuperación, sin repercusiones sociales y económicas importantes para el país”, “...cabe remarcar la importancia de incorporar de manera transversal la variable riesgos

en la planificación y ejecución de toda obra pública a fin de reducir la vulnerabilidad de la población y las infraestructuras.”²²

Según el Código Orgánico De Organización Territorial Autonomía y Descentralización, COOTAD, en el Capítulo IV, Del ejercicio de las Competencias constitucionales, el Artículo 140 dice: Ejercicio de la competencia de gestión de riesgos.- La gestión de riesgos que incluye las acciones de prevención, reacción, mitigación, reconstrucción y transferencia, para enfrentar todas las amenazas de origen natural o antrópico que afecten al cantón se gestionarán de manera concurrente y de forma articulada con las políticas y los planes emitidos por el organismo nacional responsable, de acuerdo con la Constitución y la ley.

Los gobiernos autónomos descentralizados municipales adoptarán obligatoriamente normas técnicas para la prevención y gestión de riesgos sísmicos con el propósito de proteger las personas, colectividades y la naturaleza. La gestión de los servicios de prevención, protección, socorro y extinción de incendios, que de acuerdo con la Constitución corresponde a los gobiernos autónomos descentralizados municipales, se ejercerá con sujeción a la ley que regule la materia. Para tal efecto, los cuerpos de bomberos del país serán considerados como entidades adscritas a los gobiernos autónomos descentralizados municipales, quienes funcionarán con autonomía administrativa y financiera, presupuestaria y operativa, observando la ley especial y normativas vigentes a las que estarán sujetos.

²² (SENPLADES, 2009-2013)

2. CAPÍTULO 2

2. RECOPIACIÓN Y GENERACIÓN DE INFORMACIÓN TEMÁTICA

A nivel provincial, es necesario principalmente conocer cuáles son las amenazas que afectan a la provincia de Esmeraldas, es por esto que el presente trabajo se realizó en base a la información obtenida en la Zonificación Económica y Ecológica de Esmeraldas a escala 1:50.000²³ y por el CLIRSEN a escala 1:250.000²⁴.

En lo que respecta al nivel de la ciudad de Esmeraldas, se realizó un proceso diferente, utilizando las fotografías aéreas digitales, escala 1:5.000, proporcionadas por el IGM, en las cuales se foto identificaron los deslizamientos, se realizó su respectiva revisión en campo y se procedió a mapear cada uno de ellos.

INFORMACIÓN A NIVEL PROVINCIAL

Como se explicó anteriormente la información de las amenazas naturales que afectan a la provincia fueron tomados de dos zonificaciones ecológicas – económicas realizadas a diferente escala y que han identificado cada una, los tipos de amenazas

²³ (Ponce & Villacreces, 2012)

²⁴ (CLIRSEN, 2001)

existentes, detalladas a continuación, para las amenazas de sismos y tsunamis se procedió a generar la información de acuerdo a la metodología detallada.

2.1.1, Inundaciones

La inundación es el fenómeno por el cual una parte de la superficie terrestre queda cubierta temporalmente por el agua, ante un incremento extraordinario del nivel de ésta. El desbordamiento de las aguas que conduce el cauce del río se debe a la imposibilidad de que fluyan grandes escurrimientos por él.

Las inundaciones se producen cuando lluvias intensas o continuas sobrepasan la capacidad de retención e infiltración del suelo, la capacidad máxima de transporte del río o arroyo es superada y el cauce principal se desborda e inunda los terrenos cercanos a los propios cursos de agua. Las inundaciones pueden clasificarse según su: duración y mecanismo de generación.²⁵

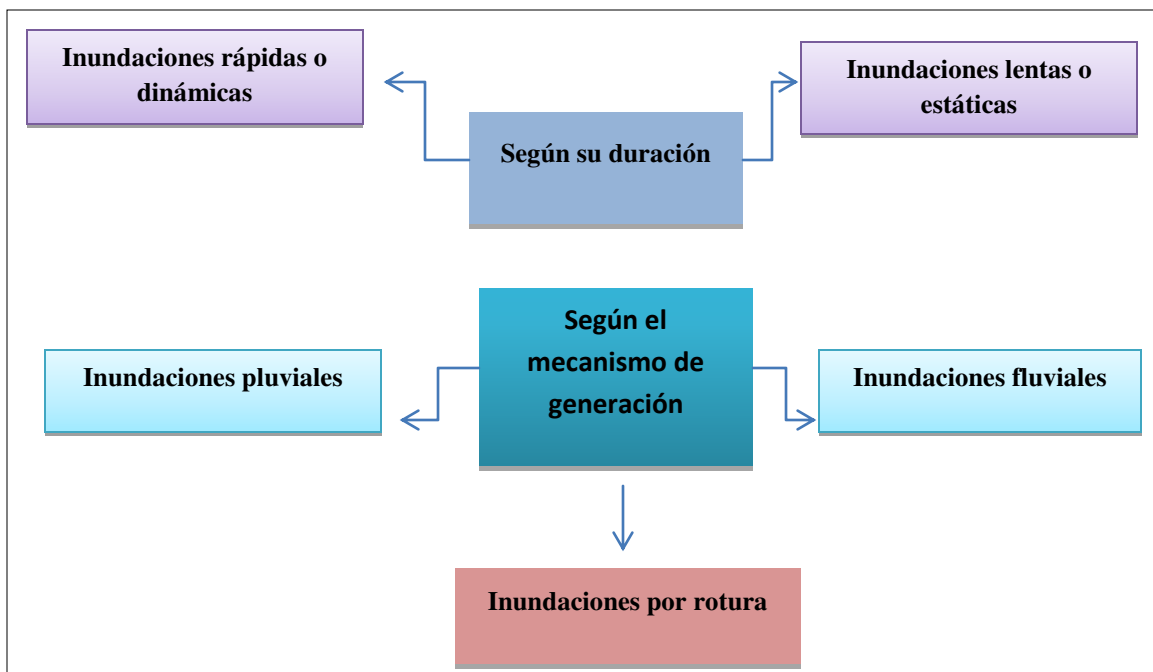


Figura 2.1. Clasificación de inundaciones

²⁵ (Ragonessi, Guzmán & Soto, Erazo, 2010)

Una inundación se clasifica de acuerdo a factores detallados en la tabla 2.1.

Tabla 2.1. Clasificación de las Inundaciones

CLASIFICACIÓN DE LAS INUNDACIONES		
SEGÚN SU DURACIÓN	RÁPIDA O DINÁMICA	Se presentan en ríos cuyas cuencas vertientes presentan fuertes pendientes y por efecto de lluvias intensas, las crecidas son repentinas y de corta duración. Producen fuertes estragos por su corto tiempo de reacción para la población
	LENTA O ESTÁTICA	Se produce cuando lluvias persistentes producen un aumento paulatino del caudal del río hasta superar su capacidad máxima de transporte, saliéndose de su cauce.
SEGÚN EL MECANISMO DE GENERACIÓN	PLUVIAL	Por acumulación de agua de lluvia en un determinado lugar sobre un suelo poco permeable.
	FLUVIAL	Por desbordamiento de ríos y arroyos
	ROTURA	Por la operación incorrecta de obras de infraestructura hidráulica como la rotura de una presa.

Las precipitaciones continuas que se dieron en los años 1997-1998 por el evento El Niño fue una de las épocas que causó grandes estragos en la población de los siete cantones de la provincia de Esmeraldas en donde el desbordamiento de los ríos, arrastre de sedimentos hacia las partes bajas provocaron fuertes impactos en la sociedad como: pérdida de las captaciones de agua que originaron el corte total del servicio a los centros urbanos, taponamiento de las redes de alcantarillado, viviendas incomunicadas, pérdidas humanas, entre otros.

Estos impactos son presenciados en la época lluviosa en ciertas parroquias urbanas y rurales de la provincia de Esmeraldas debido a que se encuentran sujetas a inundaciones periódicas fluviales y pluviales. Como se indica en la tabla 2.2.

Tabla 2.2 Parroquias afectadas por peligro de inundación

CANTÓN	PARROQUIA	SUPERFICIE (KM2)	PORCENTAJE/ PARROQUIA	PORCENTAJE/ CANTÓN
ATACAMES	Atacames	8,25	0,56	2,71
	Súa	7,84	0,53	
	Tonchigue	19,57	1,32	
	Tonsupa	4,49	0,30	
ELOY ALFARO	Anchayacu	23,49	1,59	31,40
	Atahualpa	2,58	0,17	
	Borbón	51,62	3,48	
	La Tola	153,98	10,39	
	Maldonado	20,89	1,41	
	Pampanal del Bolívar	72,42	4,89	
	San Francisco de Onzole	34,76	2,35	
	San José de Cayapas	13,85	0,93	
	Selva Alegre	0,48	0,03	
	Timbire	4,75	0,32	
	Valdez	86,45	5,83	
ESMERALDAS	Camarones	8,02	0,54	5,90
	Chinca	29,79	2,01	
	Esmeraldas	5,34	0,36	
	Majua	16,61	1,12	
	San Mateo	19,62	1,32	
	Tachina	6,00	0,40	
	Vuelta Larga	2,01	0,14	
LA CONCORDIA	La Concordia	7,03	0,47	0,47
MUISNE	Bolívar	18,14	1,22	14,61
	Daule	32,09	2,17	
	Galera	12,22	0,82	
	Muisne	65,99	4,45	
	Quingue	0,57	0,04	

	Salima	26,94	1,82	
	San Francisco	21,27	1,44	
	San Gregorio	15,59	1,05	
	San José de Chamanga	23,73	1,60	
QUININDE	Chura	42,66	2,88	11,30
	La Unión	15,42	1,04	
	Malimpia	43,41	2,93	
	Rosa zarate	57,15	3,86	
	Viche	8,79	0,59	
RIOVERDE	Chontaduro	26,63	1,80	5,91
	Lagarto	11,85	0,80	
	Montalvo	26,09	1,76	
	Rocafuerte	13,79	0,93	
	Ríoverde	9,23	0,62	
SAN LORENZO	5 de Junio	12,33	0,83	27,70
	Ancon	37,12	2,51	
	Calderón	5,00	0,34	
	Carondelet	26,73	1,80	
	Concepción	46,45	3,13	
	Mataje	6,80	0,46	
	San Javier de Cachavi	5,47	0,37	
	San Lorenzo	68,96	4,65	
	Santa Rita	7,25	0,49	
	Tambillo	145,66	9,83	
	Tululbi	27,71	1,87	
	Urbina	20,97	1,41	
SUPERFICIE TOTAL DE INUNDACION		1481,82		

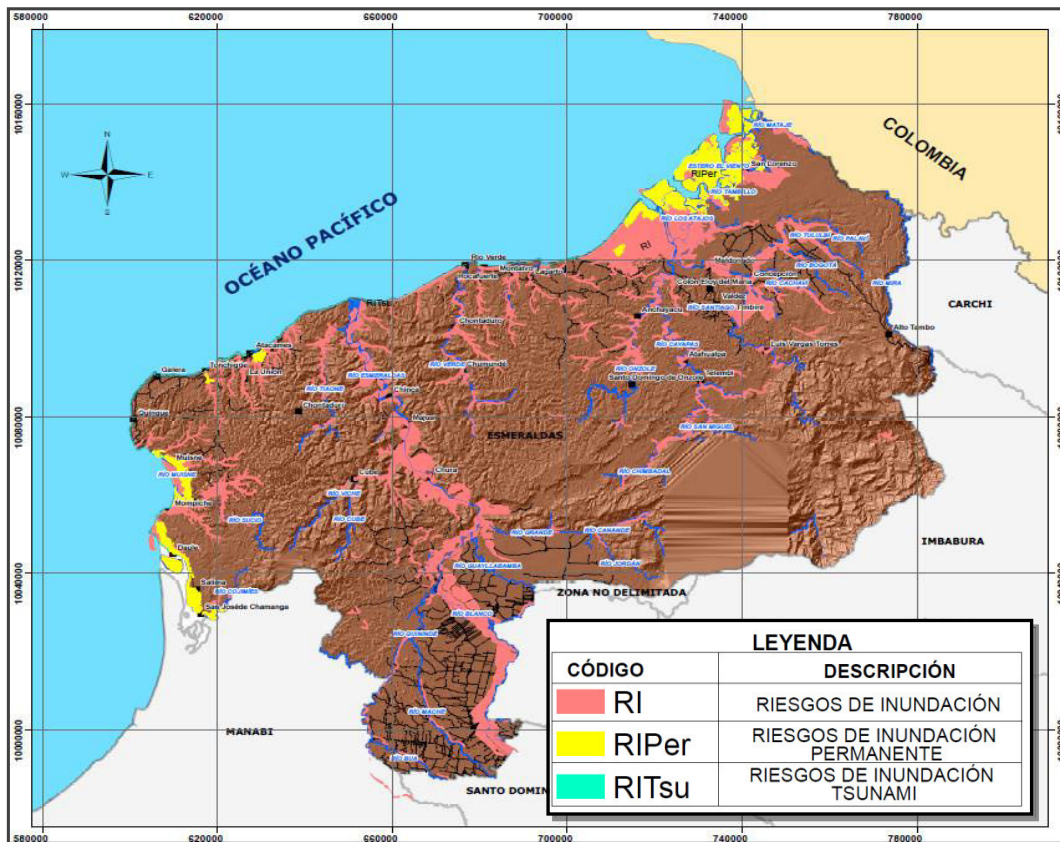
Fuente: Villacreses G. y Ponce V.

El cantón que presenta mayor porcentaje de inundación fluvial es Eloy Alfaro con el 31.40% seguido San Lorenzo, 27.70%, Muisne con un 14.61%, Quinindé con 11.30%, y en menores proporciones La Concordia, Atacames, Esmeraldas y Ríoverde.



Gráfico 2.1. Porcentaje de amenaza por peligro de inundación en relación a la superficie de la provincia de Esmeraldas

El mapa que a continuación se presenta es la representación de la agrupación de los riesgos de inundación que presenta la provincia de Esmeraldas, Riesgo de inundación con un 10%, áreas que están afectadas por el desbordamiento de los ríos, Blanco, Verde, Esmeraldas, Cayapas, Los Atajos, entre otros y Riesgo de inundación permanente con un 2% que cubre los esteros al norte de la provincia y al sur-oeste de la misma. Ver figura 2.2



Fuente: Villacreces G. y Ponce V.

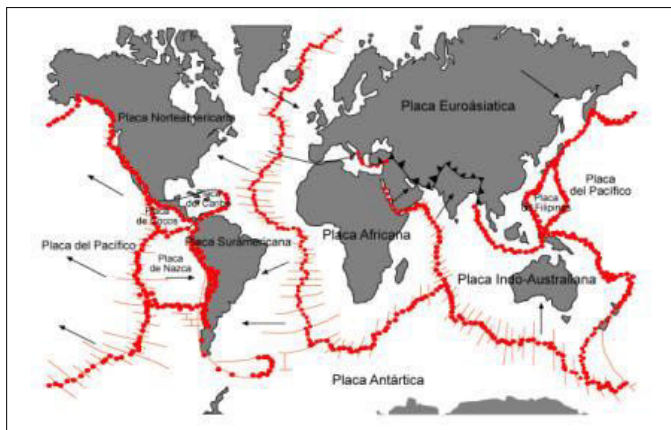
Figura 2.2. Mapa de peligro de inundación en la provincia de Esmeraldas.

2.1.2, Sismos

Un Sismo es la liberación súbita de energía que se produce en el interior de la tierra y que puede ocasionar daños considerables debido a las ondas elásticas que se propagan desde el hipocentro hasta cualquier parte de la superficie de la Tierra.²⁶

La corteza terrestre está formada por 7 grandes placas y otras más pequeñas conocidas como placas tectónicas (Figura 2.3) las cuales se desplazan a velocidades de 1-2 cm cada año y a diferentes direcciones.

²⁶ (Centro de Recursos en Ciencias de La Tierra (CRECIT))



Fuente: CRECIT

Figura 2.3. Movimiento de las Placas Tectónicas

Este desplazamiento provoca tensiones (Figura 2.4), haciendo que estas se acumulen hasta llegar a un punto, que la resistencia del material no puede soportar la tensión y se rompe. Al producirse esta rotura se produce una liberación repentina de la energía que se había ido acumulando, en forma de ondas que se propagan en todas direcciones produciendo un sismo o terremoto. La rotura o discontinuidad del material (roca) que se produce se conoce con el nombre de falla. El punto donde se produce la liberación de energía es el hipocentro, y su proyección sobre la superficie terrestre es el epicentro.

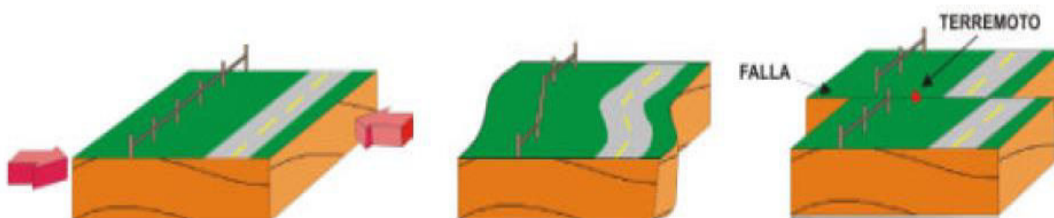


Figura 2.4 (a): Movimiento de las placas, ejerciendo presión una con la otra

Figura 2.4 (b): Deformación de las rocas

Figura 2.4 (c): Discontinuidad de la roca (falla) produciendo una liberación de energía (terremoto)

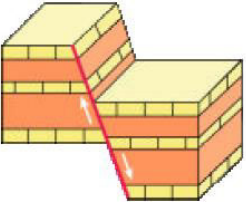
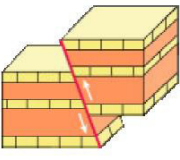
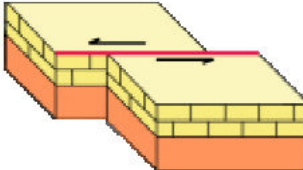
Fuente: CRECIT

Figura 2.4. Formación de una falla y como efecto un sismo

▪ Fallas

Las fallas se clasifican en tres tipos según sea la dirección del desplazamiento de las rocas que cortan, ver tabla 2.3.

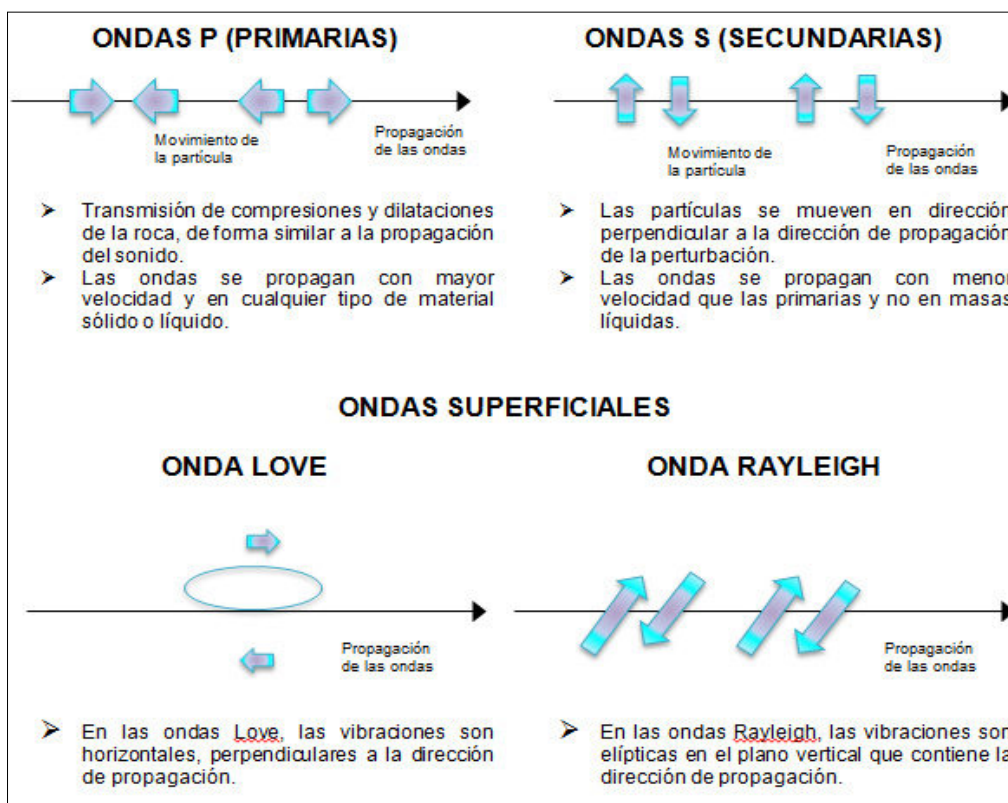
Tabla 2.3 tipos de fallas

	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Generada por tensión. ➤ El movimiento es predominantemente vertical respecto al plano de falla. ➤ El bloque que se desliza hacia abajo se le denomina bloque de techo, mientras que el que se levanta se llama bloque de muro, reflejando un alargamiento de la corteza.
	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Generada por compresión. ➤ Son fallas con desplazamiento vertical ➤ El bloque de techo se mueve hacia arriba con respecto al bloque de muro reflejando un acortamiento de la corteza.
	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Estas fallas son verticales y el movimiento de los bloques es horizontal. ➤ Se distinguen dos tipos de fallas de desgarre: Falla dextral, son aquellas en donde el movimiento relativo de los bloques es hacia la derecha, mientras que en la falla sinistral es el opuesto.

Fuente: CRECIT

▪ Ondas Sísmicas

Al romperse la roca, se generan ondas que se propagan a través de la Tierra, tanto en su interior como por su superficie. Se clasifican en tres tipos de ondas (Figura 2.5)



Fuente: CRECIT

Figura 2.5. Tipos de ondas sísmicas

▪ Elaboración del mapa de amenaza sísmica

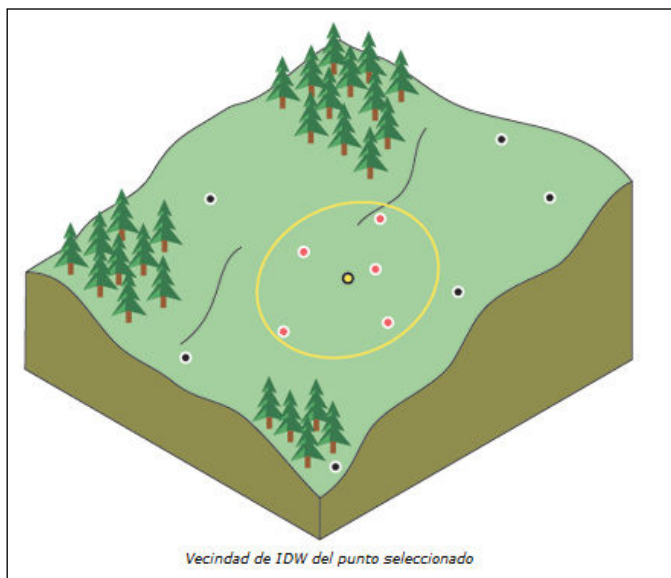
El mapa de amenaza sísmica se lo ha realizado en base a la distribución espacial de intensidades sísmicas reportadas de diferentes sismos mediante curvas con igual nivel de intensidad. La intensidad de un sismo es la medida de la fuerza en que las ondas sísmicas son sentidas y de cómo se asocian a los efectos que éstas producen en una determinada región, ya sea en la población, infraestructuras o en el entorno natural.

Para ello, se ha utilizado la escala de Intensidad de Mercalli Modificada (MMI) que indica en cada grado, el grado de percepción subjetiva de cada una de las personas ante un evento sísmico. En la tabla 2.4 se muestra la explicación de cada uno de los grados de la escala de MMI

Tabla 2.4. Escala de Intensidad de Mercalli Modificada

MMI	DESCRIPCIÓN
I	El temblor no se siente, ni para la gente en condiciones favorables.
II-III	Cuando se siente en gente que está reposando, particularmente aquellas que se encuentran ubicadas en los pisos superiores de los edificios, algunos objetos colgantes (lámparas, etc.) Oscilan un poco.
IV	Es perceptible por la mayoría de personas dentro de los edificios, por pocas personas en el exterior durante el día. Perturbación en cerámica, puertas y ventanas. Las paredes suelen hacer ruido. Los automóviles detenidos se mueven con más energía. Sensación semejante al paso de un camión grande.
V	Gran sacudida sentida casi por todo el país o zona y algunas piezas de vajilla o cristales de ventanas se rompen; pocos casos de agrietamiento de aplanados; caen objetos inestables. Se observan perturbaciones en los árboles, postes y otros objetos altos.
VI	Gran sacudida sentida por todo el país o zona. Algunos muebles pesados cambian de sitio y provoca daños leves, en especial en viviendas de material ligero.
VII	Muebles dañados. Daños insignificantes en estructuras de buen diseño y construcción. Daños leves a moderados en estructuras ordinarias bien construidas. Daños considerables en estructuras pobremente construidas. Mampostería dañada. Perceptible por personas en vehículos en movimiento.
VIII	Existen daños leves en estructuras especializadas. Daños considerables en estructuras ordinarias bien construidas, posibles derrumbes. Daño severo en estructuras pobremente construidas. Mampostería seriamente dañada o destruida. Muebles completamente sacados de lugar.
IX	Hay pánico generalizado. Daños considerables en estructuras especializadas, paredes fuera de plomo. Grandes daños en importantes edificios, con derrumbes parciales. Edificios desplazados fuera de las bases.
X	Algunas estructuras de madera bien construidas quedan destruidas. La mayoría de las estructuras de mampostería y el marco destruido con sus bases.
XI	Pocas estructuras de mampostería, si las hubiera, permanecieran en pie. Puentes destruidos. Rieles curvados en gran medida
XII	Hay destrucción total con pocos supervivientes. Los niveles y perspectivas quedan distorsionados. Imposibilidad de mantenerse en pie.

Para generar las áreas de igual intensidad, se ha utilizado una de las herramientas de interpolación de análisis geo estadístico del software Arcgis 9.3., Distancia Inversa Ponderada (IDW, por sus siglas en inglés Interpolation Distance Weighting) cuyo interpolador asume que cada punto en una muestra de puntos tiene una influencia local que disminuye con la distancia y que por lo tanto los valores de los puntos cercanos al nodo de la muestra que se procesa tienen mayor importancia o peso en el valor que será asignado al mismo.



Fuente: Ayuda ArcGis 10.0

Figura 2.6. Interpolación IDW

Para emplear el método IDW, se recopiló la información referente a, coordenadas geográficas de los epicentros dentro y fuera de la provincia de Esmeraldas, año, mes, día, magnitud (escala de Richter), intensidad (escala de Mercalli Modificada), profundidad (km), percepción en la población, daño potencial a la estructura; de la base de datos de U.S. Geological Survey (U.S.G.S) y del Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional en el período de 1973-2012.

La muestra obtenida de las dos fuentes durante el período señalado, se unificó en una tabla de atributos con sus respectivas proyecciones la cual se utilizó para la

interpolación mediante el IDW. Cabe recalcar que en el método de IDW utiliza los registros del campo magnitud.

El resultado que arroja el IDW se transforma a raster para reclasificar y categorizar con los valores máximos de los rangos de la escala de magnitud de Richter como se muestra en la tabla y colocar el peso respectivo.

Tabla 2.5. Comparación de escalas entre Richter y MMI

Escala de magnitud de Richter	Peso	Escala de Intensidad Modificada de Mercalli	Percepción/ Sacudida	Daño potencial en la estructura
>3,4	1	I	NO SENTIDO	NINGUNO
3,5-4,2	2	II-III	DEBIL	NINGUNO
4,3-4,5	3	IV	LIGERO	NINGUNO
4,6-4,8	4	V	MODERADO	MUY LIGERO
4,9-5,4	5	VI	FUERTE	LIGERO
5,5-6,1	6	VII	MUY FUERTE	MODERADO
6,2-6,5	7	VIII	SEVERO	MODERADO/GRAVE
6,6-6,9	8	IX	VIOLENTO	GRAVE
7,0-7,3	9	X	EXTREMO	MUY GRAVE
7,4-8,1	10	XI	MUY DESASTROSO	MUY GRAVE
>8,1	11	XII	CATASTRÓFICO	MUY GRAVE

Fuente: U.S.Geological Survey

Del raster obtenido de la reclasificación, se lo convirtió a vector mediante la herramienta 3D Analyst; con la ayuda de la herramienta Extract de Analysis Tools, Clip, extraemos con la cobertura o shape de provincia de Esmeraldas el área de estudio.

El gráfico 2.2 explica el modelo cartográfico utilizado para este proceso:

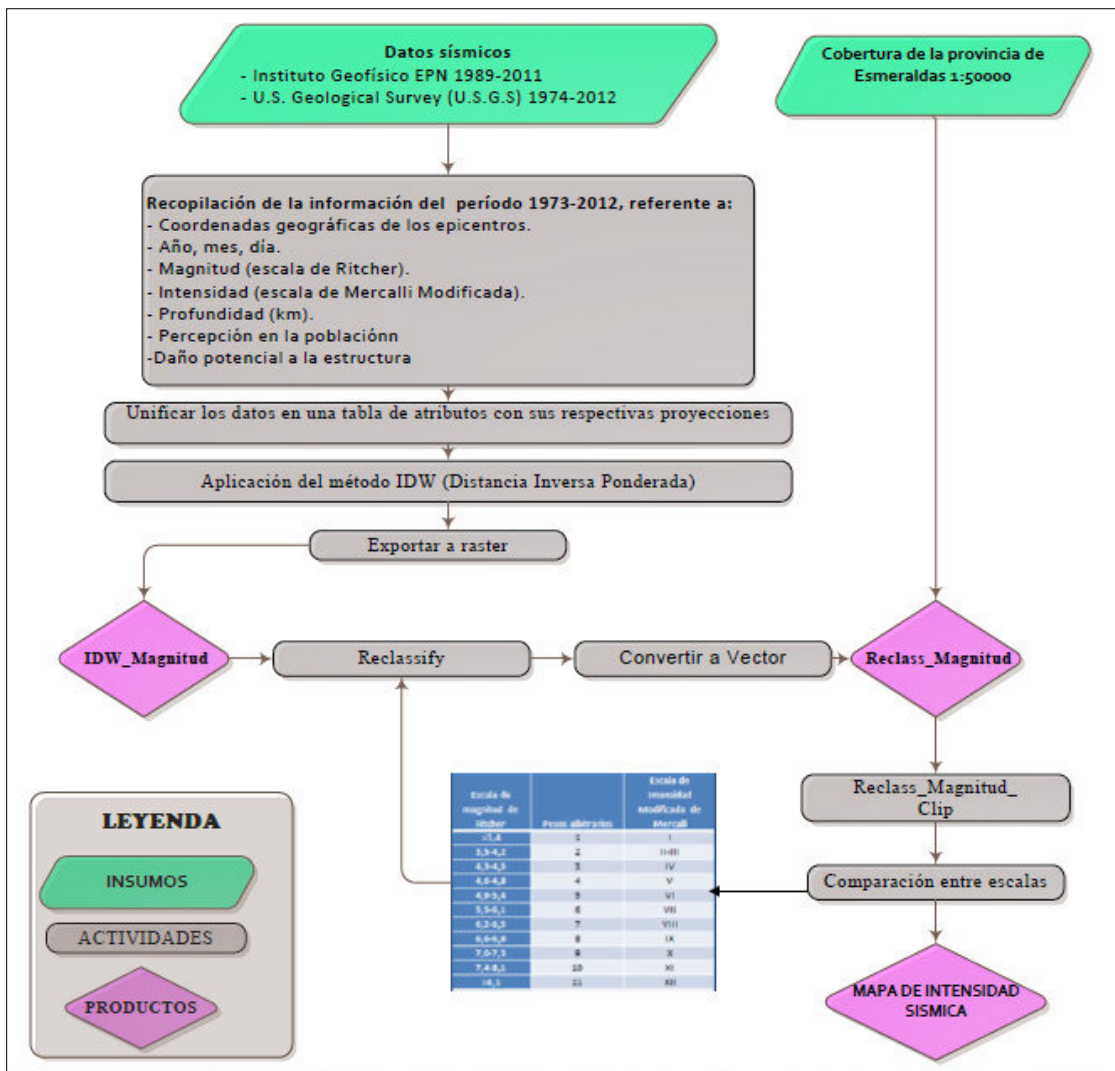


Gráfico 2.2. Modelo Cartográfico para la elaboración del Mapa de Intensidad Sísmica

Para obtener el mapa final, en la tabla de atributos de la cobertura resultante se añaden los campos de intensidad, percepción y daño potencial a la estructura tal como se indica en la tabla 2.5. Obteniendo como resultado el mapa de amenaza sísmica (figura 2.7.), dónde se observa que las intensidades que han predominado en la provincia son las II-III y IV con el 93.96% lo que significa que la percepción del sismo es débil mientras que el área de intensidad IV con el 6,06% es ligera. En ambas, no existen daños de infraestructura debido a su baja intensidad presentada en la zona.

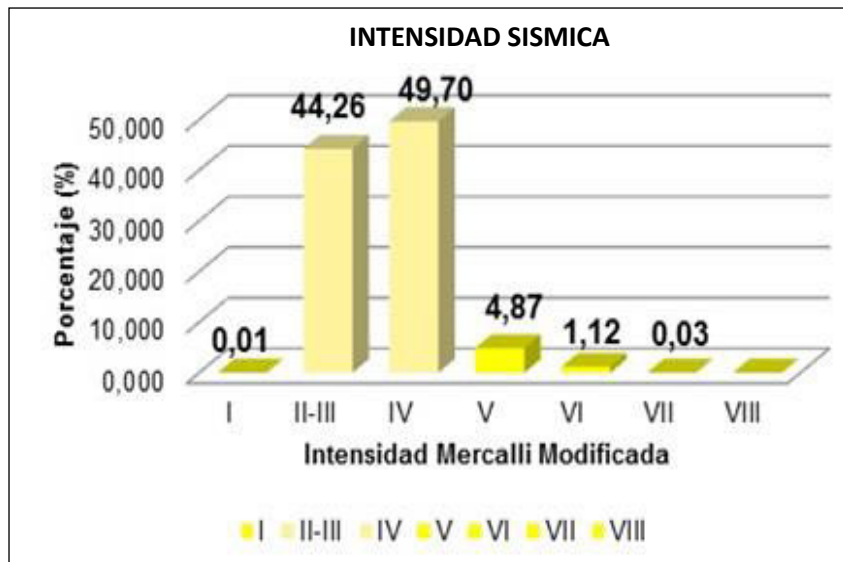


Gráfico 2.3. Porcentaje de intensidad sísmica en relación a la superficie de la provincia de Esmeraldas

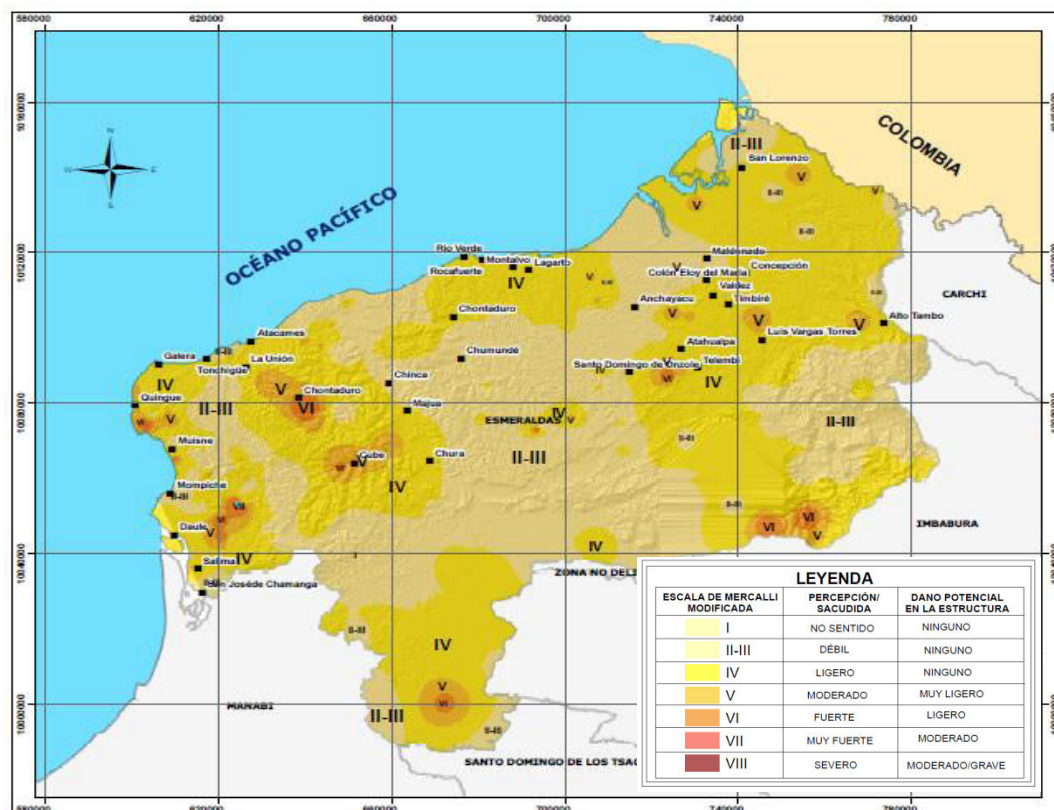


Figura 2.7. Mapa De Intensidades Sísmicas del período de 1973 al 2012

2.1.3, Tsunamis

Tsunami es un apalabra de origen Japonés que proviene de dos vocablos, Tsu que significa puerto y Nami, ola, es decir Gran Ola de Puerto. Es un conjunto de ondas oceánicas, provocado generalmente por un sismo de origen tectónico que se produce en el suelo del océano; estas ondas viajan a gran velocidad y tienen poca altura en aguas profundas, pero conforme se acercan a tierra disminuyen su velocidad y van incrementando su altura, por lo que al llegar a la costa causan graves daños a cientos de metros tierra adentro.²⁷

Los terremotos "tsunamigénicos" usualmente están asociados a zonas de subducción. Dado que muchas zonas de subducción se encuentran bordeando la cuenca del Pacífico, la gran mayoría de los tsunamis ha ocurrido en el Océano Pacífico. Las mayores concentraciones están bien definidas: América del Sur y Central, Alaska, Islas Aleutianas, Península de Kamchatka, Islas Kuriles, Japón y el Pacífico.

▪ Origen²⁸

Los tsunamis pueden ser generados por: sismos de origen tectónico, grandes erupciones de islas volcánicas o derrumbes marinos o superficiales. Para que un sismo genere un tsunami es necesario:

- a) Que el epicentro del sismo, o una parte mayoritaria de su área de ruptura, esté bajo el lecho marino y a una profundidad menor a 60 km (sismo superficial).
- b) Que ocurra en una zona de hundimiento de borde de placas tectónicas, es decir que la falla tenga movimiento vertical y no sea solamente de desgarre con movimiento lateral.
- c) Que el sismo libere suficiente energía en un cierto lapso de tiempo, y que ésta sea eficientemente transmitida.

²⁷ (Alvear, Brito, 2010)

²⁸ (Granados, Cuero, 2010)

▪ **Clasificación de los tsunamis**

Los tsunamis se clasifican, en el lugar de arribo a la costa, según la distancia (o el tiempo de viaje) desde su lugar de origen, en:

- a) Tsunamis Locales, si el lugar de arribo en la costa está muy cercano o dentro de la zona de generación (delimitada por el área de dislocación del fondo marino) del tsunami, o a menos de una hora de tiempo de viaje desde su origen.
- b) Tsunamis Regionales, si el lugar de arribo en la costa está a no más de 1000 km de distancia de la zona de generación, o a pocas horas de tiempo de viaje desde esa zona.
- c) Tsunamis Lejanos (o Remotos, o Trans-Pacíficos o Tele-tsunamis), si el lugar de arribo está en costas extremo-opuestas a través del Océano Pacífico, a más de 1000 km de distancia de la zona de generación, y a aproximadamente medio día o más de tiempo de viaje del tsunami desde esa zona. Ejemplos: el tsunami generado por un sismo en las costas de Chile el 22 de Mayo de 1960 que tardó aproximadamente 13 horas en llegar a Ensenada (México).

▪ **Propagación y tiempo de viaje**

Se distinguen estas etapas:

- ✓ Formación de la onda debido a la causa inicial, y a su propagación cerca de la fuente;
- ✓ Propagación libre de la onda en el océano abierto, a grandes profundidades;
- ✓ Propagación de la onda en la región de la plataforma continental, donde, como resultado de la menor profundidad del agua, tiene lugar una gran deformación del perfil de la onda, hasta su rompimiento e inundación sobre la playa.
- ✓ Al acercarse las ondas de los tsunamis a la costa, a medida que disminuye la profundidad del fondo marino, disminuye también su velocidad, y se acortan las longitudes de sus ondas. En consecuencia, su energía se concentra, aumentando sus alturas, y las olas así resultantes pueden llegar a tener características destructivas al

arribar a la costa. La figura 2.8 enseña la generación, propagación, y arribo a las costas de un tsunami.



Fuente: www.surfingshowblog.com/2011/03/22/como-se-forma-un-tsunami/

Figura 2.8 Generación, Propagación y arribo de un Tsunami

■ **Efecto de un tsunami**

■

A continuación se detallan los potenciales efectos más relevantes que pudieran suscitarse en las poblaciones con vocación turística asentadas en el perfil costero de la Provincia de Esmeraldas

- ✓ Efecto de ariete (golpe de olas), contra las playas e infraestructura existente en las mismas.
- ✓ Inundación violenta de agua salada y escombros, hasta varios centenares de metros desde la playa
- ✓ Erosión muy activa por retroceso o reflujos de las aguas marinas.
- ✓ Inundación rápida por aumento de nivel de ríos y esteros, los que se salen de sus cauces en los tramos cercanos a su desembocadura en el mar.

- **Historia de los tsunamis en la provincia de Esmeraldas**²⁹

La zona costera de la provincia de Esmeraldas ha presentado históricamente una importante actividad sísmica relacionada con el proceso de subducción, tanto con sismos asociados a este proceso o con eventos de borde de placa, debido a que el Ecuador se encuentra en el extremo noroccidental de América del Sur, donde interactúan la Placa de Nazca y la Sudamericana. Al existir fallas geológicas en el área costera, los sismos de esta zona generaron en el siglo pasado varios tsunamis destructores a lo largo del litoral ecuatoriano. Se conoce que el Ecuador fue afectado por cinco tsunamis en el siglo XX (1906, 1933, 1953, 1958 y 1979).

31 de enero de 1906

Se produjo un terremoto cuya profundidad fue 25 km. con magnitud $M_s = 8.6$. El área estremecida tuvo una dirección N-S en una extensión de 1200 km limitada entre Guayaquil y Medellín, hacia el interior del continente; el ancho mayor del área fue 350 km en la latitud de Bogotá. La superficie total del área estremecida fue estimada en unos 300.000km.2 aproximadamente.

Cuando la marea se encontraba en su nivel más bajo al momento del terremoto, las olas del tsunami fueron muy destructivas en las costas bajas y planas existentes desde Río Verde hacia el norte, donde todas las viviendas asentadas en la zona estuarina formada por los Ríos Santiago y Mataje fueron destruidas; alrededor de unas 1.000 a 1.500 personas murieron.

En la Tola, más de 23 viviendas fueron destruidas. En Esmeraldas el río se desbordó de su cauce inundando las zonas bajas de la población. El tsunami fue observado en Bahía de Caráquez donde el mar se elevó de 80 a 100 cm en 20 minutos.

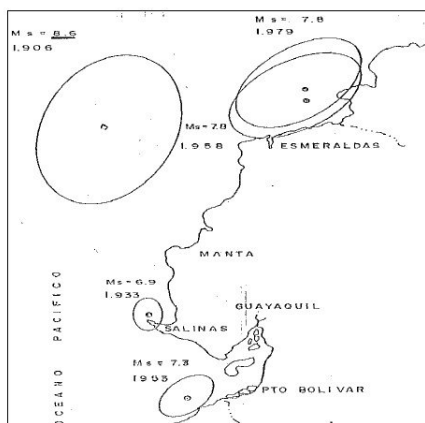
²⁹ (Granados, Cuero, 2010)

19 de enero de 1958

Se presentó un sismo en la región fronteriza de Ecuador - Colombia. Su epicentro fue ubicado en las coordenadas 1.37° N y 79.34° W con magnitud $M_s = 7.8$. Este terremoto originó un tsunami haciendo que una embarcación casi se hunda frente a Esmeraldas, se reportaron 4 muertos por efectos del maremoto. La altura con que legaron las olas a las costas fueron del orden de 2.0 a 5.9 m. Las olas originadas ocasionaron daños tanto en Tumaco y la costa norte de la Provincia de Esmeraldas.

12 de diciembre de 1979

Un terremoto de magnitud 7.9 Richter ocurrió en la zona fronteriza de Ecuador - Colombia. Sus coordenadas fueron 1.6° N y 79.4° W con una profundidad de 33 km. Este sismo produjo un tsunami que ocasionó daños graves en el territorio colombiano. En la ciudad de Esmeraldas, se observó que se presentaron de 3 a 4 olas y que en el momento del sismo y tsunami la marea se encontraba en su nivel más bajo. Los efectos hubiesen sido mucho más graves si el tsunami se hubiera presentado durante la pleamar (es decir cuando la marea ha alcanzado su más alto rango), afectando incluso a las poblaciones costeras ecuatorianas de la Provincia de Esmeraldas.



Fuente: Granados 2010. 8

Figura 2.9 Historia de Tsunamis en la costa ecuatoriana

La amenaza por inundación por tsunami ha sido evaluada por el conjunto de áreas posibles a ser afectadas a lo largo de la línea de costa. El área total susceptible a ser inundada es de 614,04 Km² que representa el 4% (Gráfico 2.4),

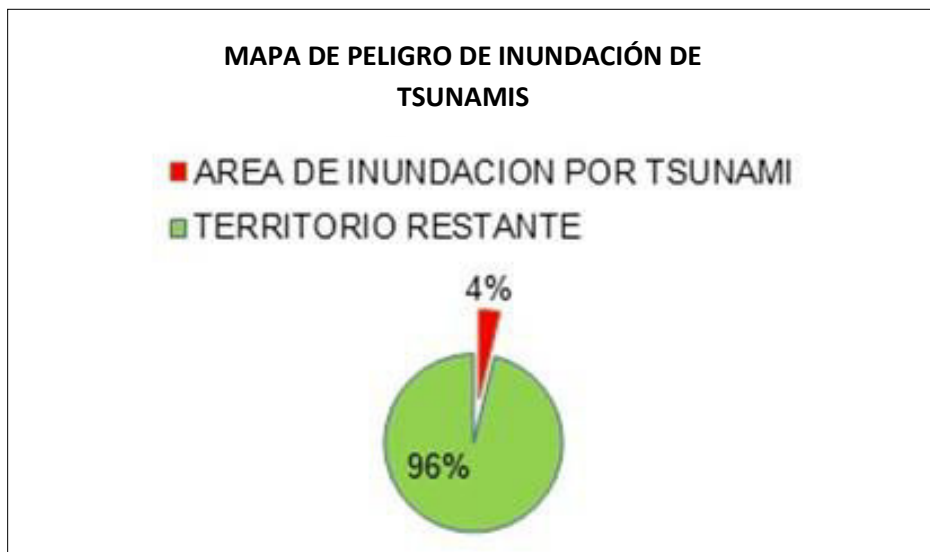


Gráfico 2.4. Porcentaje de peligro de inundación de tsunamis en relación a la superficie de la provincia de esmeraldas

Este porcentaje cubre los poblados de las cabeceras cantonales: Mompiche, Muisne, Atacames, Río Verde San Lorenzo y parroquiales: San José de Chamanga, Salima, Daule, San Gregorio y Rocafuerte, asentados en la parte occidental de la provincia. Ver figura 2.10.

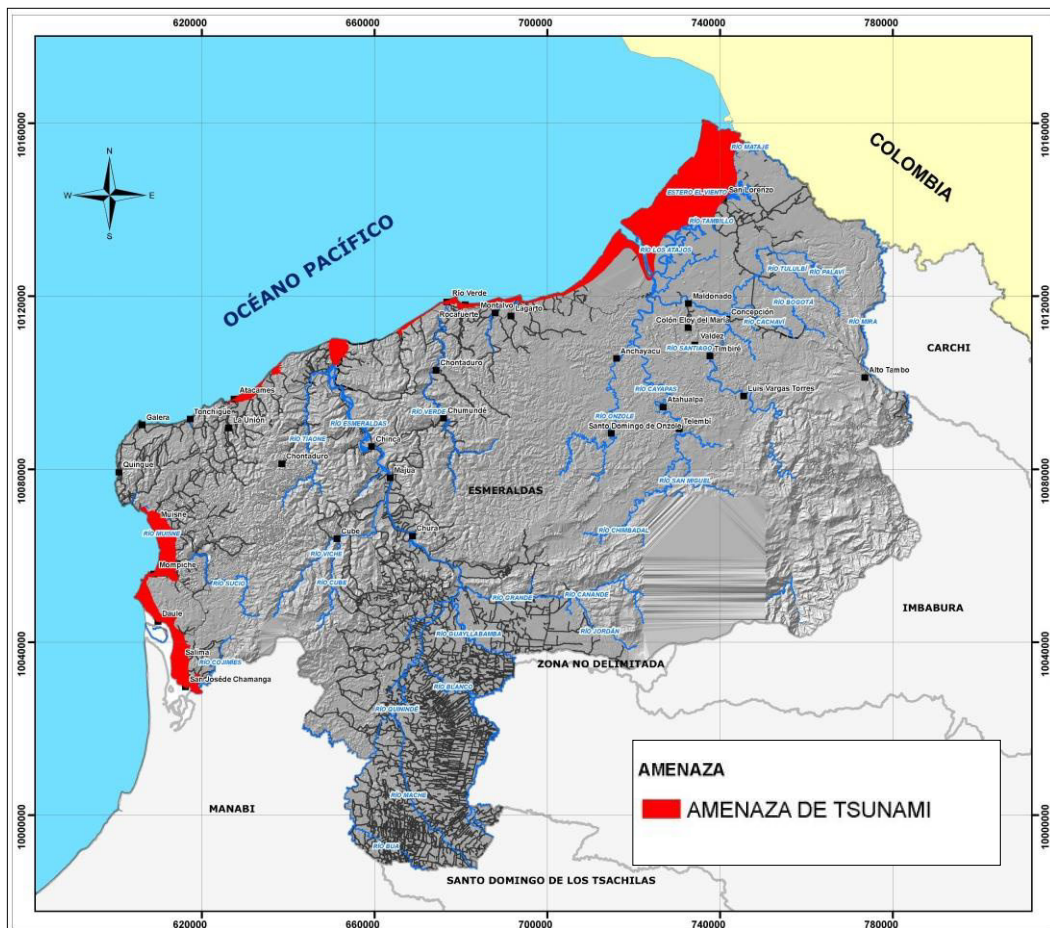


Figura 2.10. Mapa de Peligro de Inundación de Tsunamis

2.1.4, Susceptibilidad a deslizamientos

La susceptibilidad es una parte de la evaluación del peligro y se define como la evaluación de áreas potencialmente inestables, así mismo se define como el grado de propensión que tiene una zona a que en ella se genere una afectación.

La susceptibilidad es la potencialidad de un terreno o área a la ocurrencia de deslizamientos y no implica el aspecto temporal del fenómeno.

En el estudio de la susceptibilidad de los deslizamientos se consideran tres aspectos importantes:

- Inventario de los deslizamientos.
- Topografía de la zona de estudio.
- Análisis de los factores de ocurrencia.

La metodología usada para el estudio de la susceptibilidad de los deslizamientos de ladera es un proceso de análisis de los factores que los condicionan, y que logran interrelacionarse en función al Factor de Certeza. Los sistemas de información geográfica permiten realizar dicho análisis mediante superposición de mapas temáticos de los diferentes factores condicionantes, gracias al establecimiento de bases de datos asociadas.

Para la ZEE los archivos tipo polígono que intervienen son Pendientes, Erodabilidad, Cobertura Vegetal y Uso del Suelo, las mismas que determinan las áreas susceptibles a deslizamientos:

De acuerdo a la ZEE³⁰, las áreas susceptibles a deslizamientos han sido evaluada por tres grandes áreas potencialmente inestables:

Alta susceptibilidad

Estas áreas se encuentran distribuidas en forma más o menos uniforme con una extensión de 4733,44 Km² lo que representa el 29% (Gráfica) en toda la provincia, con una relativa mayoría en la parte occidental, así mismo se encuentra una susceptibilidad muy alta en la región oriental en los límites con Manabí, Pichincha y Santo Domingo.

³⁰ (Ponce & Villacreces, 2012)

Baja Susceptibilidad

Con 4902,39 Km² con el 31%, se encuentra mayormente distribuida en la parte oriental de Esmeraldas con una concentración en los límites con Imbabura y Colombia.

Media susceptibilidad

Estas áreas están distribuidas uniformemente con 6342,76 Km² con el 40% en la provincia, presentando un poco más de influencia en los límites con Colombia y el Océano Pacífico.

Baja susceptibilidad

Se encuentra mayormente distribuida en la parte oriental de Esmeraldas con una concentración del 31% en los límites con Imbabura y Colombia, ocupando una extensión de 4902,39 Km². Ver gráfico 2.5.



Gráfico 2.5. Porcentaje de susceptibilidad a deslizamientos en relación a la superficie de la provincia de esmeraldas

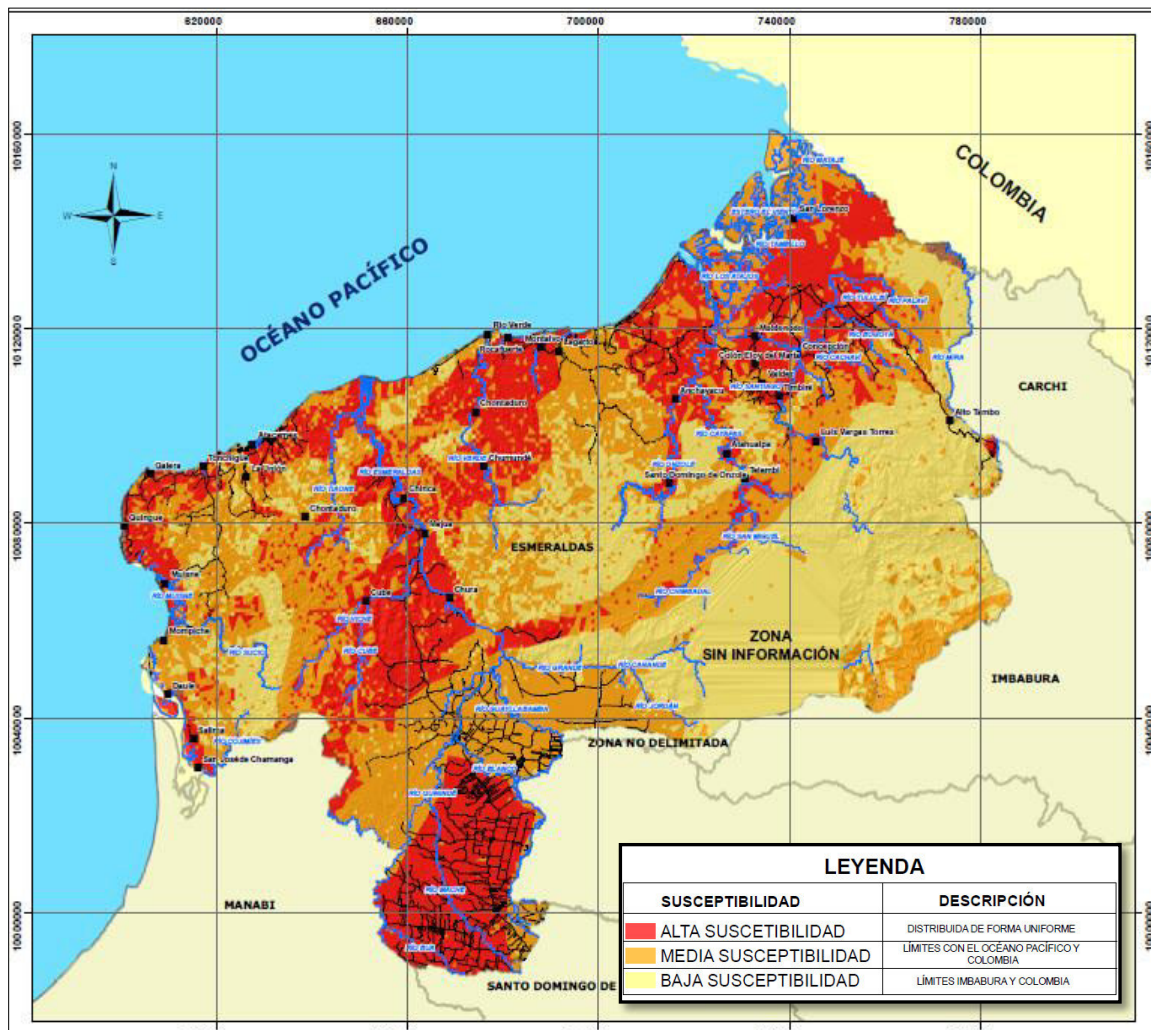


Figura 2.11. Mapa de Susceptibilidad a Deslizamientos

En la tabla 2.6 se identifican las principales poblaciones involucradas dentro de las áreas susceptibles a deslizamientos:

Tabla 2.6 Poblaciones posiblemente afectadas por los deslizamientos

SUSCEPTIBILIDAD A DESLIZAMIENTOS	POBLACIÓN
Alta susceptibilidad	Rocafuerte
	Chontaduro
	Colón
	Cube
	Chumundé
	Tonchigue
	Salima
Media Susceptibilidad	Luis Vargas Torres
	Muisne
	Mompiche
	Palestina
Baja Susceptibilidad	Alto Tambo
	San Lorenzo
	Telembí
	Mataje

Fuente: Tesis Villacreses G, Ponce V. 2012

INFORMACIÓN A NIVEL DE LA CIUDAD DE ESMERALDAS

En la ciudad de Esmeraldas se llegó a determinar, de acuerdo a la ZEE, que la mayor amenaza que se presenta es la de los deslizamientos, esto principalmente a que la ciudad ha ido cambiando su morfología debido a la antropización, sobre todo de sus colinas, dando como resultado una desestabilización de taludes lo que conlleva a deslizamientos y por tanto el daño de estructuras, servicios básicos y peor aún pérdida de vidas humanas.

En la fase I se habló acerca de la susceptibilidad a deslizamientos a rasgos generales, pero en esta fase nos enfocaremos en todo lo que respecta a un deslizamiento, sus formas, clasificación y los factores que intervienen en el momento de suceder un deslizamiento, y la metodología aplicada en el trabajo.

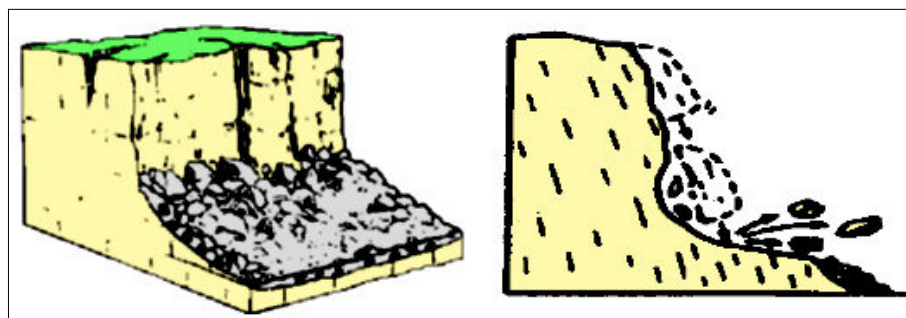
2.2.2, Movimientos en masa

Son movimientos descendentes caracterizados por desarrollar una o varias superficies de ruptura, una zona de desplazamiento y una zona de acumulación de material desplazado bien definidas. Ocurren sobre laderas de pendientes suaves a escarpadas, sobre todo tipo de materiales litológicos, con velocidades rápidas y en ellos pueden operar distintamente uno o varios agentes motores de movimiento como agua viento, etc.

Tipos de movimientos de tierra³¹

Los deslizamientos pueden ocurrir como: caídas, basculamientos, separaciones laterales, deslizamientos o flujos.

- Caídas: Masas desprendidas de pendientes muy fuertes o escarpes, que se mueven en caída libre, dando tumbos (saltos) o ruedan ladera abajo (Figura 2.12 (Mora, Chinchilla).)

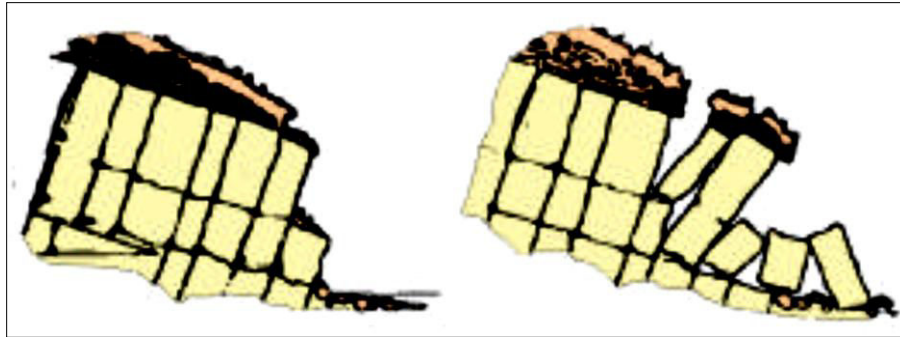


Fuente: Apuntes Para El Curso Gestión Del Riesgo

Figura 2.12 Caída de Rocas

³¹ (Mora, Chinchilla)

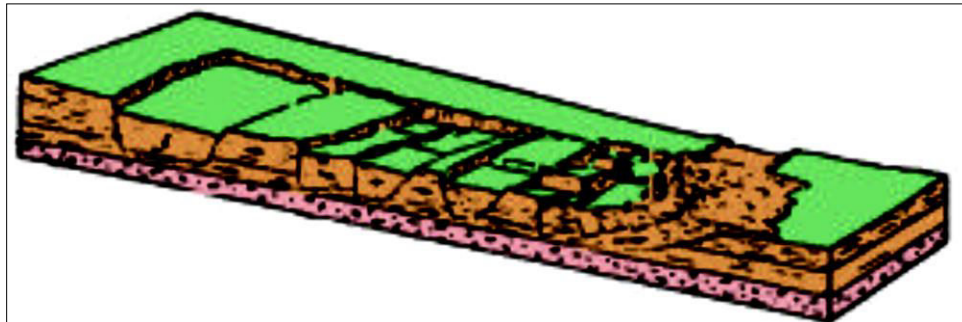
- Basculamientos: rotación de uno o más elementos alrededor de un punto pivote. (Figura 2.13).



Fuente: Apuntes Para El Curso Gestión Del Riesgo

Figura 2.13 Basculamiento de columnas de roca

- Separaciones laterales: movimiento de extensión lateral acompañado por fracturamiento cortante o tensional (Figura 2.14.).



Fuente: Apuntes Para El Curso Gestión Del Riesgo

Figura 2.14 Separación lateral

2.2.3, Deslizamientos

Desplazan masas a lo largo de uno o más planos discretos. Pueden ser rotacionales o traslacionales en su movimiento.

2.2.3.1. Clasificación de los deslizamientos

Según Varnes,³² los deslizamientos se clasifican en base a diferentes características, como el tipo de movimiento y la naturaleza del material. Ver tabla 2.7.

Tabla 2.7 Clasificación de los deslizamientos

TIPO DE MOVIMIENTO		TIPO DE MATERIAL		
		ROCA	SUELO	
			DE GRANO GRUESO	DE GRANO FINO
CAÍDA		Caída de rocas	Caída de detritos	Caída de suelos
BASCULAMIENTOS		Basculamiento de rocas	Basculamiento de detritos	Basculamiento de suelos
DESGLIZAMIENTOS	ROTACIONALES	Deslizamiento rotacional de rocas	Deslizamiento rotacional de detritos	Deslizamiento rotacional de suelos
	TRANSLACIONALES	Deslizamiento traslacional de rocas	Deslizamiento traslacional de detritos	Deslizamiento traslacional de suelos
SEPARACIONES LATERALES		Separación lateral en rocas	Separación lateral en detritos	Separación lateral en suelo
FLUJOS		Flujos de rocas	Flujos de detritos	Flujos de suelo
COMPLEJOS		Combinación de dos o más tipos		

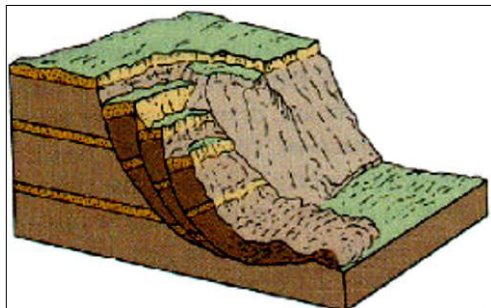
Fuente: Varnes, 1978.

▪ Deslizamiento Rotacional:

La superficie de ruptura es circular o semicircular y cóncava hacia arriba. El movimiento se efectúa por rotación alrededor de un eje paralelo al talud. Generalmente, los

³² (Varnes, 1978)

mecanismos de ruptura se presentan en terrenos constituidos por rocas muy alteradas y fracturadas.

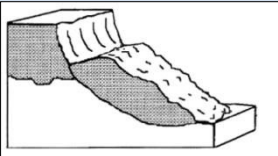
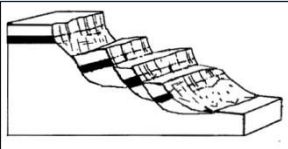


Fuente: Apuntes Para El Curso Gestión Del Riesgo

Figura 2.15 Deslizamiento Rotacional

Los deslizamientos rotacionales también presentan una subdivisión, entre ellos encontramos Simples, Sucesivos y múltiples. Tabla 2.8

Tabla 2.8. Tipo de deslizamientos rotacionales

DESLIZAMIENTO ROTACIONAL	GRÁFICO
Rotacional Simple: cuando la superficie de ruptura es única	
Rotacional Sucesivo: se presenta cuando existen varias superficies de ruptura, semicirculares, independientes y paralelas entre sí.	
Rotacional múltiple: se presentan varias superficies de ruptura y éstas convergen en profundidad en un único plano rotacional.	

Fuente: Varnes, 1978.

- **Deslizamiento Translacional o planar:**

Se presenta cuando la superficie de ruptura sigue un plano de discontinuidad (falla o fractura), es más o menos plana o suavemente ondulante y la masa se mueve paralela a la superficie del terreno. Los factores que impulsan este tipo de deslizamientos son el alto valor de pendiente y precipitaciones cortas e intensas.

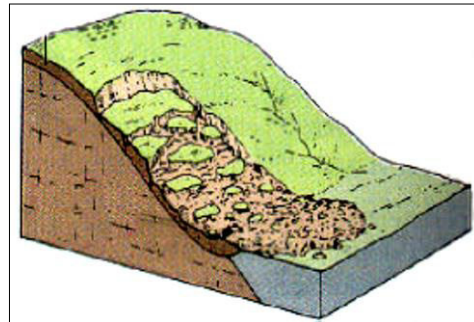


Figura 2.16. Deslizamiento Translacional

- **Flujos:** Masas que se mueven como unidades deformadas, viscosas, sin un plano discreto de ruptura (Figura 2.17).

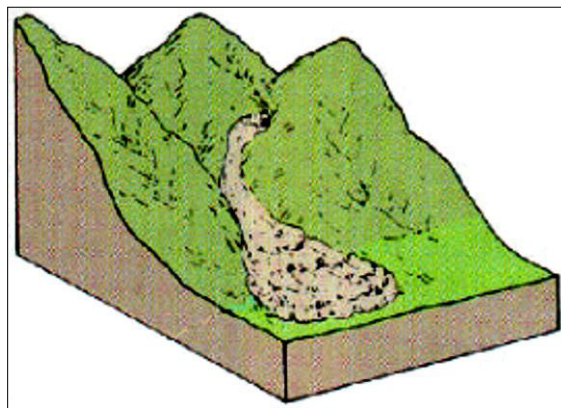


Figura 2.17 Flujo de detritos

Algunos deslizamientos pueden presentar más de un tipo de movimiento, en este caso se describen como complejos.

- **Reptación:**

Es un tipo de movimiento provocado por la inestabilidad de un talud y la gravedad, es un movimiento muy lento que se da en capas superiores de laderas arcillosas. La velocidad de bajada es mayor en la superficie, está relacionado con procesos de variación de humedad estacionales ya que el agua favorece este fenómeno actuando como lubricante o aumentando el peso, se manifiestan en forma de pequeñas ondulaciones y suelen ser signo de una posible futura inestabilidad.



Fuente: Ing. Mario Cruz

Figura 2.18 Gráfica de árboles inclinados por reptación del suelo

- **Solifluxión:**

Es un desplazamiento diferencial de una parte de la ladera. Su origen se produce por la diferencia de comportamiento entre la formación superficial y el sustrato o por un cambio de textura o hídrico. Estos movimientos de masa poseen una capa límite que separan las partes solifluidas y no solifluidas. La forma que toman estos movimientos es de lóbulo en las laderas, de colada (sobre todo cuando hay un gran aporte de agua), y laminar.

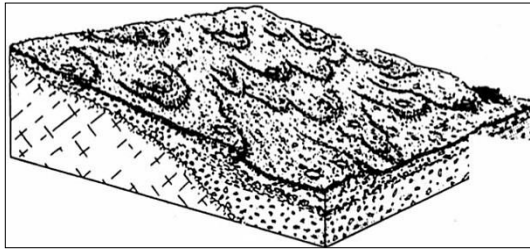


Figura 2.19 Desplazamiento por soliflucción

2.2.3.2. Elementos de un deslizamiento

- a) **Escarpe principal:** Una superficie de fuerte pendiente sobre terreno no perturbado alrededor de la periferia del deslizamiento, causado por movimiento de material de deslizamiento fuera del terreno no perturbado. La proyección de la superficie de escarpa debajo del material desplazado viene a ser la superficie de la ruptura.
- b) **Escarpe secundario:** Una superficie de pendiente fuerte sobre el material desplazado producida por movimientos diferenciales al interior de la masa deslizante.
- c) **Cabeza:** La parte superior del material de deslizamiento a lo largo del contacto entre el material desplazado y la escarpa principal.
- d) **Puntera:** El punto más lejano de la margen desde la cima del deslizamiento.
- e) **Pie:** La porción del material desplazado que queda pendiente abajo del margen de la superficie de ruptura.
- f) **Cuerpo principal:** Aquella parte del material desplazado suprayacente a la superficie de ruptura entre la escarpa principal y el pie y la base de la superficie de ruptura.

-
- g) Flanco:** El costado de un deslizamiento de tierras.

 - h) Corona:** El material que aún permanece en su lugar, prácticamente no desplazado y adyacente a las partes más altas de la escarpa principal.

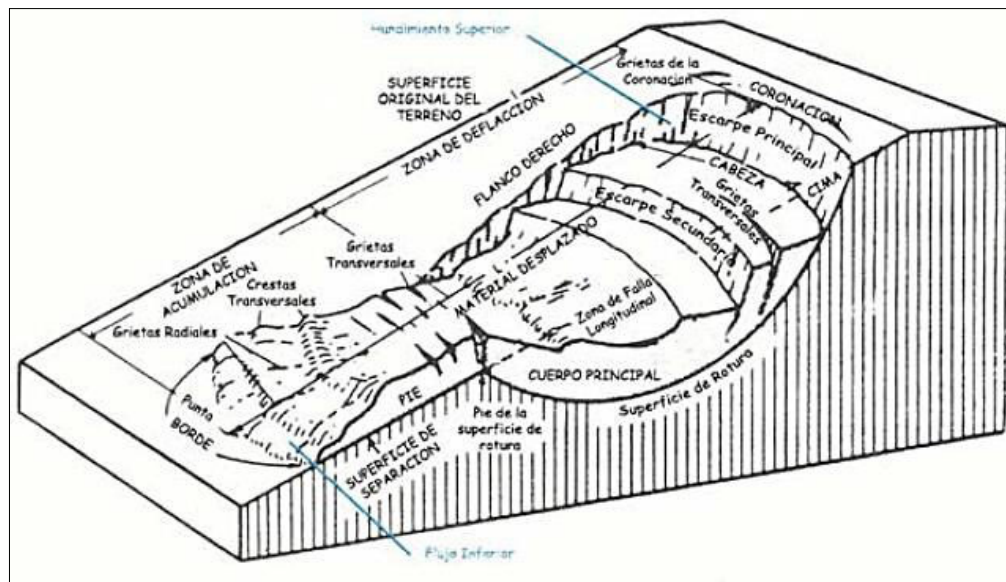
 - i) Superficie original del terreno:** La pendiente que existía antes que ocurra el movimiento que se está considerando. Si ésta es la superficie de un deslizamiento anterior, el hecho debe ser anotado.

 - j) Superficie de separación:** Es la superficie que separa el material desplazado del material estable pero no se reconoce que hubiera sido una superficie que falló.

 - k) Material desplazado:** El material que se ha desplazado de su posición original sobre la pendiente. Puede estar en estado deforme o no deforme

 - l) Zona de agotamiento:** El área dentro de la cual el material desplazado queda debajo de la superficie original del terreno.

 - m) Zona de acumulación:** El área dentro de la cual el material desplazado queda encima de la superficie original del terreno.



Fuente: Elena González Gómez. 2003.

Figura 2.20. Esquema de un deslizamiento 33

2.2.3.3. Factores que influyen en la estabilidad del terreno

En la formación de los deslizamientos intervienen conjuntamente varios factores entre ellos los siguientes:

³³ (González, Gómez, 2003)

Tabla 2.9 Factores de influencia en la inestabilidad del terreno

FACTORES DE INFLUENCIA		
Factores Internos	Intrínsecos	Litología
	Extrínsecos	Pendiente
		Vegetación
		Humedad
Factores Externos	Efectos climáticos	Precipitaciones intensas
		Temperatura
	Sismicidad	Vibraciones
	Modificaciones Antrópicas	Cortes en el Terreno
		Construcciones
		Cambios en el régimen hidrológico superficial

a. Factores internos

Se relacionan con las condiciones propias de los materiales litológicos y los factores geodinámicos producidos en el interior de la superficie terrestre.

▪ Intrínsecos

Litología

Las rocas o suelos presentan diferentes grados de estabilidad debido a las características textuales y mineralógicas de los materiales lo cual favorece o reduce la resistencia al corte.

Dependiendo de cómo se encuentre el suelo alterado, meteorizado o fracturado es más susceptible para la generación de deslizamientos.

▪ Extrínsecos

Pendiente

La pendiente de un punto es el ángulo que forma el plano horizontal con el plano tangente a la superficie del terreno en ese punto. La pendiente se refiere al ángulo de inclinación de las vertientes, con respecto a la horizontal. Está expresado en porcentaje esto se obtiene multiplicando por 100 la tangente del ángulo que define el desnivel del suelo.

$$Pendiente = \frac{Diferencia\ de\ nivel\ (Altitud)}{Distancia\ Horizontal}$$

Ecuación 2.1 Cálculo de la pendiente

A medida que la pendiente aumenta, los taludes son más susceptibles a los deslizamientos; en general, sobre pendientes entre 12-25 grados se presenta el mayor número de deslizamientos. Sin embargo, una vez que sobrepasan los 25 grados de inclinación, la susceptibilidad al movimiento disminuye, debido a que las pendientes más pronunciadas están asociadas a formaciones rocosas de gran estabilidad.

Vegetación

La vegetación cumple un importante papel en términos de la prevención de deslizamientos ya que realiza las siguientes funciones:

Interceptación: el follaje y los residuos de las plantas absorben la energía de la lluvia y previenen la compactación del suelo por el impacto de sus gotas directamente sobre la superficie.

Retención: físicamente, el sistema de raíces amarra o retiene las partículas del suelo, además las partes aéreas funcionan como trampas de sedimentos.

Retardación: sobre la superficie, los residuos incrementan su aspereza, o dicho en otras palabras, aumentan el coeficiente de rugosidad del terreno, disminuyendo así la velocidad de escorrentía.

Infiltración: las raíces y los residuos de las plantas ayudan a mantener la porosidad y permeabilidad del suelo.

Transpiración: el agotamiento de la humedad del suelo por las plantas retrasa la saturación y con ello la aparición de escorrentía superficial.

Humedad

La humedad superficial del suelo es un parámetro de vital importancia que determina los flujos hídricos y energéticos que se producen en la capa límite entre el suelo y la atmósfera.

Determina la participación de la precipitación en escorrentía e infiltración, la tasa de evapotranspiración o la ocurrencia de erosión hídrica del suelo.

b. Factores externos

▪ Efectos climáticos

Las precipitaciones es uno de los factores que afecta la estabilidad de las laderas, muchos deslizamientos ocurren durante o después de los períodos de lluvia intensa la cual depende de la duración e intensidad de la misma.

▪ Sismicidad

Las vibraciones provocadas por los sismos pueden ser suficientemente fuertes para provocar un deslizamiento ya que la energía liberada como producto de la activación de fallas ocasiona la ruptura de grandes cantidades de material.

▪ Modificaciones antrópicas

Las actividades humanas han sido las responsables en la alteración y modificación del equilibrio que existe en la naturaleza, debido a: cortes y excavaciones para la construcción de caminos, edificios, viviendas, vertido de rellenos de material suelto en los taludes y escarpe de las laderas, deforestación para usar el terreno en actividades agropecuarias, etc.

Estas obras en general cambian las condiciones hidrogeológicas al alterar el drenaje superficial afectando el nivel freático y el flujo natural de escurrimiento.

2.2.3.4. Grado de actividad

Deslizamiento activo: es aquel movimiento que ya se produjo la rotura pero que aún está más o menos estable en la ladera y que puede ser alterada por la presencia de características visibles como grietas de tracción, signos de reptación, poca o ausencia de vegetación y erosión.

Deslizamiento potencial: es aquel movimiento que se encuentra en suspenso pero presenta todas las características para que un factor externo actúe sobre él y desencadene el movimiento.

Deslizamiento antiguo o paleo deslizamiento: es un movimiento inactivo, que no ha vuelto a ser afectado por algún factor externo.

Deslizamiento reactivado: es un deslizamiento activo que previamente ha sido antiguo.

2.2.4, Metodología para la identificación de deslizamientos en la ciudad de Esmeraldas

Para la identificación de los deslizamientos en la ciudad se obtuvo las fotografías aéreas en formato digital, pertenecientes al IGM tomadas para el Proyecto Esmeraldas GSD 6cm, Plan de Vuelo Esmeraldas GCM. Las fotografías son de alta resolución a escala 1:5.000 lo cual permite visualizar claramente todo el terreno. Las imágenes cubren el área urbana de la ciudad y los sectores colinados en donde se ha extendido mayormente la población. Ver figura 2.21.

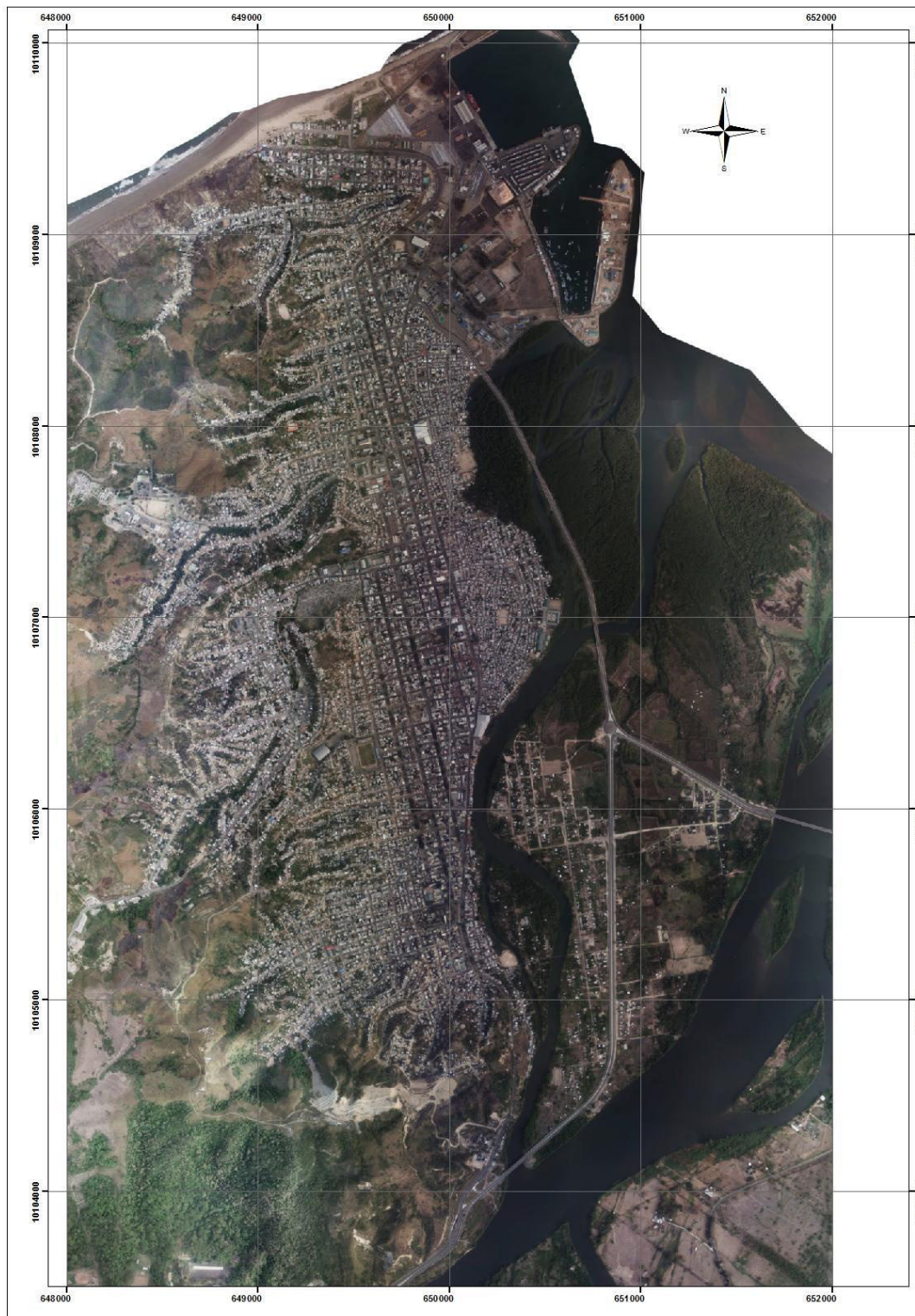


Figura 2.21. Fotomosaico Ciudad Esmeraldas Escala 1:5.000

2.2.4.1. Proceso de Fotointerpretación

De acuerdo a Menéndez, 2009³⁴ “La fotointerpretación es el arte o ciencia de examinar las imágenes de los objetos fotografiados con el propósito de identificarlos, deducir su significado y valorarlos según el fin que se persigue.”

En el caso de este proyecto era necesaria la fotointerpretación para poder determinar las áreas que habían sido afectadas por un deslizamiento debido a que pueden ser visibles en función al relieve que da la sensación el uso de un estereoscopio de espejos, después esto será verificado en campo tomando en cuenta otros factores.

Para la fotointerpretación en este caso se utilizó un esteresocopio de espejos que es un aparato plegable que permite obtener una visión tridimensional de las fotografías colocadas debajo de él. Ver figura 2.22.

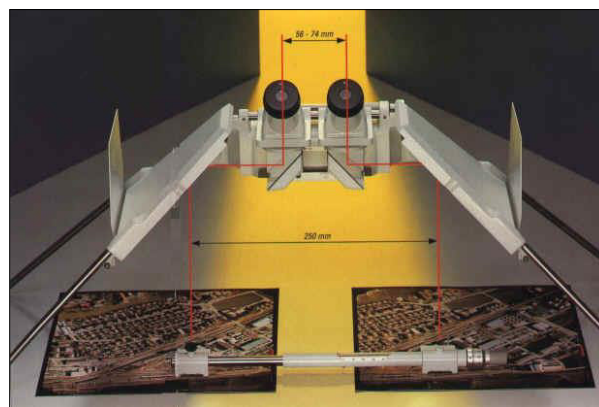


Figura 2.22. Estereoscopio de espejos

Las fotografías aéreas deben ser consecutivas es decir todas deben formar su par estereoscópico, además de cumplir con algunas especificaciones que permitan que lo que ha sido interpretado en el laboratorio, se sujete a la realidad del terreno, según Quiroz

³⁴ (Menéndez & Núñez, 2008)

2011³⁵, el par estereoscópico deben ser de la misma escala o muy parecida, que el traslape longitudinal entre ellas sea del 60% del terreno, el rumbo del avión haya sido lo más constante posible para evitar giros de la fotografía, la verticalidad del ojo de la cámara en el momento de la toma no exceda los 2°.

Para la fotointerpretación se procedió a imprimir en papel fotográfico cada una de las imágenes en tamaño A4 esto únicamente por motivos de comodidad al momento de colocarlas bajo el estéreo.

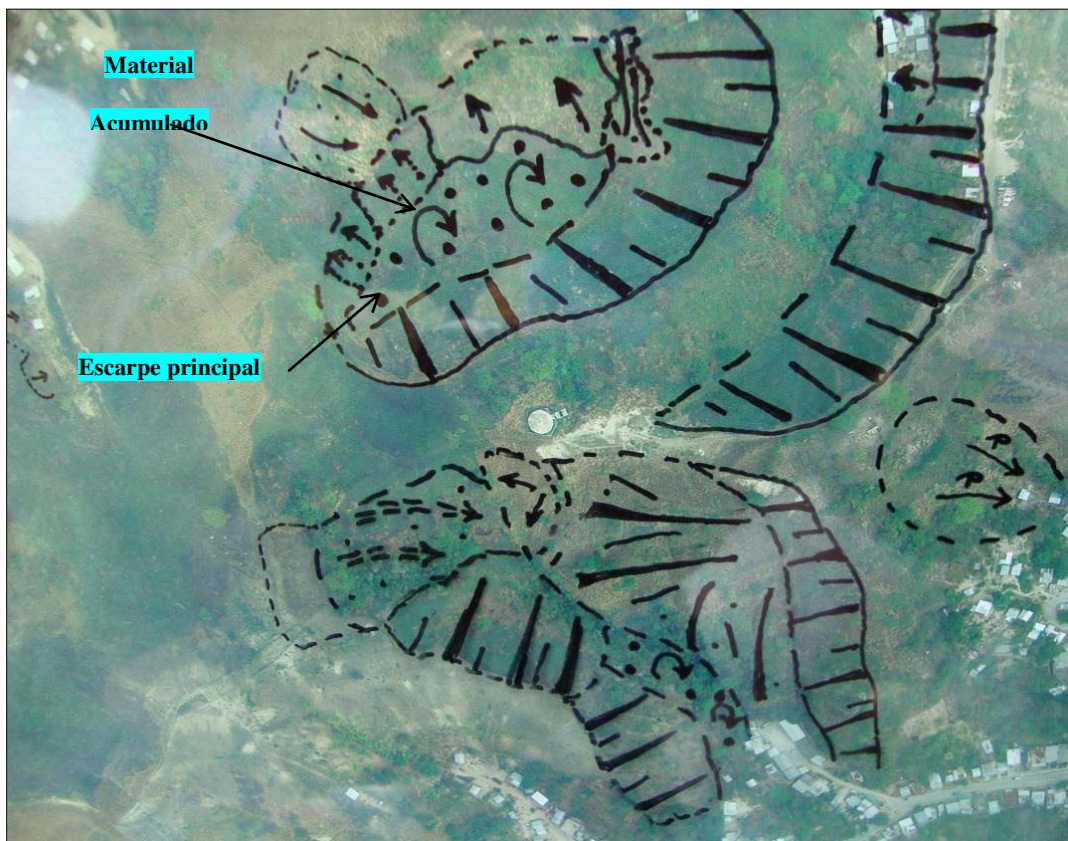


Imagen 2.1. Dibujo de la forma de un deslizamiento después del proceso de la primera fotointerpretación

³⁵ (Quiroz Hernández, 2011)

2.2.4.2. Verificación en campo

Después de realizada la fotointerpretación se procede a digitalizar en ArcGis 9.3 sobre el fotomosaico orto rectificado de las fotografías, todos los deslizamientos encontrados para ser verificados en campo. La verificación se la realiza visualmente constatando si existen procesos de reptación, grietas de tracción en el suelo o como en algunos casos se ve claramente la forma del deslizamiento y el material acumulado. Ver Imagen 2.2 y 2.3.



Imagen 2.2. Deslizamiento Rotacional sector

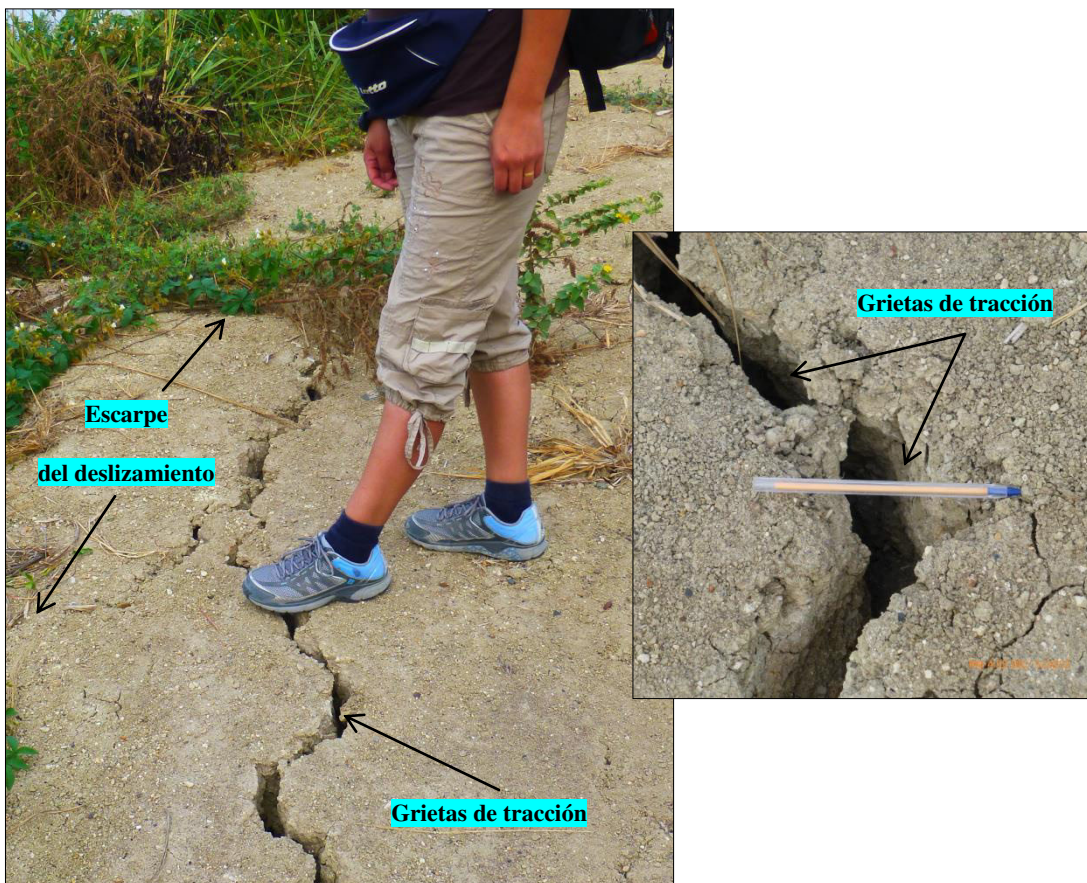


Imagen 2.3. Grietas de tracción en el escarpe de un deslizamiento activo en el sector del tanque de agua.

2.2.4.3. Elaboración de fichas de campo

Las fichas de campo fueron elaboradas a partir de la recopilación de datos técnicos que permiten la caracterización de cada movimiento en masa como deslizamientos, desprendimientos y flujos de lodo analizados en la fotointerpretación.

Cada ficha presenta la siguiente estructura con sus respectivas opciones:

- **Ubicación del movimiento**

Sección que se encuentra el código único de cada movimiento e información de su ubicación en la parroquia y barrio respectivo.

- **Características del movimiento de laderas**

Identifica características como:

-El tipo de movimiento y subtipo: Deslizamiento (rotacional, traslacional), desprendimiento (caída libre) o flujo de lodo.

-Grado de actividad: Activo, antiguo, potencial o reactivado

- **Factores desencadenantes**

Factores que actúan sobre la ladera y modifican el estado de equilibrio de la misma como precipitaciones intensas, prolongadas, movimientos sísmicos, actividad antrópicas (rellenos, obra civil, etc.) y sobrecarga en la laderas (viviendas)

- **Factores condicionantes**

Factores que condicionan la estabilidad de la ladera como materiales blandos, meteorizados o alterados, pendientes fuerte

- **Características morfológicas de la ladera**

- Materiales afectados por el movimiento de ladera: Suelo o Roca

- Condiciones de la roca o suelo: Grado de fracturación, grado de meteorización y grado de humedad cada una con su distinción alto, medio y bajo.

- **Estado de conservación y rasgos presentes sobre el depósito**

-Presencia de vegetación en las grietas de tracción: Desnuda, semivegetada, herbácea, arbustiva o arbórea.

-Porcentaje de cobertura: >70%, 70-40%, <40%

-Estado de la corona: Conservada, Erosionad, Reforestada

-Estado del depósito: Sin erosión perceptible, Con erosión perceptible.

-Rasgos observables: planos degradados, planos múltiples, planos sencillos, escalones visibles, superficie del depósito irregular, superficie del depósito plana, grietas laterales abierta, grietas transversales abierta, signos de reptación, removilización antrópica, grietas de tracción.

- **Forma de la ladera**

-Forma: cóncava, convexa o plana

-Ubicación de la rotura en la ladera: Corona, pie, parte intermedia

- **Uso del suelo**

Urbano edificado, pastos natural, industria e infraestructura, urbano no edificado, cultivos, malezas, forestal, pasto mejorado, natural.

- **Evaluación de daños**

-Daños a infraestructura transporte y comunicaciones: Carreteras, Caminos

Líneas de comunicaciones, Antenas, vías.

-Daños a infraestructura energéticas: Tendidos eléctricos, otros.

-Otras edificaciones afectadas: Educativos, Hospitales, Administrativos, Centros operativos, otros.

Para la eficiencia de la ficha, ésta debe ser llenada in situ apoyada con las fotografías de campo y los puntos GPS tomados en cada lugar visitado.



Imagen 2.4. Toma de información en fichas de campo

Cada una de las fichas de campo de la ciudad se encuentra en el Anexos 2, las mismas que muestran los datos técnicos descritos anteriormente con sus respectivas imágenes tanto en la interpretación como en la realidad.

INVENTARIO DE DATOS TÉCNICOS DE DESLIZAMIENTOS VISITADOS EN CAMPO

CÓDIGO DESLIZAMIENTO: TPO01		PARROQUIA: LUIS TELLO		BARRIO: TERCER PISO	
Características del Movimiento de laderas		Factores desencadenantes		Características Geológicas	
Tipo de movimiento: Deslizamiento Rotacional	Grado de actividad: ACTIVO	Precipitaciones intensas	Movimientos sísmicos	Materiales afectados por el movimiento: Suelo	Estado de conservación y rasgos presentes sobre el depósito
Forma de la ladera		Actividad antrópica (vertidos)		Grado de fracturación: Medio	Presencia de vegetación en las grietas de tracción: Herbácea
Ubicación ruptura: Parte intermedia		Factores condicionantes		Grado de meteorización: Medio	Estado de la corona: Reforestada
Forma: Cóncava		Pendiente Fuerte		Grado de humedad: Semisaturado	Porcentaje de cobertura: 70-40%
				Rasgos Observables: Signos de reptación	

Uso del Suelo:	Daños a infraestructura transporte y comunicaciones:	Daños a infraestructura energética:	Otras edificaciones afectadas:
Urbano edificado	Caminos	Tendidos eléctricos	Centro educativo,
Malezas	Líneas de comunicación		Otros

IMÁGENES TPO01:

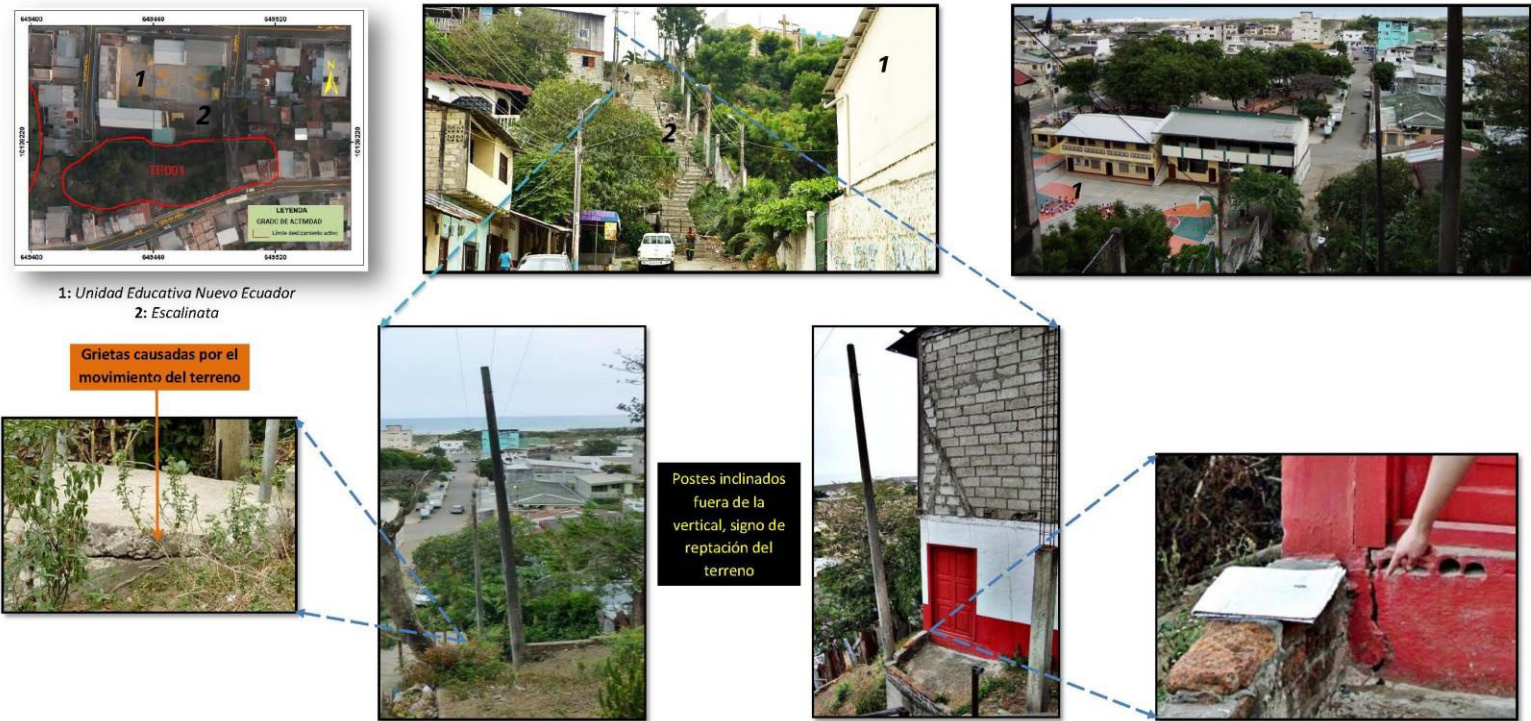


Gráfico 2.6 Fichas de campo para los deslizamientos

2.2.4.4. Generación del mapa de Amenazas por deslizamientos

Una vez que se ha realizado la verificación se vuelve a hacer una reinterpretación de los deslizamientos ya confirmados en campo sobre todo para establecer claramente los límites y la forma que presenta en el territorio.

Se digitaliza nuevamente en el software y se establece la simbología con la que se va a representar en el mapa (ver Figura 2.23). y se ingresa en la geodatabase todos los atributos identificados en cada uno de los deslizamientos. Ver Anexo 2

La simbología debe representar cada una de las partes de un deslizamiento, los escarpes presentes y la ubicación del material acumulado, el límite del deslizamiento, el grado de actividad y la dirección del movimiento.



Figura 2.23. Mapa de deslizamientos presentes en la ciudad de Esmeraldas

3. CAPÍTULO 3

3. INVENTARIO, DESCRIPCIÓN Y RESULTADOS DE LOS DESLIZAMIENTOS DE LA CIUDAD DE ESMERALDAS

Una vez realizada la fotointerpretación, y la verificación en campo, se ingresaron en las fichas de campo, (Anexo 2) los datos técnicos referente a: las características del movimiento de laderas, factores desencadenantes, factores condicionantes, características geológicas del terreno, estados de conservación y rasgos presentes sobre el depósito, uso del suelo y posibles daños a infraestructura de transporte, energía comunicación y viviendas existentes en la zona. De acuerdo a esto, se detalla a continuación un inventario realizado de todos los deslizamientos encontrados en la zona de estudio y que después de un proceso de verificación se han confirmado todas sus características.

3.1, INVENTARIO

Cada ficha contiene el código del deslizamiento de acuerdo al barrio donde se encuentra, así mismo se detalla la parroquia donde está ubicado. En todas las fichas se encuentra una caracterización general de cada deslizamiento junto con las fotografías y la digitalización en el orto mosaico. Ver Anexo 2. A continuación se detalla cada una de las fichas levantadas:

- **Ficha N°1. Deslizamiento TP001. Anexo 2.1.**

El deslizamiento pertenece al Barrio Tercer Piso, localizado al SE del Centro Educativo Nuevo Ecuador, tiene una extensión de $2,74 \text{ Km}^2$, se clasifica como activo, debido a que se evidenciaron algunos signos de inestabilidad en el terreno entre los cuales se puede nombrar la pérdida de verticalidad de dos postes ubicados a lo largo de una escalinata que une la calle Carmen Rosero con la Av. Luis Tello, se encontraron también grietas en las cunetas que son causadas por el constante y lento movimiento del terreno un fenómeno conocido como reptación. Otro signo de actividad del deslizamiento son las fisuras encontradas en las paredes de las viviendas. Como adicional se observó un mal manejo de residuos sólidos en el área debido a que las personas que circulan por el lugar arrojan la basura y esta se estanca en las cunetas de la escalinata lo que provocaría un estancamiento del agua lluvia que debe circular por ahí, esto provoca contaminación ambiental y visual deteriorando un sector que podría ser un llamativo turístico, como un mirador, por su ubicación frente al mar



Imagen 3.1. Fotointerpretación Deslizamiento TP001

• **Ficha N°2. Deslizamientos EP001 y EP002. Anexo 2.2.**

Ubicados en el Panecillo, en la parroquia Luis Tello, juntos tienen una extensión de $3,48 \text{ Km}^2$, están localizados en la ladera del Cerro Panecillo en la Av. Bolívar cerca del malecón junto al edificio del Canal 6. Se clasificaron como activos, por sus rasgos característicos como poca cobertura vegetal, un alto grado de fracturación y meteorización, siendo un factor desencadenante las condiciones climáticas de la zona como un fuerte viento que puede ir desagregando el material y desestabilizando la ladera. Esto se evidencia por recientes movimientos de tierra que dejaron rastros de material acumulado al pie del deslizamiento, provocando daños y obstrucción en las vías. El material que no pudo ser removido está formando un nuevo deslizamiento con características similares a los primeros, siendo todos rotacionales por la forma cóncava de la ladera. Todo este movimiento de tierra está dejando fuertemente inestable al Cerro Panecillo constituyendo un peligro para la infraestructura existente como viviendas, ubicadas al borde del deslizamiento, redes de transporte y comunicación y áreas de recreación.



Imagen 3.2. Fotointerpretación Deslizamientos EP001 y EP002.

- **Ficha N°3. Deslizamiento M004. Anexo 2.3.**

Ubicado en la calle Coquito y Miramar, Barrio Miramar, Parroquia Luis Tello. Extensión $0,29 \text{ Km}^2$. A diferencia de los anteriores este movimiento es clasificado como un desprendimiento por caída libre, activo por su reciente desplazamiento de material evidenciado en el terreno. Es una superficie pequeña, con una corona bien conservada y un alto grado de humedad. No se presentarían muchos daños de ocurrir un nuevo movimiento debido a que su material se encuentra alejado de cualquier infraestructura.

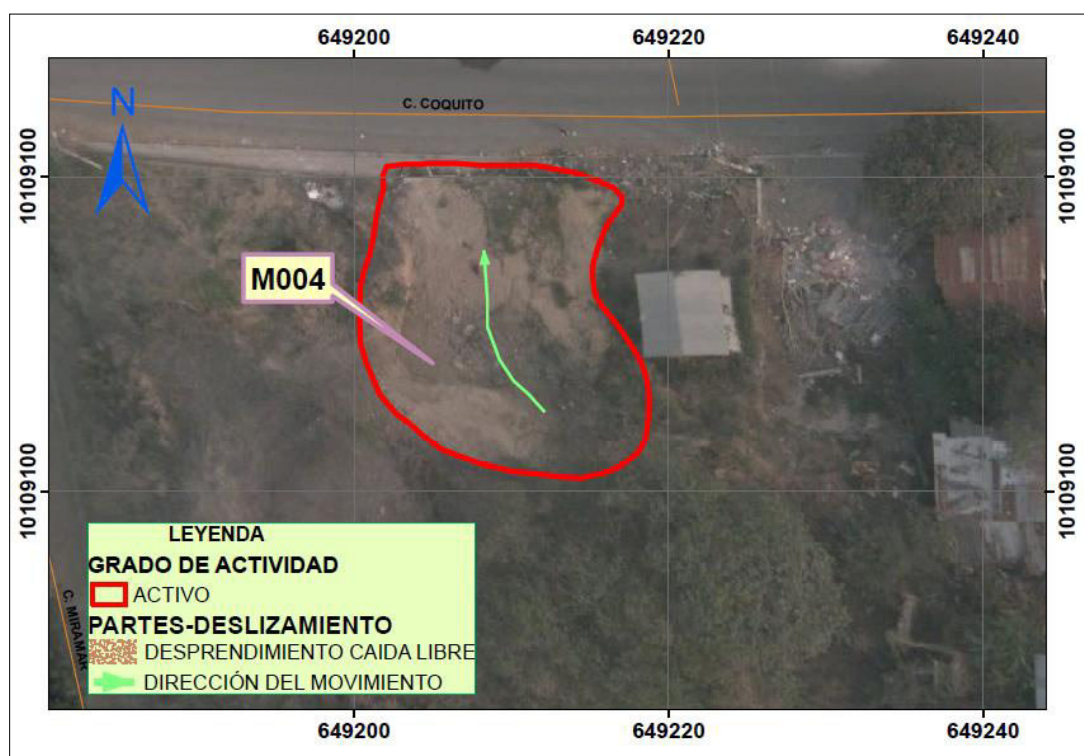


Imagen 3.3. Fotointerpretación Deslizamiento M004.

- **Ficha N° 4. Deslizamiento M005. Anexo 2.4.**

Ubicado entre las calles Coquito y Miramar, tiene una extensión de $3,9 \text{ Km}^2$, es un deslizamiento de carácter potencial con grandes rasgos de inicio de actividad debido a los flujos de lodo observados, postes con pérdida de verticalidad y sobrecarga de infraestructura como viviendas en la ladera, por esto esta sobrecarga se considera como el

principal factor desencadenante para el inicio del movimiento. Como un acontecimiento aparte, se evidencian algunas casas que presentan grandes grietas debido a un sismo ocurrido en años anteriores que las habría dejado vulnerables a cualquier evento, en este caso si sucede un deslizamiento en la zona serían estas viviendas las principalmente afectadas. Esta zona se trata de un área inestable.



Imagen 3.4. Fotointerpretación Deslizamiento M005

- **Ficha N° 5. Deslizamiento M006. Anexo 2.5.**

Se encuentra ubicado en el barrio Miramar, parroquia Bartolomé Ruiz. Extensión $56,09\text{Km}^2$. Este deslizamiento es uno de los más preocupantes debido a que presenta grandes grietas de tracción lo que indica que hay un movimiento de tierra muy considerable, y tomado en cuenta la gran masa de tierra que podría desplazarse, el daño a la infraestructura, tanto de la parte superior (como es el tanque de reserva de agua), como

todas las viviendas ubicadas en la parte baja, sería de gran consideración. Es un deslizamiento de tipo rotacional, activo nuevamente aunque con bastante vegetación presente en su área, la corona presenta un estado de revegetación completa. Se considera como factores desencadenantes la actividad antrópica tal como es la construcción de un tanque de agua y la actividad sísmica de la zona.

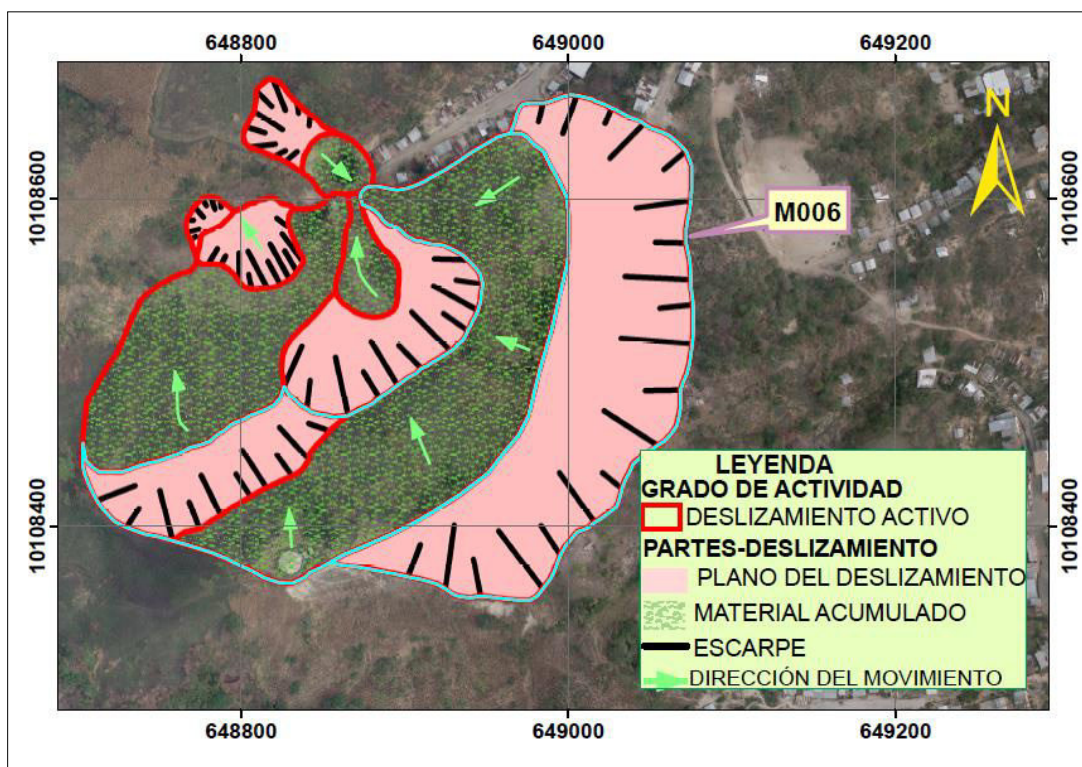


Imagen 3.5. Fotointerpretación Deslizamiento M006

- **Ficha N° 6. Deslizamiento M007 y M008. Anexo 2.6.**

Se encuentran ubicados en la parroquia Bartolomé Ruiz, Barrio Miramar. Son deslizamientos de tipo rotacional que por su grado de actividad se consideran como Activos, su ladera presenta una forma cóncava, mostrando su ruptura en la corona y en la parte intermedia. Son movimientos adyacentes al deslizamiento M006, por tanto también se

ven afectados por la actividad antrópica como es la construcción del tanque de reserva. Existen grietas de tracción en su suelo pero cubierto con un poco de vegetación herbácea.

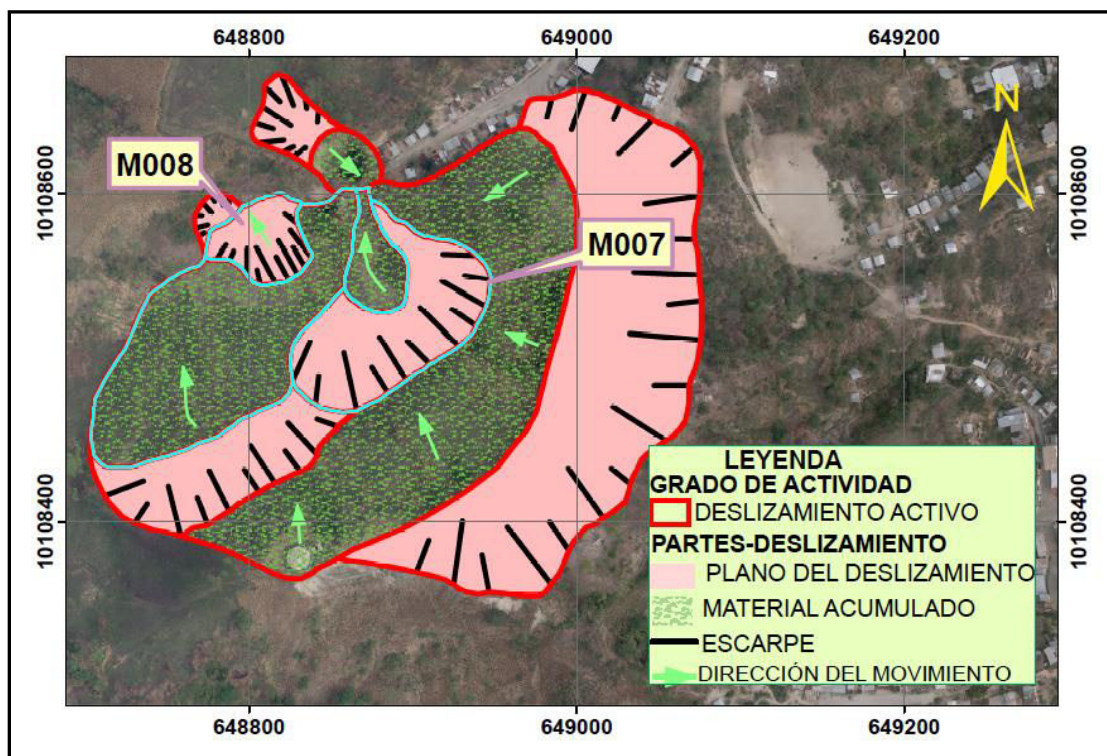


Imagen 3.6. Fotointerpretación Deslizamiento M007, M008.

- **Ficha N° 7. Deslizamiento BR001. Anexo 2.7.**

Se encuentra ubicado en la parroquia Bartolomé Ruiz en el camino que dirige al botadero. Es un movimiento de tipo rotacional, activo por los rastros presentes de un movimiento ocurrido recientemente. Presenta una forma cóncava, la ruptura se encuentra ubicada en la corona. Los factores desencadenantes para un nuevo deslizamiento son las precipitaciones intensas, movimientos sísmicos y sobrecargas en la ladera, es decir viviendas que se ubiquen en el sector. La forma de la corona se observa conservada y el sitio de depósito del material sin erosión perceptible. Si ocurriera nuevamente el deslizamiento se verían afectadas las vías y algunas viviendas ubicadas en la base.

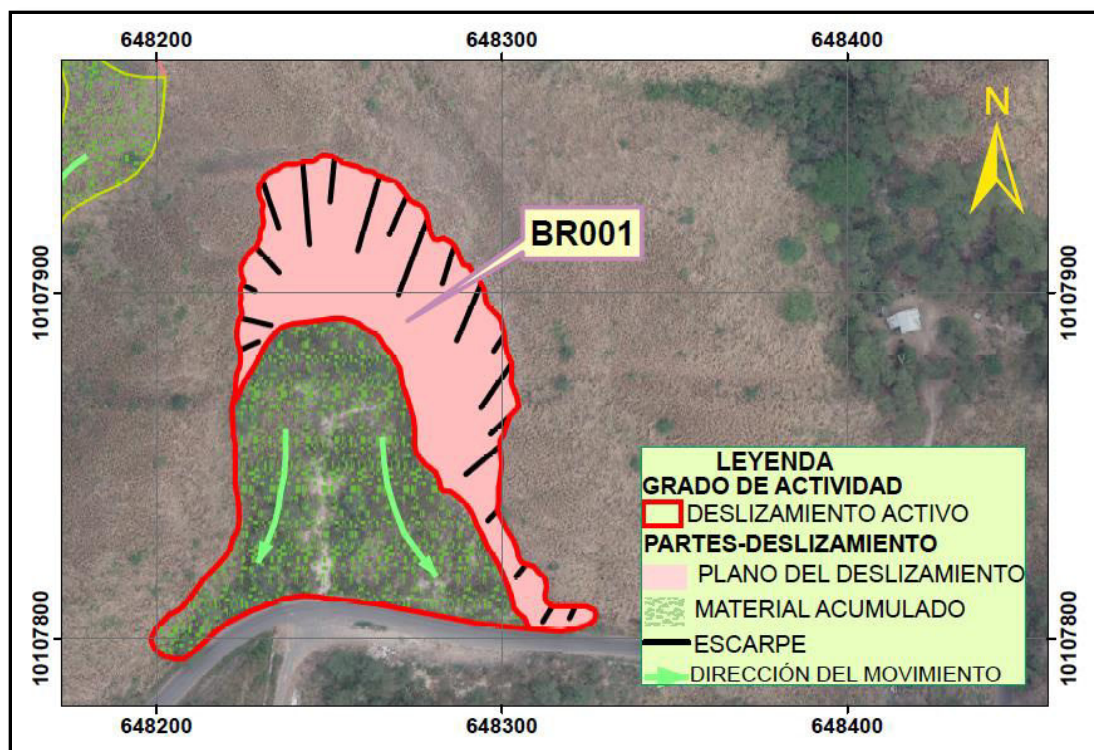


Imagen 3.7. Fotointerpretación Deslizamiento BR001

- **Ficha N° 8. Deslizamiento TA001. Anexo 2.8.**

Se encuentra ubicado en la parroquia 5 de Agosto, en el Barrio 13 de Abril. Este deslizamiento es un movimiento que ya tuvo sus inicios en el año de 1996, cuando se evacuaron a decenas de familias debido a un agrietamiento del suelo lo que provocó el cuarteamiento de algunas casas. Se explicó que en el sitio existe una acumulación de agua en la parte subterránea y que debido a la falta de obras de drenaje incitó la formación de una especie de esponja que dio apertura al hundimiento del suelo. En ese tiempo se recomendó que se desalojaran a todas las viviendas, y se hicieran trabajos de mitigación como obras de contención y reforestación de la colina.³⁶ Estas obras se realizaron en los siguientes años, pero aún existe una fuerte tendencia a urbanizar la zona lo que está provocando nuevamente la reactivación del deslizamiento, esto se pudo ver en la

³⁶ Diario Hoy. 06/Agosto/1996. Pag. 8A

verificación de campo, donde se observó que los árboles han crecido de manera inclinada perdiendo su verticalidad, siendo uno de los signos más fuertes, la reptación, demostrando continuidad del movimiento. De ocurrir nuevamente el deslizamiento pueden ocurrir daños a infraestructuras de transporte y tendidos eléctricos, centros educativos, al coliseo y en especial a los cientos de viviendas ubicadas en el sitio.

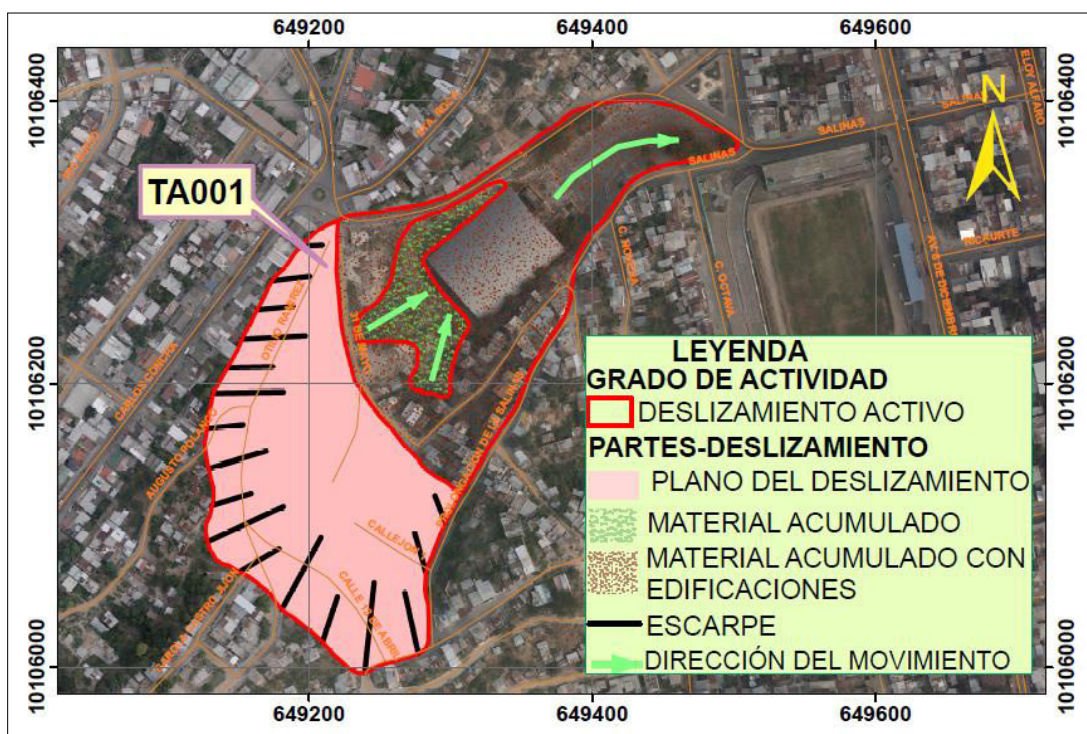


Imagen 3.8. Fotointerpretación Deslizamiento TA001

- **Ficha N° 9. Deslizamiento SC003. Anexo 2.9**

Se encuentra ubicado en la parroquia Esmeraldas, barrio Santa Cruz, es un deslizamiento de tipo rotacional con grado de actividad potencial, la ruptura está ubicada en la corona y presenta una forma cóncava. Los factores desencadenantes para el movimiento son las precipitaciones prolongadas, sobrecargas en la ladera y los movimientos sísmicos. Su suelo presenta materiales blandos meteorizados o alterados. Puede ocasionar daños a caminos, tendidos eléctricos y viviendas aledañas.

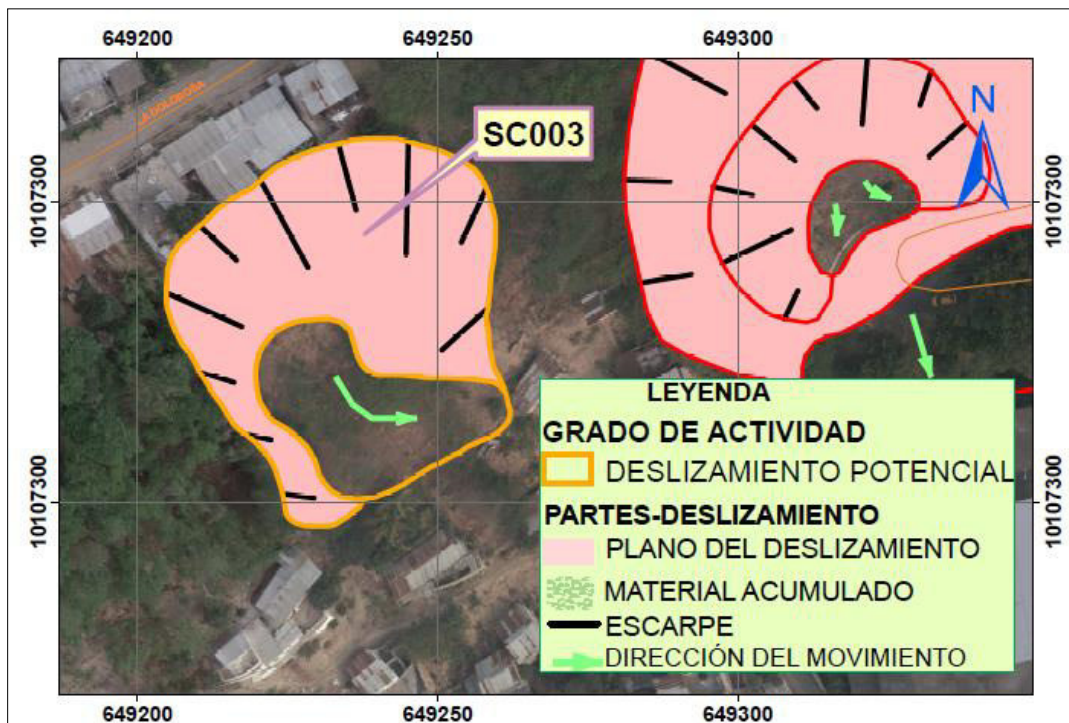


Imagen 3.9. Fotointerpretación Deslizamiento SC003

- **Ficha N° 10. Deslizamiento EC001. Anexo 2.10.**

Se encuentra ubicado en la parroquia Esmeraldas, barrio el Cementerio, es un deslizamiento rotacional de tipo activo, presenta una forma cóncava y su ruptura se ubica en la corona. Los factores desencadenantes son precipitaciones intensas y sobrecargas en la ladera.

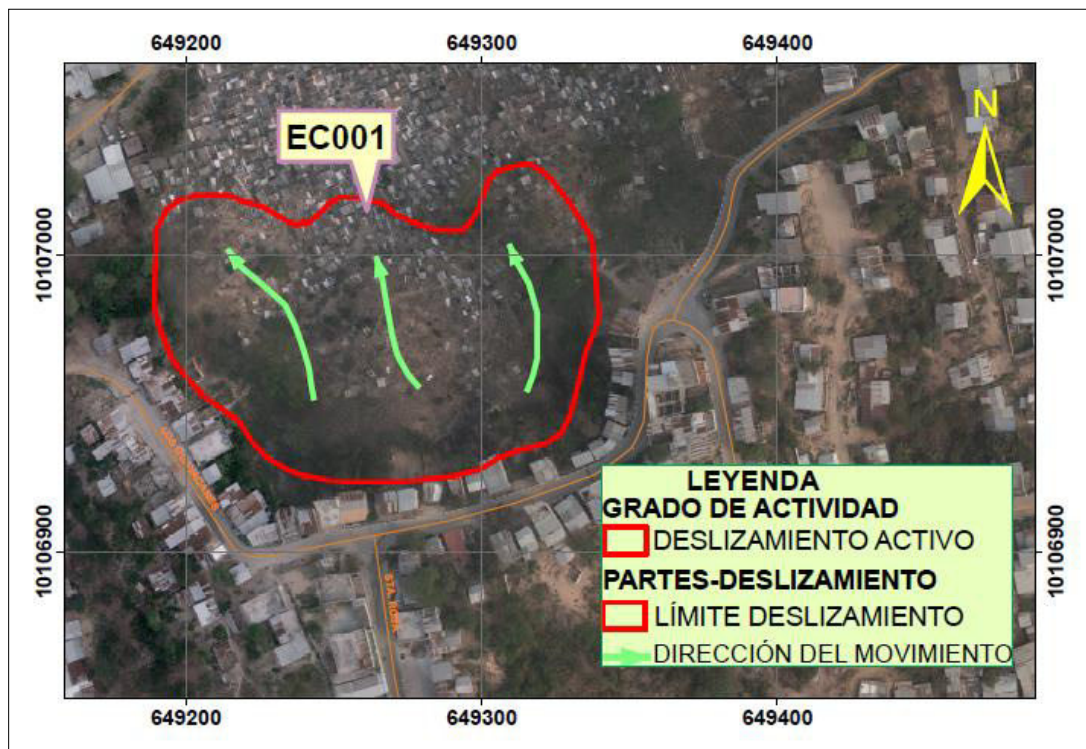


Imagen 3.10. Fotointerpretación Deslizamiento EC001

- **Ficha N° 11. Deslizamiento ES004. Anexo 2.11.**

Se encuentra ubicado en la parroquia Esmeraldas, es un deslizamiento rotacional de tipo activo, presenta una forma cóncava y su ruptura se ubica en la corona. Los factores desencadenantes son precipitaciones intensas y sobrecargas en la ladera.

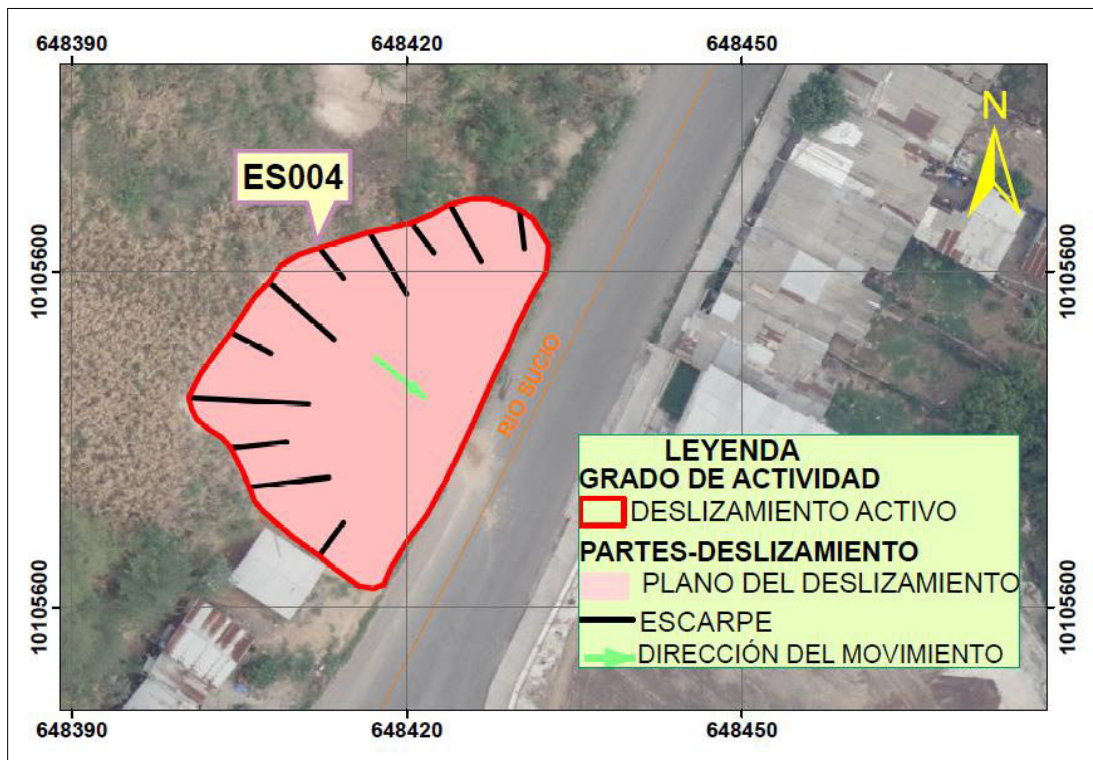


Imagen 3.11. Fotointerpretación Deslizamiento ES004

- **Ficha N° 12. Deslizamiento EB001. Anexo 2.12.**

Se encuentra ubicado en la parroquia Luis Tello, barrio Seis de Enero Bajo, es un deslizamiento rotacional con grado de actividad potencial, presenta una forma cóncava y su ruptura se ubica en la corona. Los factores desencadenantes son las precipitaciones prolongadas y los cambios en la geometría original de la ladera. Presenta un buen porcentaje de cobertura vegetal en un 70% con la corona bien conservada. Un nuevo movimiento puede ocasionar daños en los tendidos eléctricos y la carretera principal que comunica a la ciudad de Esmeraldas.



Imagen 3.12. Fotointerpretación Deslizamiento EB001

- **Ficha N° 13. Deslizamiento UP006. Anexo 2.13.**

Está ubicado en la parroquia 5 de Agosto y Barrio Unión y Progreso. Este deslizamiento se encuentra en el cerro Gatazo y ha estado afectando a barrios aledaños como La Cocoli, Unión y Progreso y la Guacharaca. Para la revisión de campo ya se encontraron realizados los trabajos de estabilización con la colocación de pernos de 30m de longitud y 15 de diámetro, que penetran 17 metros en el suelo blando y 13 en suelo semiduro. “También se colocaron cables de acero de 19.200 kilogramos por centímetros cuadrado, sostenidos por una pequeña placa de acero y aditamentos de hierro, con la finalidad de que ayuden a dar una energía adicional a los cables. En el fondo del anclaje se encuentra hormigón expansivo a base de aditivos, de tal manera que el hormigón penetre y genere una mayor resistencia para evitar ser sacados por la fuerza natural. Además, pequeñas plataformas, drenes y sub drenes en las tres hectáreas del cerro”³⁷. Estos trabajos

³⁷ Diario La Hora. Sábado, 11 de diciembre de 2010.

han demostrado ser muy efectivos hasta el momento, sin embargo en la revisión en campo se hizo una inspección de la obra y se encontró nuevas grietas de tracción en la corona lo que indica que el suelo está moviéndose lentamente. Se evidenció así mismo que existe falta de mantenimiento en el área ya que al revisar las canaletas de drenaje estas se encontraron taponadas por vegetación y escombros propios del lugar.

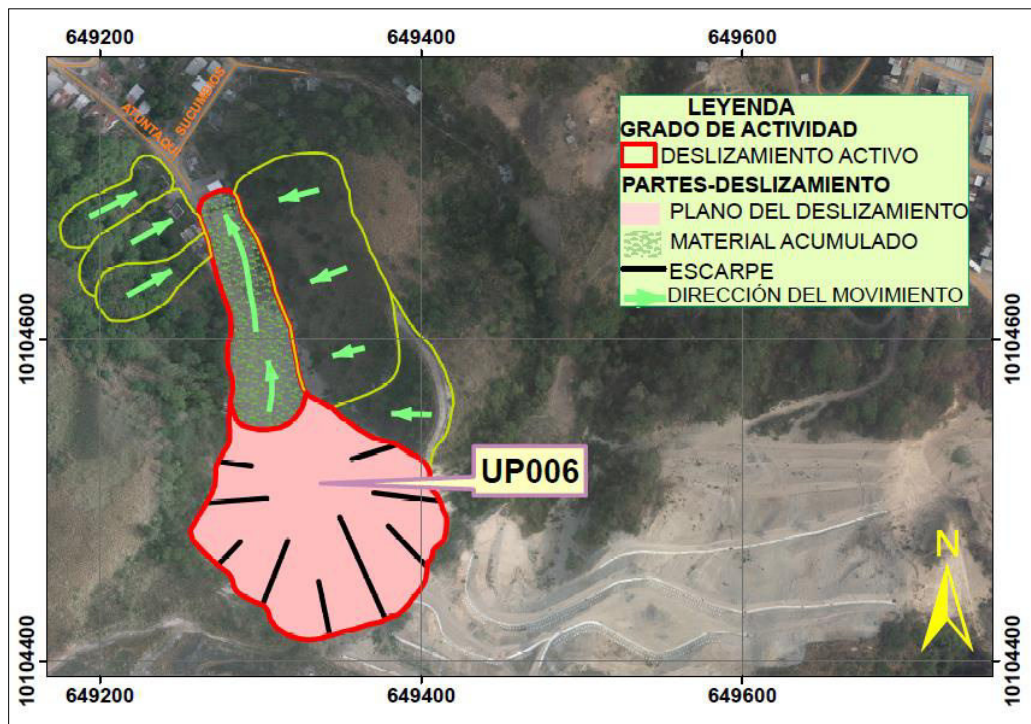


Imagen 3.13. Fotointerpretación Deslizamiento UP006

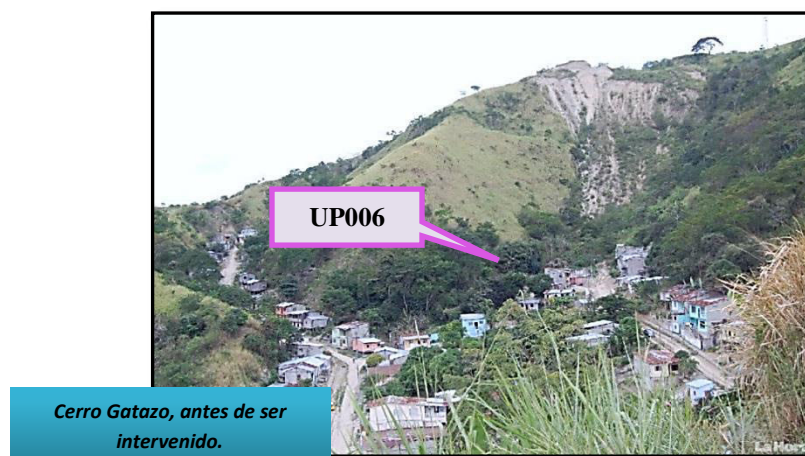


Imagen 3.14. Deslizamiento UP006, 2010

- **Ficha N° 14. Deslizamiento UP002, UP003, UP004. Anexo 2.14.**

Se encuentran ubicados en la parroquia 5 de Agosto, barrio Unión y Progreso. Son deslizamientos traslacionales de tipo paleodeslizamiento. Son de pendiente fuerte y sus factores desencadenantes son las intensas precipitaciones y los movimientos sísmicos. Presenta un 70% de cobertura vegetal con la corona en buen estado de conservación y su depósito sin erosión perceptible.

Son deslizamientos contiguos al del cerro Gatazo, pero que no presentan ningún signo de actividad.

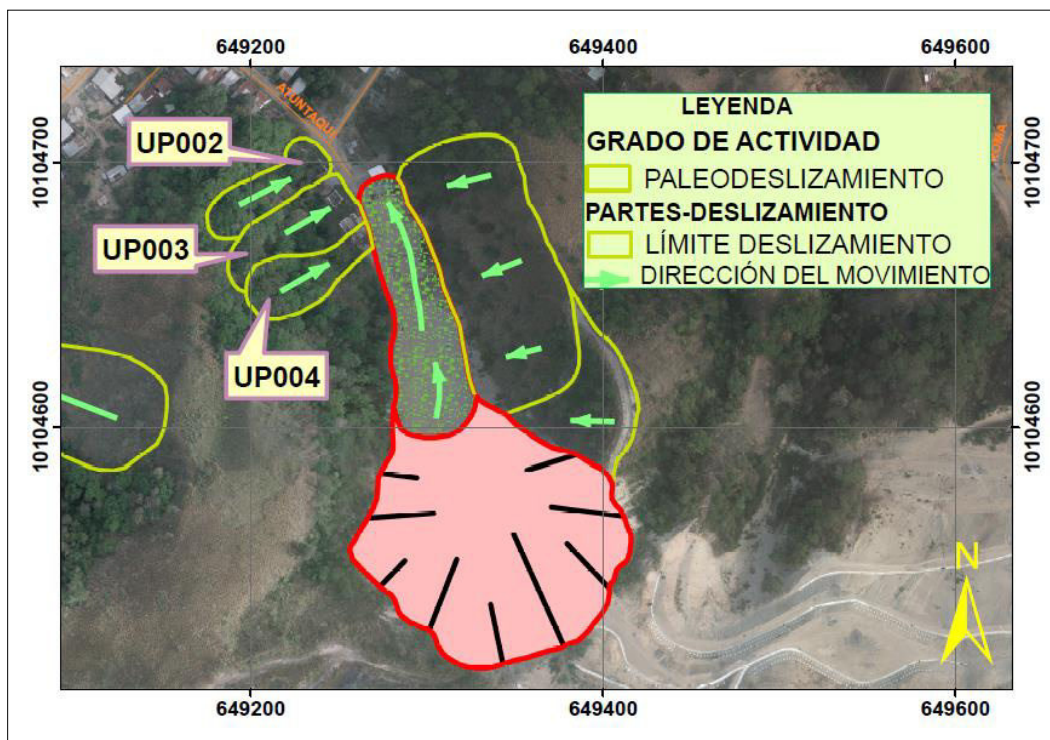


Imagen 3.15. Fotointerpretación Deslizamientos UP002, UP003, UP004.

• **Ficha N° 15. Deslizamiento ES001, ES002. Anexo 2.15.**

Se encuentra ubicado en la parroquia Esmeraldas en la vía al botadero, es un deslizamiento traslacional de tipo activo. La ubicación de la ruptura es en la corona y presenta una forma plana. Sus factores desencadenantes son las intensas y/o prolongadas precipitaciones y los movimientos sísmicos. Presenta un porcentaje de cobertura vegetal del 70 -40% con una corona bien conservada y sin erosión perceptible en el depósito. Puede ocasionar daños a infraestructura vial y tendidos eléctricos del sector así como a ciertas viviendas ubicadas en sus cercanías.



Imagen 3.16. Fotointerpretación Deslizamientos ES001, ES002

- **Ficha N° 16. Deslizamiento ES003. Anexo 2.16.**

Se encuentra ubicado en la parroquia Esmeraldas, vía al botadero. Es un movimiento caracterizado por los flujos de lodo de tipo activo. Los factores desencadenantes son las intensas precipitaciones. La superficie del depósito de es de forma irregular y la ruptura está ubicada en la corona.

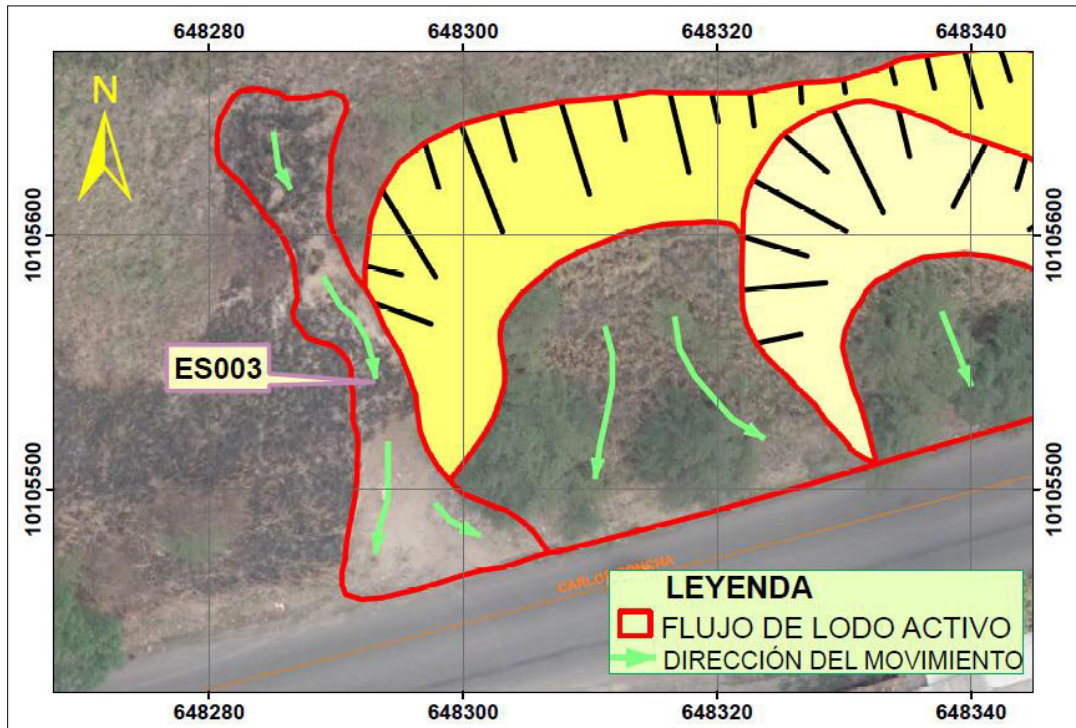


Imagen 3.15. Fotointerpretación Deslizamiento ES003

- **Ficha N° 17. Deslizamiento PP002. Anexo 2.17.**

Se encuentra ubicado en la parroquia 5 de Agosto, barrio Patricio Páez. Es un movimiento caracterizado por los flujos de lodo de tipo activo. Los factores desencadenantes son las intensas precipitaciones. La superficie del depósito de es de forma irregular y la ruptura está ubicada en la corona.

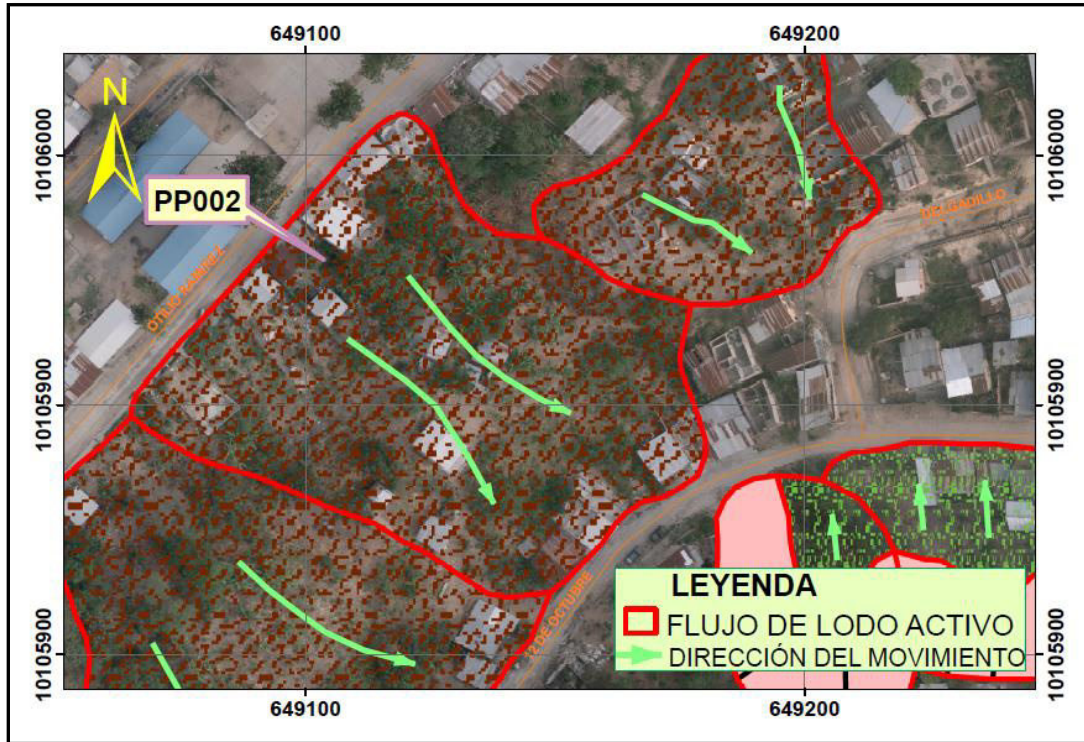


Imagen 3.16. Fotointerpretación Deslizamiento PP002

- **Ficha N° 18. Deslizamiento EE001. Anexo 2.18.**

Se encuentra ubicado en la parroquia Luis Tello en el barrio El Embudo. Es un deslizamiento rotacional de tipo activo. La ubicación de la ruptura se encuentra en la corona y en la parte intermedia y presenta una forma cóncava. Los factores desencadenantes son los movimientos sísmicos y la actividad antrópica como la deforestación y al construcción del tanque. La corona se encuentra reforestada y el depósito no presenta erosión perceptible. Durante la revisión de campo se encontraron trabajos de mitigación para detener los posibles flujos de lodo, sin embargo los habitantes de la zona estaban utilizando la obra de contención como una chanchera.

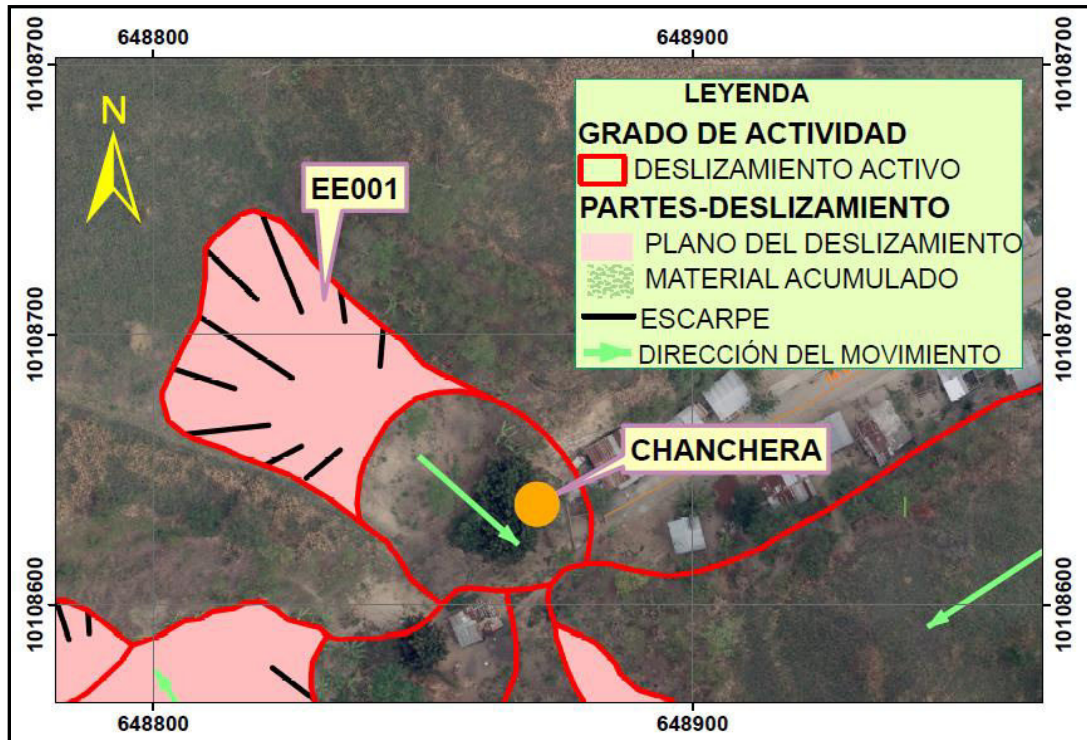


Imagen 3.17. Fotointerpretación Deslizamiento EE001

- **Ficha N° 19. Deslizamiento TP002, TP003, TP004. Anexo 2.19.**

Se encuentran en la parroquia Luis Tello barrio Tercer Piso, Son deslizamientos rotacionales activos. La ruptura se encuentra ubicada en la corona y en la parte intermedia, presenta una forma cóncava. Los factores desencadenantes son las precipitaciones intensas, movimientos sísmicos, sobrecargas en la ladera y la actividad antrópica. Tiene una fuerte pendiente lo que es un factor condicionante para un nuevo movimiento. La corona ha sido reforestada nuevamente y presenta fuertes signos de reptación que evidencia las grietas de las casa ubicadas en el sitio. Todos estos deslizamientos forman un área inestable en la zona.

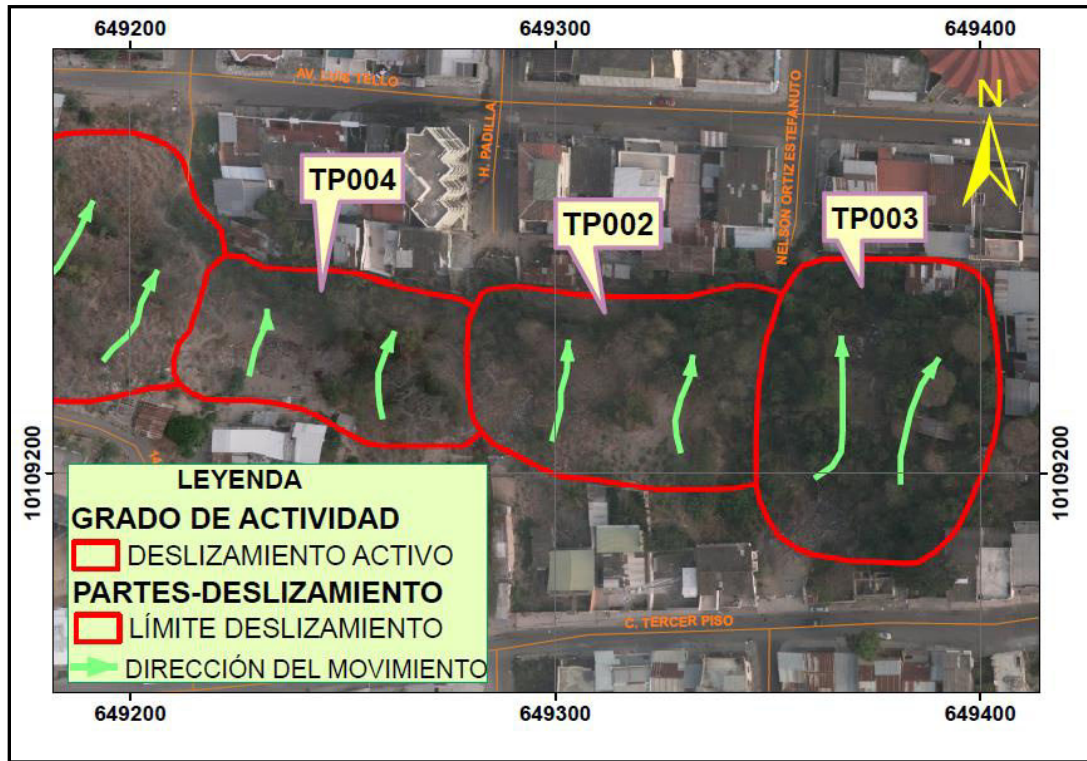


Imagen 3.18. Fotointerpretación Deslizamiento TP002, TP003, TP004

- **Ficha N° 20. Deslizamiento TP005. Anexo 2.20.**

Se encuentra en la parroquia Luis Tello barrio Tercer Piso, Es un deslizamiento rotacional de tipo activo. La ruptura se encuentra ubicada en la corona y en la parte intermedia, presenta una forma cóncava. Los factores desencadenantes son las precipitaciones intensas, movimientos sísmicos, sobrecargas en la ladera y la actividad antrópica. Tiene una fuerte pendiente lo que es un factor condicionante para un nuevo movimiento.

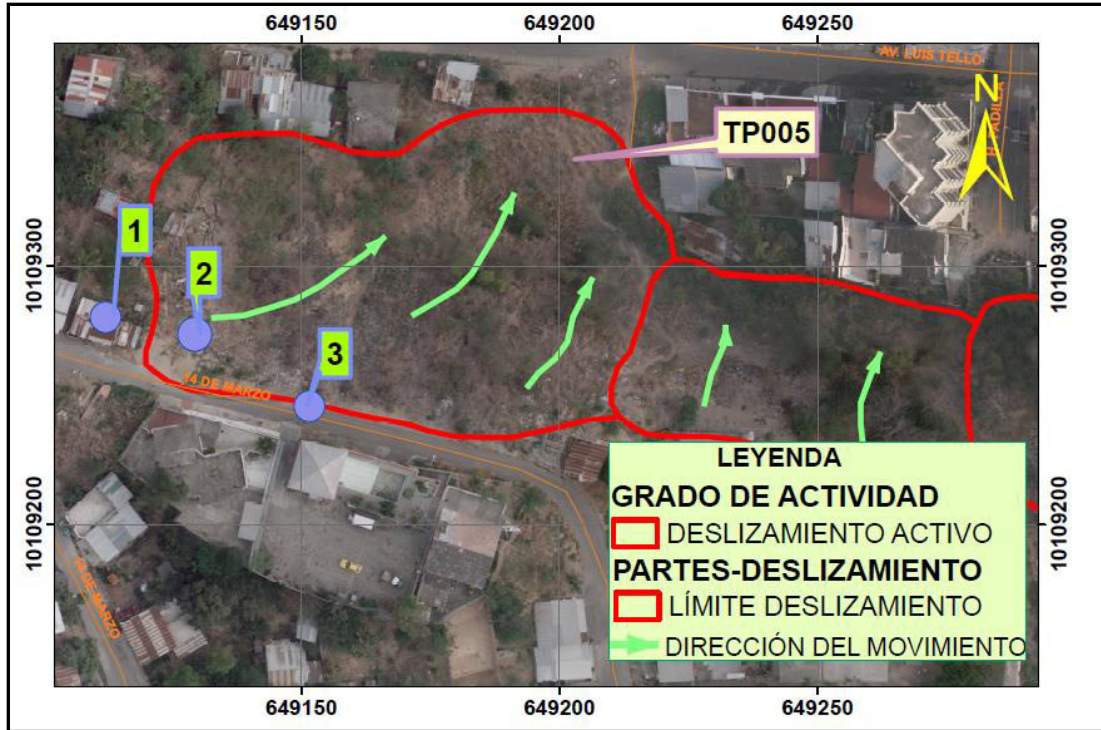


Imagen 3.19. Fotointerpretación Deslizamiento TP004, TP005.

- **Ficha N° 21. Deslizamiento BR002, BR003. Anexo 2.21.**

Se encuentran en la parroquia Bartolomé Ruiz. Son deslizamientos rotacionales reactivados. La ruptura se encuentra ubicada en la corona, presenta una forma cóncava. Los factores desencadenantes son las precipitaciones intensas y los movimientos sísmicos. Presenta una fuerte erosión con 40% o menos de cobertura vegetal en la zona, sin embargo la corona si está conservada.

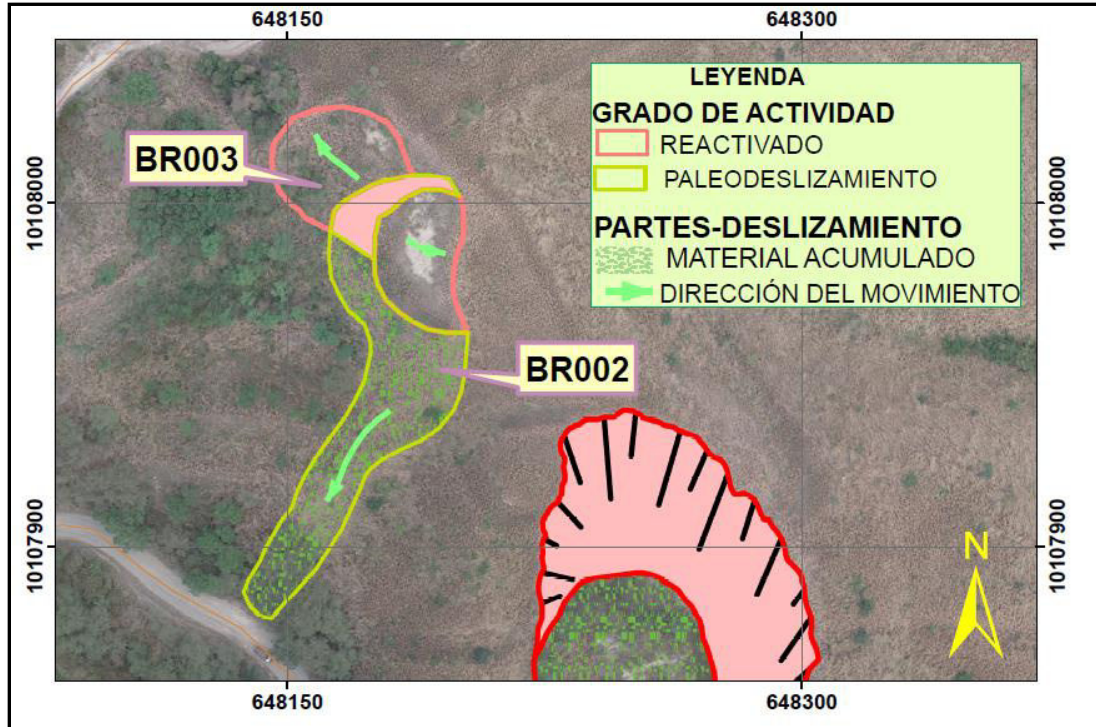


Imagen 3.20. Fotointerpretación Deslizamiento BR002, BR003.

- **Ficha N° 22. Deslizamiento SC004, SC00. Anexo 2.22.**

Se encuentran en la parroquia Esmeraldas en el barrio Santa Cruz, bajo la Universidad Católica. Es un deslizamiento rotacional, activo, la ubicación de la ruptura es en la parte intermedia y tiene forma cóncava. Los factores desencadenantes son las precipitaciones intensas, sobrecargas en la ladera y movimientos sísmicos. De suceder un movimiento este podría afectar principalmente a la universidad, caminos, tendidos eléctricos y otros.

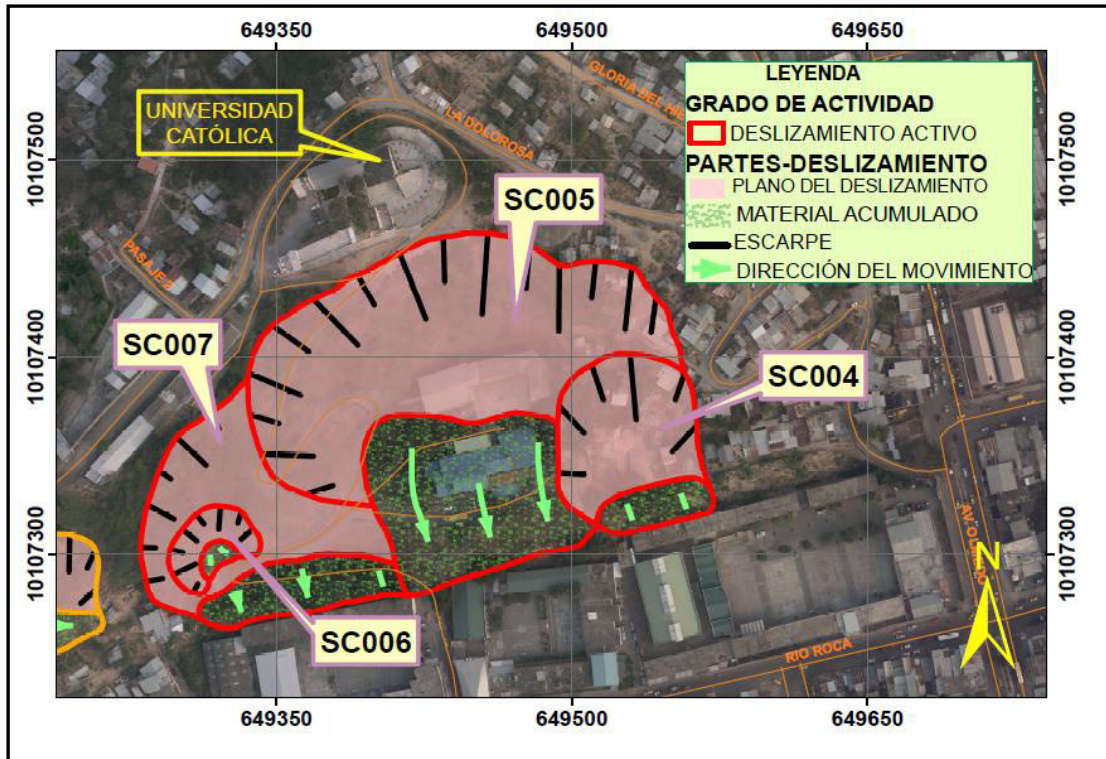


Imagen 3.21. Fotointerpretación Deslizamientos SC004, SC05, SC006, SC007.

- **Ficha N° 23 y 24. Deslizamiento LP002, LP003. Anexo 2.23, 2.24.**

Se encuentran en la parroquia Luis Tello en el barrio Las Palmas, es un deslizamiento de tipo rotacional, activo, la ruptura se encuentra ubicada en la cabecera y presenta una forma cóncava. Sus factores desencadenantes son las precipitaciones prolongadas y los movimientos sísmicos. La corona se encuentra reforestada y el depósito no presenta erosión perceptible. Puede provocar posibles daños a caminos, tendidos eléctricos y viviendas asentadas en la cabecera.

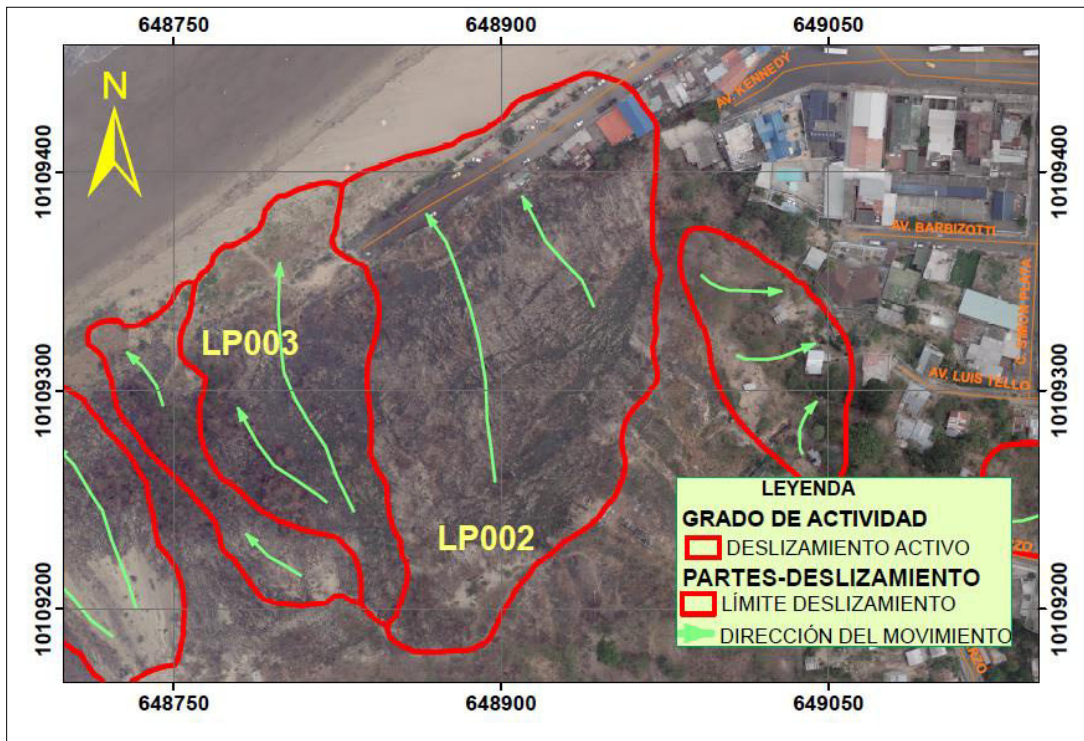


Imagen 3.22. Fotointerpretación Deslizamiento LP002, LP003.

- **Ficha N° 25. Deslizamiento LP004 - LP016 Anexo 2.25.**

Se encuentran en la parroquia Luis Tello en el barrio Las Palmas, es un deslizamiento de tipo rotacional, activo, la ruptura se encuentra ubicada en la cabecera y presenta una forma cóncava. Sus factores desencadenantes son las precipitaciones prolongadas y los movimientos sísmicos. La corona se encuentra reforestada y el depósito no presenta erosión perceptible. Puede provocar posibles daños a caminos, tendidos eléctricos y viviendas asentadas en la cabecera.

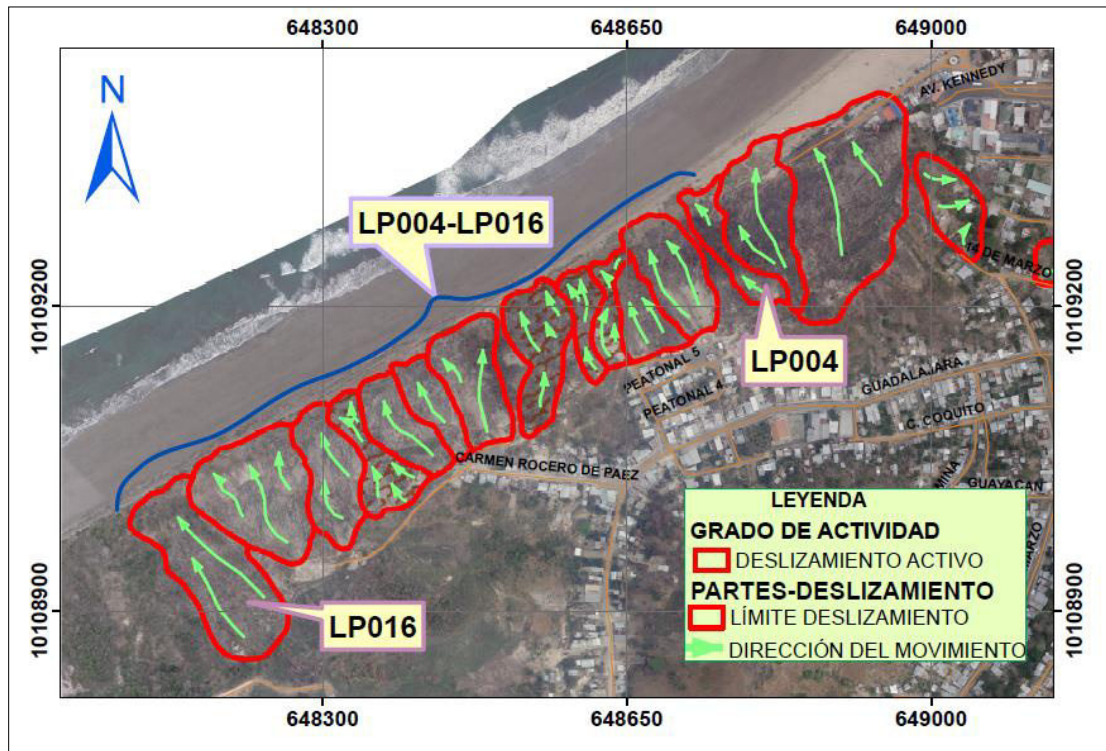


Imagen 3.23. Fotointerpretación Deslizamiento LP004 - LP016.

3.2, RESULTADOS DE LOS MOVIMIENTOS EN MASA PRESENTES

Tomando en cuenta la superficie de cada movimiento en masa en Km^2 identificados en la fotointerpretación y verificados en campo, dentro del área de estudio, se calcularon los porcentajes totales de los movimientos presentes en el territorio de acuerdo al tipo de movimiento como deslizamientos rotacionales, deslizamientos traslacionales, desprendimientos por caída libre y flujos de lodo.

En el gráfico 3.1, se demuestra que el tipo de movimiento predominante en el área de estudio es el deslizamiento rotacional con un mayor porcentaje de 85. 22% y en menor

proporción el deslizamiento traslacional, desprendimiento por caída libre y flujos de lodo con el 14.78%.

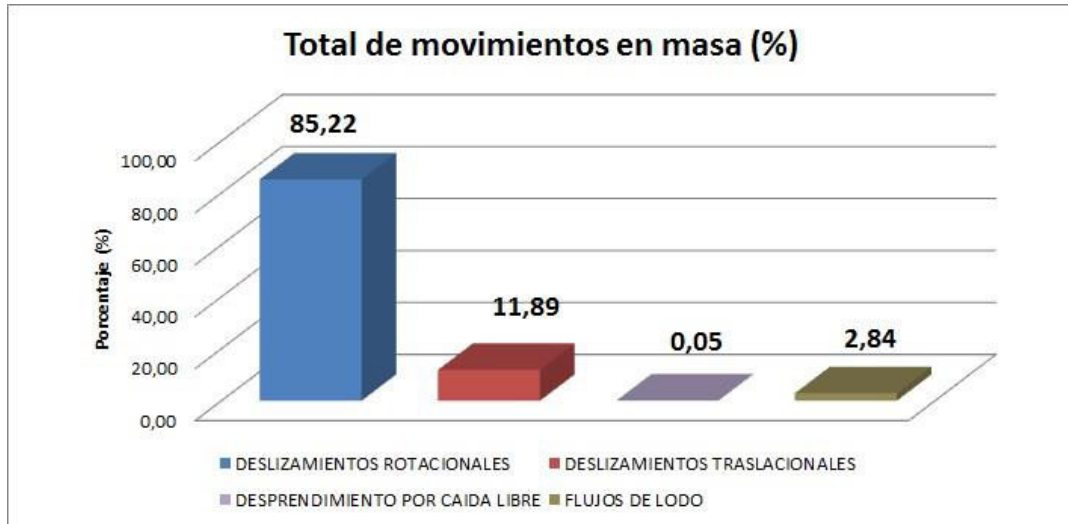


Gráfico 3.1. Porcentaje total de movimientos en masa

Al momento de hacer una comparación sobre la existencia de deslizamientos rotacionales, se constató que la parroquia Luis Tello tiene un mayor porcentaje que las demás parroquias con un 43.82%, seguido de 5 de Agosto 1 con el 22.84% y valores semejantes en Bartolomé Ruiz y Esmeraldas. Ver gráfico 3.2.

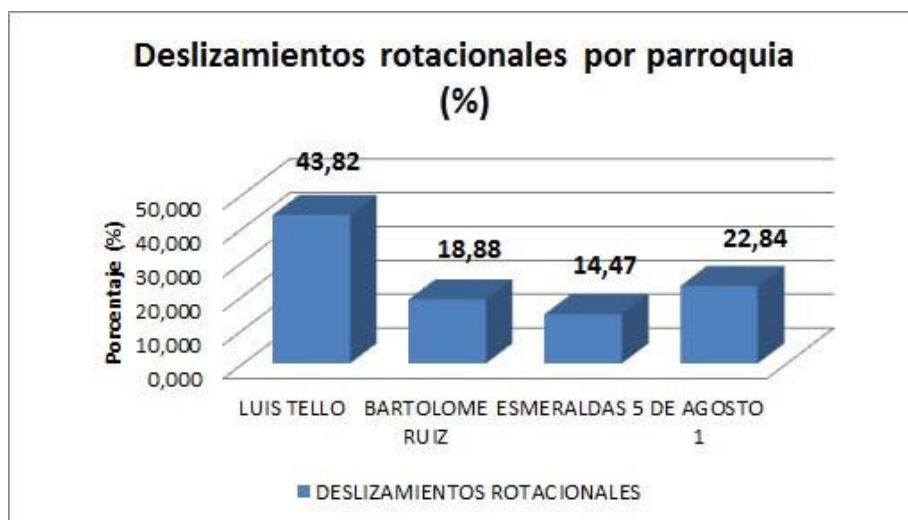


Gráfico 3.2. Porcentaje de deslizamientos rotacionales por parroquia

En contraparte, en el gráfico 3.3 se muestra que el tipo de movimiento que predomina en la parroquia Esmeraldas son los deslizamientos traslacionales con un 72,84%.

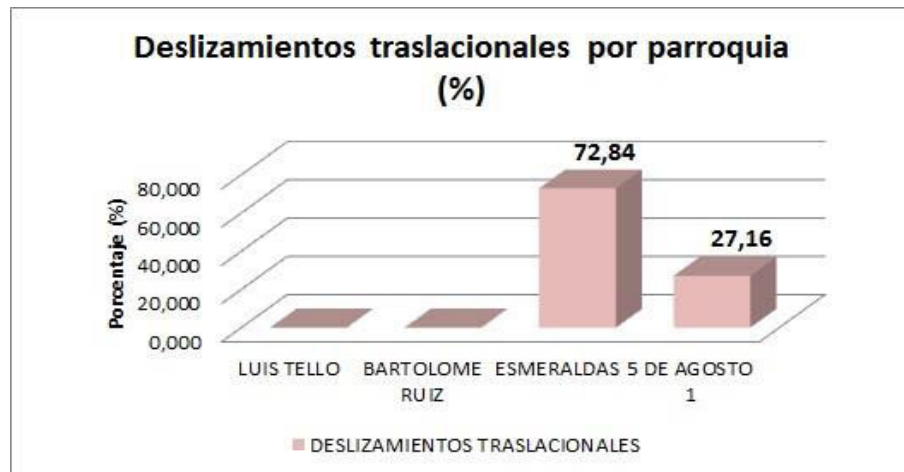


Gráfico 3.3. Porcentaje de Deslizamientos traslacionales por parroquia.

En lo que se respecta a flujos de lodo, gráfico 3.4, se encontraron una mínima cantidad en Esmeraldas con el 1.80% y una mayoría en 5 de Agosto 1 con el 98.20%.

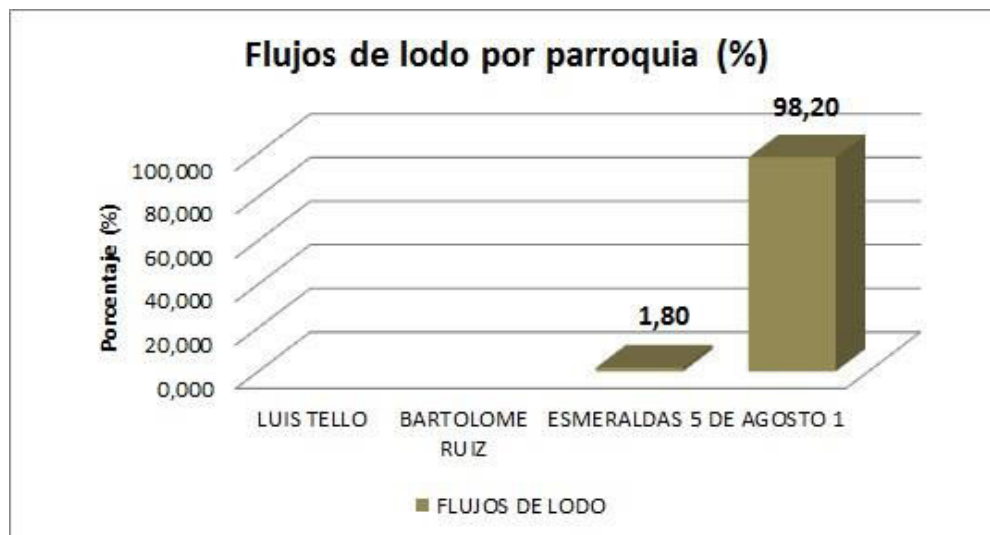


Gráfico 3.4. Porcentaje De Flujos De Lodo Por Parroquia

El porcentaje del desprendimiento por caída libre, 0,051%, fue calculado en base al total de los movimientos en masa debido a que sólo se identificó una unidad en la parroquia Luis Tello.

Conocer el grado de actividad de cada tipo de movimiento es esencial debido a la posible o inmediata ocurrencia de la ruptura en la ladera, ya sea por la influencia natural o antrópica que son influencia para el desarrollo del movimiento. Es por ello, que se ha obtenido los siguientes porcentajes totales de todos los tipos de movimiento, destacándose los activos con el 82,73% y en menores porcentajes potenciales, antiguos y reactivados tal como se muestra en el gráfico 3.5.

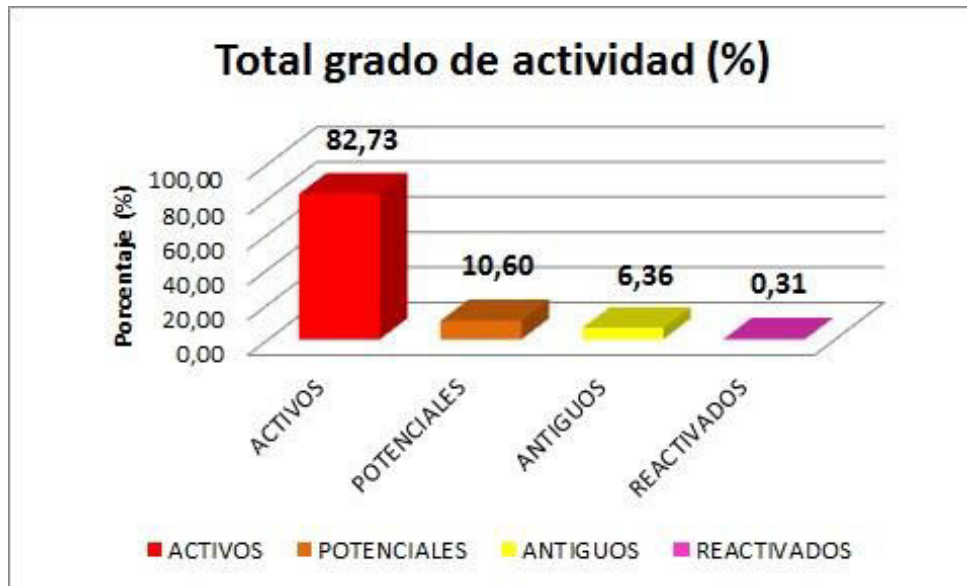


Gráfico 3.5. Porcentaje Del Grado De Actividad De Los Movimientos En Masa

El valor resultante de cada clase por grado de actividad como se muestra en el gráfico 3.5, se desglosa a continuación por cada tipo de movimiento con el fin de visualizar de mejor manera la distribución geográfica en las parroquias correspondientes.

- **Activos:** Del 82,73% de deslizamientos activos, se observa que la mayor concentración se encuentran en la parroquia Luis Tello con el 36,70% (Gráfico 3.6 y

Gráfico 3.8) con una media concentración en 5 de Agosto con el 18.77% (Gráfico 3.6 y Gráfico 3.9) y baja concentración en Bartolomé Ruiz con 13.79% (Gráfico 3.6) y Esmeraldas con 13.47% (Gráfico 3.6, Gráfico 3.7 y Gráfico 3.9).



Gráfico 3.6. Porcentaje De Deslizamientos Rotacionales Activos Por Parroquia



Gráfico 3.7. Porcentaje de Deslizamientos Traslacionales



Gráfico 3.8. Porcentaje Desprendimiento Por Caída Libre Activos Por Parroquia

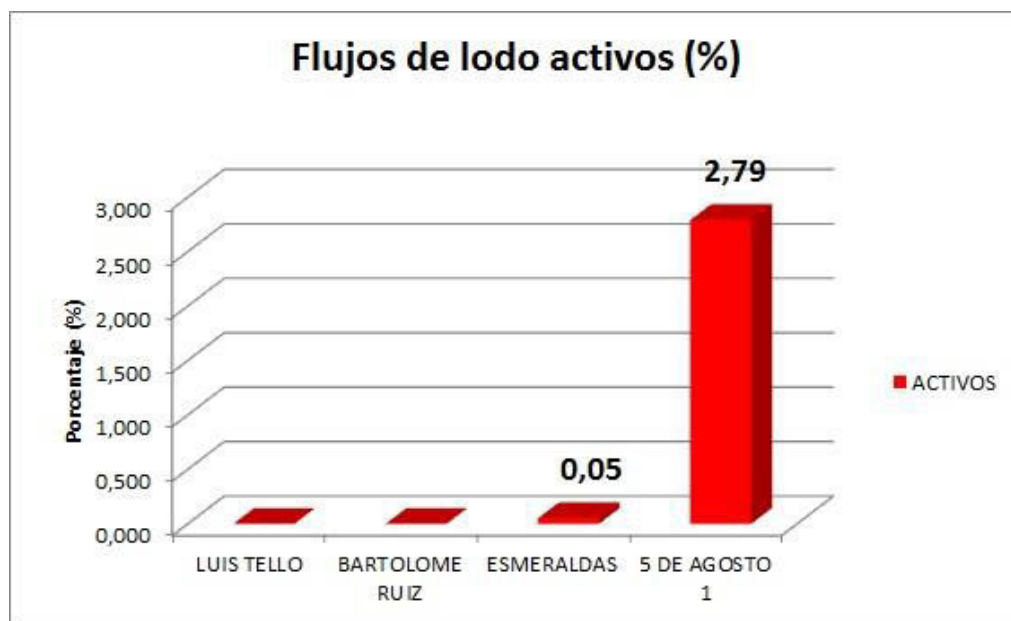


Gráfico 3.9. Porcentaje De Flujos De Lodo Activos Por Parroquia

- **Potenciales:** Del 10.60% de movimientos potenciales, existen porcentajes mínimos en las cuatro parroquias. En Esmeraldas se tiene 7.57% (Gráfico 3.10 y Gráfico 3.11) seguido 5 de Agosto con el 2.34% y Luis Tello a penas con el 0.69% (Gráfico 3.10). Estos porcentajes están distribuidos tanto en deslizamientos rotacionales como traslacionales.

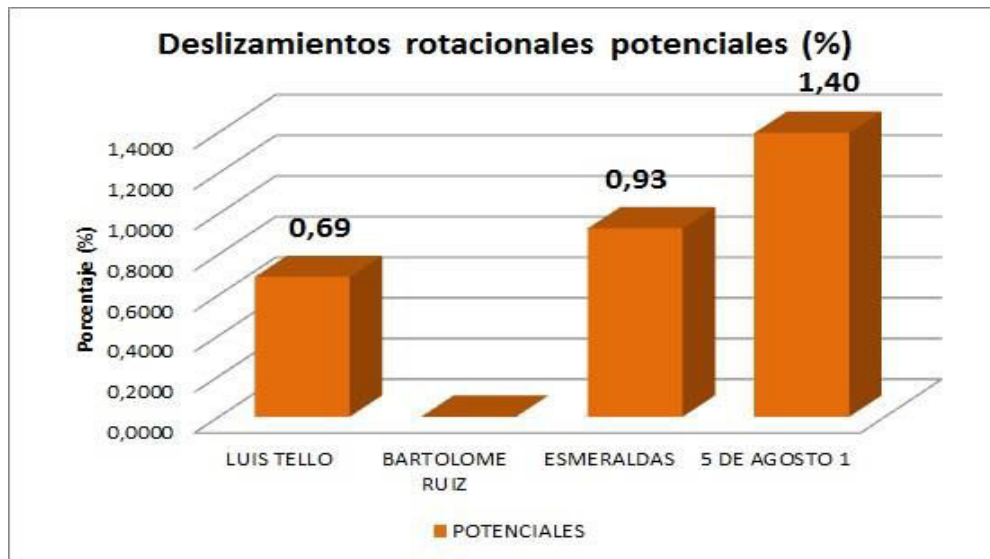


Gráfico 3.10. Porcentaje De Deslizamientos Rotacionales Potenciales Por Parroquia

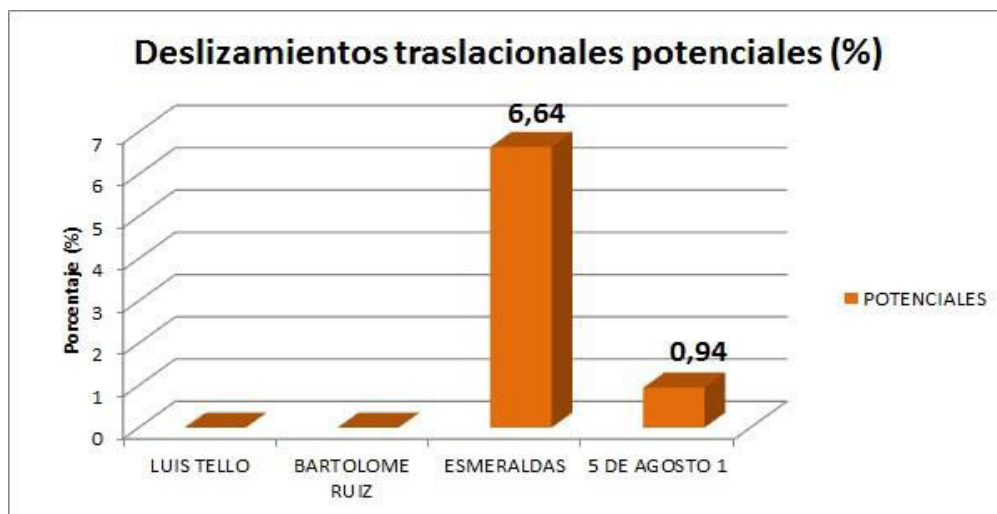


Gráfico 3.11. Porcentaje De Deslizamientos Traslacionales Potenciales Por Parroquia

- **Antiguo o Paleodeslizamiento:** Del 6.36% de los movimientos antiguos, la parroquia 5 de Agosto presenta el 4.37% (Gráfico 3.12 y Gráfico 3.13) y Bartolomé Ruiz con el 1.99% (Gráfico 3.12).

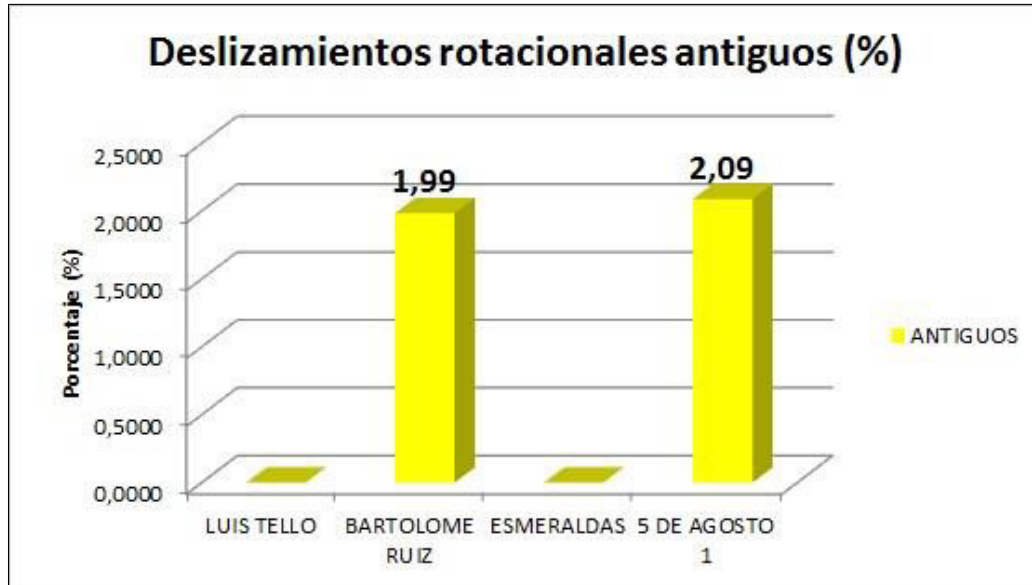


Gráfico 3.12. Porcentaje De Deslizamientos Rotacionales Antiguos Por Parroquia

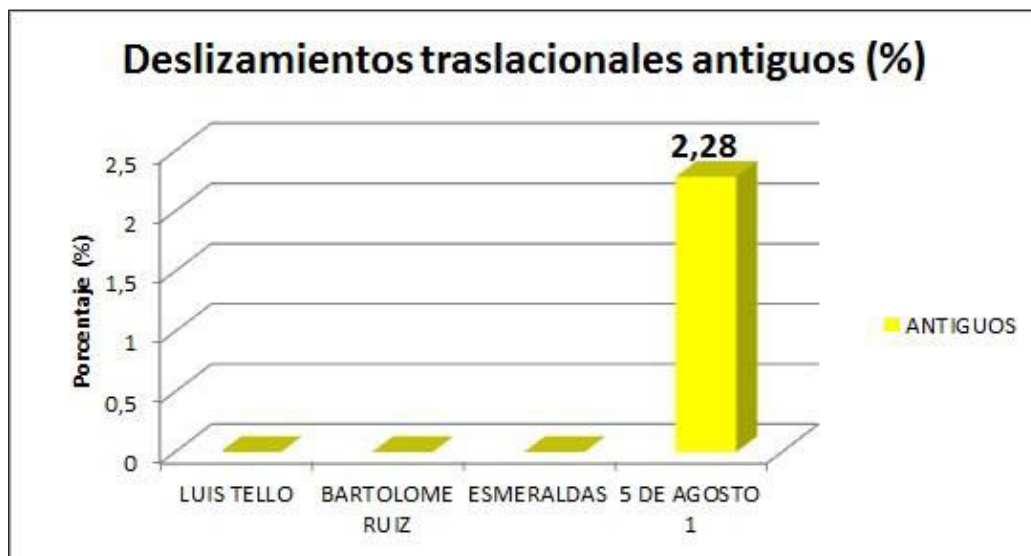


Gráfico 3.83. Porcentaje De Deslizamientos Traslacionales Antiguos Por Parroquia

- **Reactivados:** El porcentaje de movimientos reactivados se lo ha identificado en el tipo de movimiento rotacional con una mínima proporción del 0.31% debido a que en el área de estudio existe una sola representación de este grado de actividad.

4. CAPÍTULO 4

4. ESTRUCTURACIÓN DE LA GEODATABASE Y MANUAL INSTRUCTIVO

Almacenar la información en una geodatabase permite al usuario mantener los datos de manera organizada y estructurada, por la topología, las relaciones geométricas y la edición es de forma más integral y coherente con los datos.

4.1, GEODATABASE

La geodatabase es la estructura de datos nativa para ArcGIS y es el formato de datos principal que se utiliza para la edición y administración de datos, almacena toda la información geográfica. Cuenta con un modelo de información integral para representar y administrar información geográfica. Este modelo de información integral se implementa como una serie de tablas que almacenan clases de entidad, datasets ráster y atributos. Además, los objetos de datos SIG avanzados agregan comportamiento SIG, reglas para administrar la integridad espacial y herramientas para trabajar con diversas relaciones espaciales de las entidades, los ráster y los atributos principales.

La GDB provee herramientas topológicas para la integridad geométrica y para atributos en las capas de información.

La geodatabase es capaz de almacenar feature dataset, feature class y object class o tablas, además de dominios, subtipos y relationship class conocidas como herramientas de validación.

4.1.1, Elementos de una Geodatabase

- **Feature Dataset**

Es el elemento lógico que agrupa a “Features Class” de una GDB que comparten el mismo sistema de parámetros geográficos. Son modelos que se pueden incluir dentro del paquete del área del trabajo, existen tres tipos de dataset: Feature Dataset, Raster Dataset, TIN Dataset. Se deben agrupar en un mismo feature dataset aquellos elementos que mantienen una relación topológica.

- **Feature Class**

Son colecciones de elementos con la misma geometría (punto, línea o polígono). Pueden existir de forma independiente dentro de la GDB o se pueden agrupar dentro de una Feature Dataset.

Una tabla con una columna espacial es llamada Feature Class, en una columna espacial se almacena shapes, cada columna corresponde a un atributo y cada fila un Feature. Ver figura 3.1.

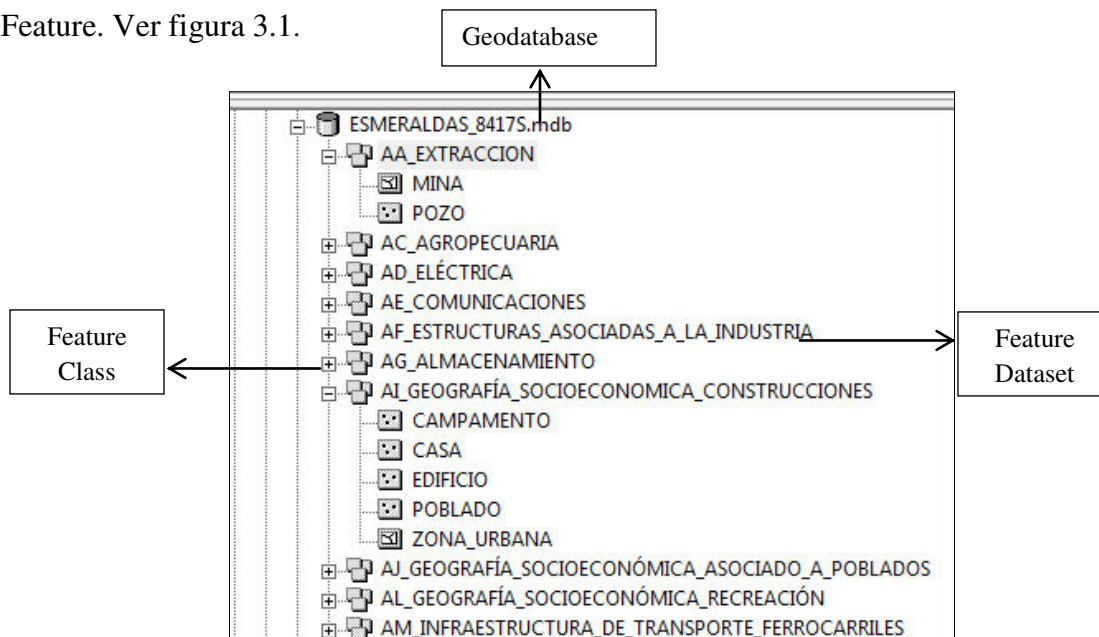


Figura 4.1. Elementos de un Geodatabase

- **Herramientas de validación espacial:**

- Dominio Espacial: Define la extensión territorial y el sistema de coordenadas y unidades de medida de los features class
- Reglas Topológicas: Definen reglas para el comportamiento entre elementos dentro de una capa o entre elementos de distintas capas.

- **Herramientas de validación de atributos**

- Subtypes: Los features class y objetos homogéneos pueden ser subdivididos en subtipos. Los subtipos son útiles para distintas operaciones de validación en atributos.
- Dominios: Restricciones que se usan para minimizar errores en la entrada de atributos en las tablas, estos pueden ser numéricos o de texto.
- Relationship Class: Se usan para definir relaciones y cardinalidad entre tablas

4.1.2, Geometría y Topología

La geometría se refiere al tipo de entidad geométrica. Estas incluyen puntos, líneas y polígonos, conocido como la estructura vector con una ubicación geográfica establecida y con una escala determinada.

La topología corresponde al conjunto de reglas aplicadas a los objetos que permite definir la relación entre ellos. A partir de estas relaciones, es posible definir algunas propiedades de los elementos geométricos tales como área, longitud, conectividad, adyacencia y continuidad, así como la topología representa la integridad de los datos.

4.1.3, Conectividad

Está determinada por la coincidencia geométrica. Se garantiza las relaciones topológicas entre los elementos pertenecientes a una red geométrica, por ejemplo la conexión entre ríos o entre vías.

4.1.4, Continuidad

La información no debe estar fraccionada, es continua en todos los recorridos, especialmente la que es representada geoméricamente por líneas. En el caso de polígonos están empalmados, generalizados o simplificados.

4.1.5, Coordenadas y Proyección

Los datos están georeferenciados, es decir que se encuentran ubicados espacialmente y poseen coordenadas geográficas (latitud y longitud) o coordenadas planas bajo la siguiente proyección.

Proyección	Transversa de Mercator
Falso Este	500000
Falso Norte	1000000
Meridiano Central	-81
Factor de Escala	0.99960000
Unidades Lineales	Metros
Sistema de Coordenadas Geográficas	WGS 1984
Datum	WGS84
Zona	17S

4.1.6, Documentación

La documentación dentro de la información espacial y alfanumérica está compuesta por metadatos y toda la documentación relacionada en el diccionario de datos de la GDB.

Los metadatos son la información sobre los datos referentes a su propósito, fuente, calidad, distribución, entre otros. Los metadatos deben tener normas técnicas para la información geográfica, que se manejan dentro del país.

El diccionario de la GBD contiene los nombres de las entidades y atributos, su descripción, códigos pertenecientes a cada objeto y la escala de la fuente original de la información

4.1.7, Escala

La escala de la información para la GDB a nivel provincial es 1:50.000 mientras que para la GDB a nivel de la ciudad se encuentra a 1:5.000.

4.1.8, Estándares

Para la estructuración de la GBD Temática Esmeraldas 1:50.000 y 1:5.000 se aplica la estructura del Catálogo de Objetos Estandarizado de Ordoñez Paredes 2012³⁸ y Aldeán – Hidalgo 2012.

4.2, ESTRUCTURA DE LA GDB TEMÁTICA ESMERALDAS 1:50.000.

Para la estructuración de la GDB Temática Esmeraldas 1:50.000, se elaboró un catálogo de objetos conformado por cinco categorías que especifica el tipo de información que posee la GDB. En el gráfico 3.1 se visualiza las categorías, colección y grupos que pertenecen a la GDB Temática Esmeraldas 1:50.000.

³⁸ (Ordoñez & Paredes, 2012)

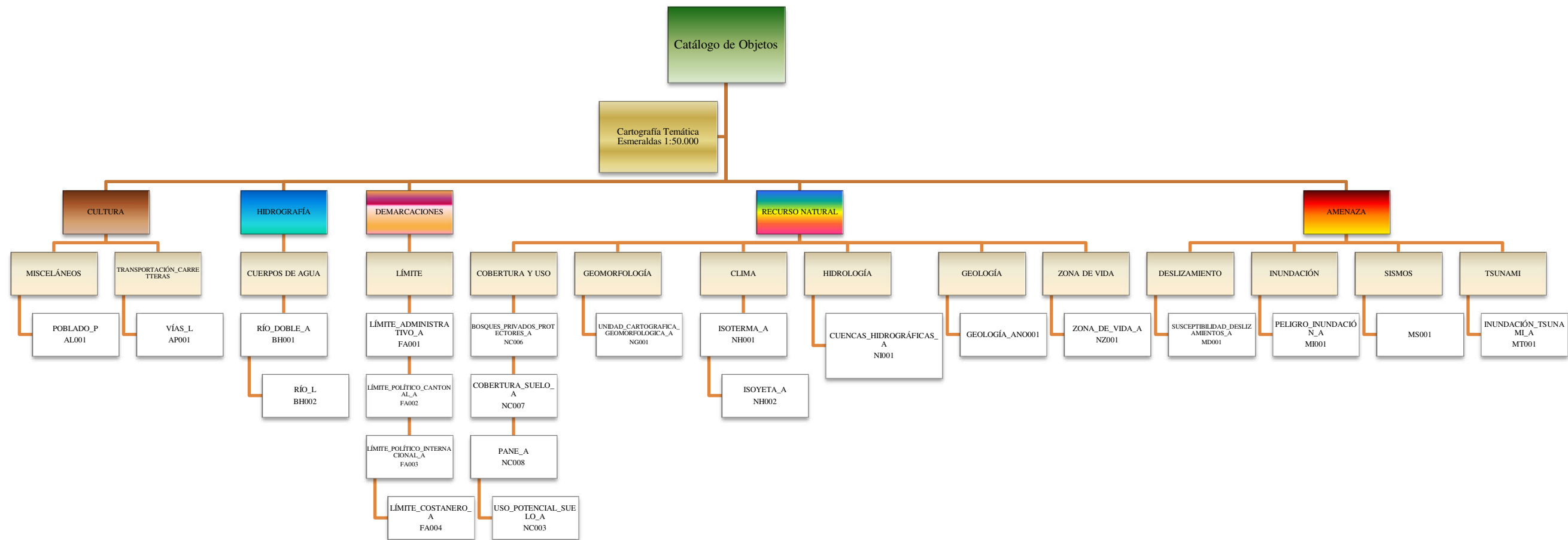


Gráfico 41. Estructura del Catálogo de Objetos para la Cartografía de Esmeraldas a Escala 1:50.000.

4.3, ESTRUCTURA DE LA GDB TEMÁTICA ESMERALDAS

1:5.000.

Para la estructuración de la GDB Temática Esmeraldas 1:5.000, se elaboró un catálogo de objetos conformado por cuatro categorías que especifica el tipo de información que posee la GDB. En la figura se visualiza las categorías, colección y grupos que pertenecen a la GDB Temática Esmeraldas 1:5.000.

La información contenida dentro de la GDB Esmeraldas 1:5.000, fue proporcionada por el Municipio de Esmeraldas, por el departamento de Gestión de Riesgos y lo que corresponde al evento deslizamiento, se obtuvo a partir de la metodología detallada en el capítulo anterior.

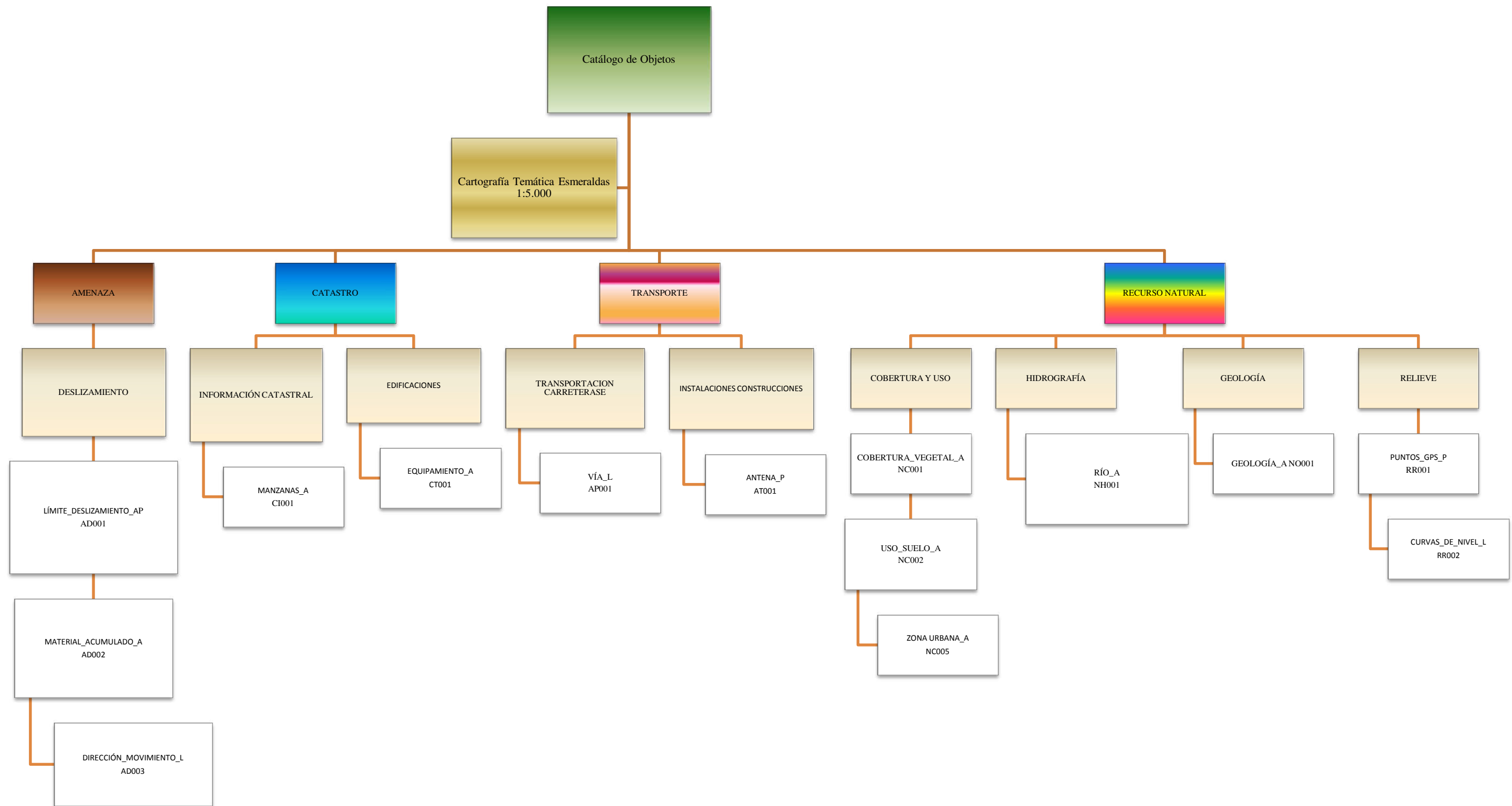


Gráfico 42. Estructura del Catálogo de Objetos para la Cartografía de Esmeraldas a Escala 1:5.000

4.4, CUERPO DOCTRINARIO DE INSTRUCCIÓN

La provincia y la ciudad de Esmeraldas se han visto afectadas por diversas amenazas que debido a su ubicación geográfica o a la actividad antrópica sin un orden establecido se han manifestado a través de los años y han dejado a la población con pérdidas de las que han debido recuperarse poco a poco. Ante esta situación es necesario realizar un cuerpo doctrinario que instruya a la población, a las autoridades y demás, acerca de las amenazas, su desarrollo y capacidad de afectación conociendo si su población se encuentra dentro de una zona de riesgo.

Este cuerpo doctrinario o Manual Instructivo, intenta simplificar en una presentación interactiva todas las amenazas, de manera que sea un cuerpo ilustrativo y de fácil manejo, es por esto que se seleccionó por su utilidad, accesibilidad e interactividad, las presentaciones que se realizan a través de Prezi, una página web de libre acceso que proporciona presentaciones interactivas y de muy buena animación y que el usuario puede visualizar en la secuencia establecida o de acuerdo a sus necesidades. La figura 3.2 corresponde a la ruta de inicio de todo el contenido del prezi “Amenazas Esmeraldas”

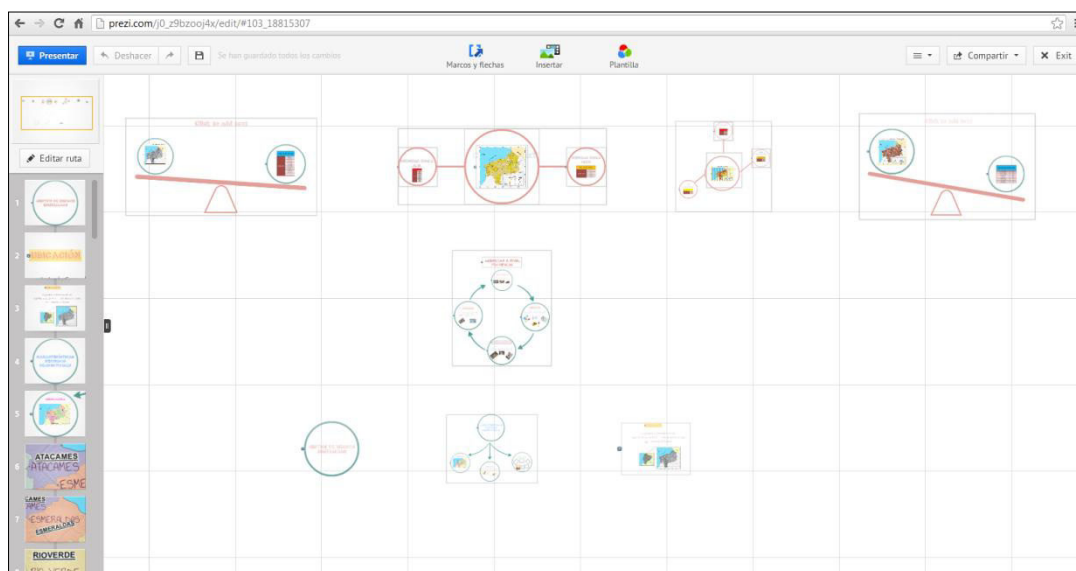


Figura 4.2. Ruta de Inicio presentación Prezi “Amenazas Esmeraldas”

4.4.1, Elementos del manual instructivo

El Manual Instructivo se encuentra distribuido de la misma manera que se ha organizado este proyecto, es decir como primera fase las amenazas de la provincia, seguido de la segunda fase, con la Amenaza Deslizamiento, a detalle para la ciudad de Esmeraldas. La secuencia de los temas tratados se detalla a continuación:

- **Generalidades:** En esta sección se habla acerca de puntos generales sobre Esmeraldas, como es su ubicación, división política, la población, y sus actividades productivas.
- **Amenazas a nivel Provincial:** En este punto se enumeran todos los eventos considerados como Amenaza Natural en la provincia, tal es el caso de la Susceptibilidad a deslizamientos, Sismos, Inundaciones y Tsunamis; en cada tema se representan las imágenes recolectadas sobre estos hechos, tanto en periódicos, en internet o en trabajos de investigación, así también como se muestra el mapa generado para este propósito con su respectiva zonificación, y en especial los poblados que se verían afectados en cada circunstancia.
- **Deslizamientos en la ciudad de Esmeraldas:** Se define la localización de los deslizamientos encontrados en la ciudad, con sus respectivas fotografías tomadas en campo y la fotointerpretación de y digitalización en el mapa de la ciudad, que muestran las posibles viviendas y sectores que se verían afectados en cada caso.
- **Prevención y medidas de control:** Finalmente para cada una de las amenazas, se puntualiza como recomendaciones el qué hacer antes, durante y después de un evento. En el caso de la ciudad, al ser información mucho más detallada, también es posible recomendar ciertas medidas para casos puntuales y que se especifican en el Manual y en el Anexo 2. En la figura 4.3 se puede ver un ejemplo de la secuencia utilizada para este Manual Instructivo.

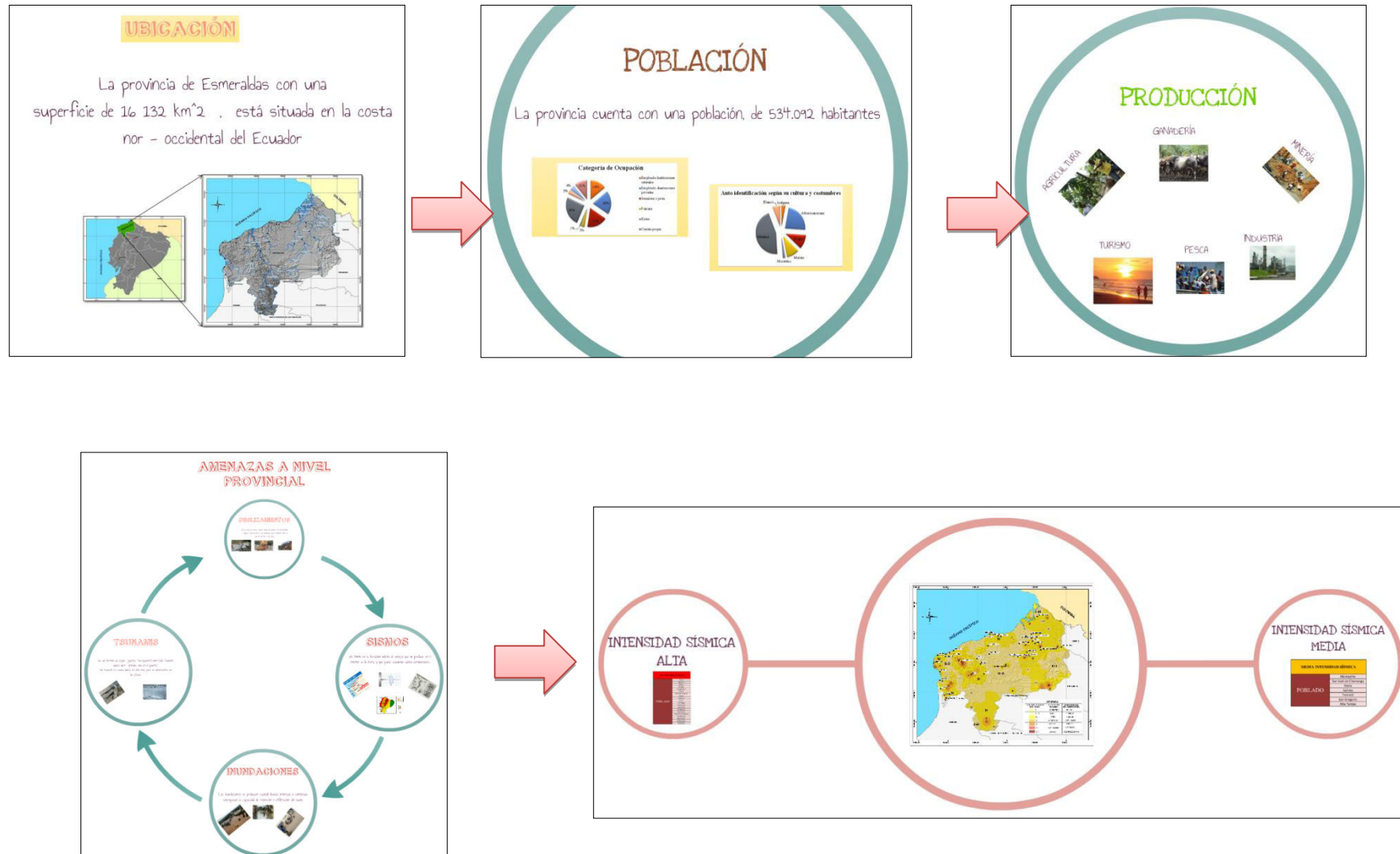


Figura 4.3. Programa Prezi. Amenazas Esmeraldas

5. CAPÍTULO 5

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1, CONCLUSIONES

- Este proyecto consta de tres fases, la primera, está orientada a la identificación de amenazas en la provincia de Esmeraldas a escala 1:50.000 con el objetivo de tener una visión global de los posibles eventos a suceder en la zona; la segunda se enfoca en el principal evento crítico que presenta la ciudad, tal es el caso de los deslizamientos cuyo análisis será representado a escala 1:5.000; mientras que en la tercera, se presenta el manual instructivo, el cual recopila las dos fases anteriores con el fin de instruir a los Comandos Operacionales de Emergencia acerca de las amenazas, su desarrollo y capacidad de afectación dentro de una zona de riesgo.
- Esmeraldas es una de las provincias con mayor afectación de amenazas a deslizamientos, inundaciones, tsunamis y sismos cuyos eventos naturales han cambiado la morfología de la provincia a través de los años, sin embargo el incremento de viviendas en terrenos inadecuados en la ciudad de Esmeraldas han conllevado la desestabilización de las laderas incrementando así la vulnerabilidad en la población.

- La contaminación ambiental en la ciudad, es un factor negativo predominante; los sistemas de desagües se encuentran cubiertos de maleza y muchos de ellos en mal estado, factores que inciden directamente en la ocurrencia de inundaciones que soporta la ciudad en época de lluvias.
- Otra situación aún más alarmante es la extrema pobreza que se puede ver en ciertos sectores de la ciudad, sobre todo en sitios de alto riesgo como laderas, quebradas o riberas del río, normalmente utilizadas para asentamientos ilegales. Estas condiciones sociales pueden definir en los habitantes otras preocupaciones mucho más esenciales, como la satisfacción de las necesidades básicas, dejando de lado el cuidado ambiental de su ciudad y el estar al tanto de todas las situaciones de riesgo y amenazas que se puede ver involucrado.
- La ciudad, es la que mayor número de habitantes posee, al ser capital provincial se ve que existe un incremento significativo en las migraciones hacia esta ciudad desde los otros cantones, esto ha provocado que Esmeraldas se vea afectada por invasiones en terrenos no aptos para ser urbanizados, como son las colinas y riberas del río Esmeraldas. Estas viviendas poseen en su mayoría condiciones muy precarias, son construcciones sin las debidas revisiones técnicas tanto de la geología del suelo como en la infraestructura. La mayoría son casas de caña sostenidas por troncos que las convierten en las más vulnerables ante inundaciones y deslizamientos.
- El tipo de movimiento en masa que predomina en el área de estudio es el deslizamiento rotacional con un 85.22% debido a que la mayoría de movimientos fotointerpretados y verificados en campo presentan las características que lo identifican como tal.
- Los factores que modifican las condiciones de las laderas de la ciudad de Esmeraldas son las precipitaciones, cuyo incremento de agua en el suelo reduce la

resistencia al corte de los planos, y sobre todo la excesiva presión que ejercen las viviendas sobre las coronas de los deslizamientos rotacionales y trasnacionales.

- En la parroquia Luis Tello se encontraron el mayor número de deslizamientos rotacionales con el 43.82% ya que en ella están localizados en el barrio las Palmas, al norte de la ciudad, 11 de los más grandes deslizamientos en superficie con respecto a los demás.
- En la parroquia Esmeraldas a diferencia de las parroquias restantes, el movimiento que se ha producido en las laderas de los barrios Betania, Unión y Progreso y San Martín de Porres Alto son traslacionales con un 72.84% debido a la forma del movimiento paralelo a la superficie del terreno de la masa acumulada.
- El 82.73% de los movimientos en masa analizados en el ciudad de esmeraldas son **ACTIVOS** de los cuales el 79.84 % son deslizamientos rotacionales como traslacionales, cuya concentración se encuentra distribuida en las cuatro parroquias destacándose Luis Tello con el 36.65%.
- Los deslizamientos rotacionales activos ubicados en el cerro Gatazo, UP006, en el barrio Miramar, M006 y en el barrio Tercer Piso, TP005, son los más preocupantes debido a que presentan grandes grietas de tracción signos que indican que el suelo está moviéndose y en cualquier momento por acción de un factor desencadenante puede generar un nuevo plano de rotura provocando daños en las viviendas ubicadas en la parte baja de la ladera.

5.2, RECOMENDACIONES

- A partir de la información obtenida, es muy importante que el Municipio de Esmeraldas realice un nuevo Plan de Ordenamiento Territorial que obligue a un crecimiento ordenado y sustentable de la ciudad, el cantón y la provincia. Esto evitará que la población continúe ubicándose en sectores de alto riesgo y permitirá un uso adecuado del suelo. Este plan debe mantener la respectiva conectividad entre cantones para un desarrollo conjunto y equitativo para toda la provincia.
- Sería muy favorable que el GAD de Esmeraldas realice campañas de socialización ambiental en la ciudad e incentive a los habitantes a mantenerla limpia y no arrojar los desperdicios en cualquier sitio como calles, quebradas y canaletas. Para esto el GAD respectivo realice campañas continuas en escuelas y colegios, la localización de basureros en buen estado en varios sitios de la ciudad, así como propagandas y difusión de la Educación Ambiental.
- Es necesario que la Secretaria Nacional de Gestión de Riesgos implemente un Plan de Gestión de Riesgos para deslizamientos en la ciudad de Esmeraldas. Este Plan debe ser socializado con los habitantes para que estén conscientes de las amenazas a las que pueden ser vulnerables y en especial conocer que es lo que deben hacer para prevenir y mitigar de la mejor manera cualquier tipo de desastre.
- En los sectores con deslizamientos inventariados como activos deberían ser intervenidos para estabilizarlos, a fin de precautelar la vida y los bienes de los habitantes cercanos, acción que es de responsabilidad directa del GAD de Esmeraldas.
- Aquellos deslizamientos que tienen sistemas de estabilización tal es el caso del deslizamiento ubicado en el cerro el Gatazo, deben ser controlados anualmente por técnicos del GAD de Esmeraldas para verificar el estado de las tuberías colocadas en

el talud, y así tomar medidas preventivas para no desencadenar un nuevo deslizamiento incrementando nuevamente la vulnerabilidad a la infraestructura de viviendas y redes vitales.

BIBLIOGRAFÍA

- Alvarez, D., & Alvarez Marchán, D. (2008). Diseño de un Sistema Contra incendios en la Refinería de Esmeraldas. UTE.
- Alvear, Brito, G. J. (2010). Elaboración de un mapa de accesibilidad y modelamiento de evacuación ante una eventual ocurrencia de Tsunami en las ciudades de Salinas y Bahía de Caráquez, empleando herramientas geoinformáticas. Sangolquí.
- Becerra, Pineda, P. A., & Cortés, Ortiz, M. A. (2006). Geografía de los Riesgos, Una Propuesta Pedagógica para el Municipio de Yumbo.
- Bravo, E. (s.f.). Caso 2: La Industria Camaronera En Ecuador. Acción Ecológica.
- Centro de Recursos en Ciencias de La Tierra (CRECIT). (s.f.). Terremotos y Riesgo Sísmico.
- CLIRSEN. (2001). Zonificación Ecológica Económica de la Provincia de Esmeraldas. Quito: CLIRSEN.
- ECOLAP Y MAE. (2007). Guía del Patrimonio de Áreas Naturales Protegidas del Ecuador. Quito: IGM.
- González, Gómez, E. (2003). Aspectos Geomáticos de los deslizamientos rápidos. Modelización y Diseño de Estructuras de Contención. Madrid.
- Granados, Cuero, J. (2010). Ubicación de un Sistema de Señalización Frente a la Amenaza de Tsunamis para las Playas de la Provincia de Esmeraldas. IAEN.
- Menéndez, M. A., & Núñez, V. (2008). El Uso de los Sensores Remotos en los Recursos Naturales Primera Parte La Fotografía Aérea y la Fotointerpretación.
- Ministerio del Ambiente. (2005-2010). Plan de Manejo y Gestión Participativa de la Reserva Ecológica Mache - Chindul.
- Ministerio del Ambiente. (Junio 2011). Evaluación Ambiental de los Cantones Eloy Alfaro y San Lorenzo (Cuenca del Río Santiago y Bogotá).
- Mora, Chinchilla, M. (s.f.). Apuntes para el Curso de Gestión de Riesgos.
- Municipio de Portoviejo. (2009). Fortalecimiento de las Capacidades Locales para la Gestión Integral del Riesgo en el Cantón Portoviejo. Portoviejo.
- Ordóñez, F., & Paredes, D. M. (2012). Diseño e Implementación de una Metodología para Estudios Ambientales Geoespaciales y Territoriales a Nivel Parroquial en la Zona Piloto de Conocoto. Sangolquí: ESPE.

- Pillajo G., E. (s.f.). Evaluación del Potencial Aurífero Aluvial en Ecuador. Fungeomina.
- Ponce, V., & Villacreces, G. (2012). Propuesta de Ordenamiento Territorial de la Provincia de Esmeraldas en base a la Zonificación Ecológica Económica. Sangolquí.
- Prefectura de Esmeraldas. (2005). Plan de Desarrollo Provincial de Esmeraldas. Esmeraldas.
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. (2005). Gestión Local del Riesgo y Preparativos de Desastres en la Región Andina. Quito: Graphus.
- Proyecto GEF-Ministerio del Ambiente. (2007). Plan de Manejo Reserva Ecológica Cotacachi - Cayapas. Quito.
- Quiroz Hernández, M. (2011). Tecnologías de la Información Geográfica TIG, Cartografía, Fotointerpretación, Teledetección y Sig. Ediciones Universidad de Salamanca.
- Ragonessi, Guzmán, A. I., & Soto, Erazo, D. G. (2010). Determinación de Zonas Amenazadas por Movimientos en Masa e Inundaciones en las Microcuencas del Río San Antonio y del Estero Roncador. Sangolquí.
- Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina. (1993). Los Desastres no son Naturales.
- SENPLADES. (2009-2013). Plan Nacional del Buen Vivir.
- Varnes, D. (1978). Slope Movement: Types and Proceses in Scuster and Krizek: Landslides: Analysis and control. Washington D.C.