



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS
AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES**

**CARRERA DE INGENIERÍA EN RECURSOS
NATURALES RENOVABLES**

**“INFLUENCIA DE LA PÉRDIDA DE COBERTURA VEGETAL
EN LA VULNERABILIDAD Y RIESGOS EN EL CANTÓN
ESMERALDAS, PROVINCIA DE ESMERALDAS”**

**TRABAJO DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES**

Autor: PONCE MEJÍA MARCELO ERNESTO.

Director: ING. OSCAR ROSALES M.Sc

Ibarra, Mayo 2015.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

CARRERA DE INGENIERIA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES

“INFLUENCIA DE LA PÉRDIDA DE COBERTURA VEGETAL EN LA VULNERABILIDAD Y RIESGOS EN EL CANTÓN ESMERALDAS, PROVINCIA DE ESMERALDAS”

Tesis de Grado revisada por el Comité Asesor, por lo cual se autoriza su presentación como requisito parcial para obtener el Título de:

INGENIERO EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES

APROBADA:

APROBADA:

Ing. Oscar Rosales MSc.
DIRECTOR


.....
FIRMA

MSc. Carlos Verdezoto
ASESOR


.....
FIRMA

Ing. Reney Cadena
ASESOR


.....
FIRMA

Ing. Oscar Yépez
ASESOR


.....
FIRMA



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA
AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN
A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	100286551-5		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Ponce Mejía Marcelo Ernesto		
DIRECCIÓN	Olmedo 09-19 y Alejandro Andrade – Atuntaqui / Imbabura		
EMAIL:	marcelpm.192011@gmail.com / ing.ambient_mponcemejia@outlook.es		
TELÉFONO FIJO:	06- 2908012	TELÉFONO MÓVIL:	0996769729
DATOS DE LA OBRA			
TÍTULO:	“INFLUENCIA DE LA PÉRDIDA DE COBERTURA VEGETAL EN LA VULNERABILIDAD Y RIESGOS EN EL CANTÓN ESMERALDAS, PROVINCIA DE ESMERALDAS”		
AUTOR:	Ponce Mejía Marcelo Ernesto		

FECHA:	15 Mayo, 2015
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	PREGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero en Recursos Naturales Renovables
DIRECTOR:	Ing. Oscar Rosales. MSc

2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, Marcelo Ernesto Ponce Mejía, con cédula de ciudadanía Nro. 100286551-5, en calidad de autor y titular de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con Lay de Educación Superior Artículo 144.

3. CONSTANCIAS

El Autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asumen la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrán en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 15 días del mes de mayo de 2015.

Aceptación.

Marcelo Ernesto Ponce Mejía

Ing. Betty Chávez

Autor

Jefe de Biblioteca



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN

A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Yo, **Marcelo Ernesto Ponce Mejía**, con cédula de ciudadanía Nro. **100286551-5**, manifestamos la voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor de la obra o trabajo de grado denominada **“INFLUENCIA DE LA PÉRDIDA DE COBERTURA VEGETAL EN LA VULNERABILIDAD Y RIESGOS EN EL CANTÓN ESMERALDAS, PROVINCIA DE ESMERALDAS”**, que ha sido desarrollo para optar por el título de: **Ingeniero en Recursos Naturales Renovables** en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte

Marcelo Ernesto Ponce Mejía
100286551-5

Ibarra, a los 15 días del mes de mayo de 2015.

REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

Guía: FICAYA-UTN

Ibarra, a los 08 días del mes de abril de 2015. PONCE MEJÍA MARCELO ERNESTO. “INFLUENCIA DE LA PÉRDIDA DE COBERTURA VEGETAL EN LA VULNERABILIDAD Y RIESGOS EN EL CANTÓN ESMERALDAS, PROVINCIA DE ESMERALDAS”

.TRABAJO DE GRADO. Ingeniero en Recursos Naturales Renovables. Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería en Recursos Naturales Renovables. Ibarra. EC.

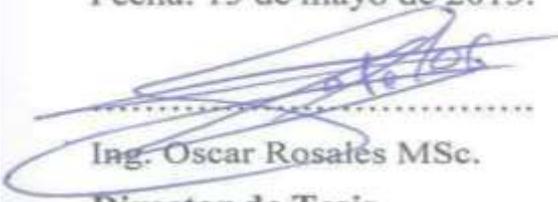
Mayo 2015. Hora. Página anexo

DIRECTOR: *Oscar Rosales.*

Resumen

El cantón Esmeralda, perteneciente a la provincia del mismo nombre se encuentra afectado por distintos riesgos ambientales como son: eventos Tsunamigénicos, sismos, deslizamientos e inundaciones influenciadas por la pérdida de cobertura vegetal; así junto a los elementos esenciales y su nivel de importancia, ha ocasionado que su territorio sea muy vulnerable físicamente y ambientalmente.

Fecha: 15 de mayo de 2015.


Ing. Oscar Rosales MSc.

Director de Tesis


Ponce mejía Marcelo Ernesto

Autor

PRESENTACIÓN

Yo, Marcelo Ernesto Ponce Mejía como autor de la Tesis titulada **“INFLUENCIA DE LA PÉRDIDA DE COBERTURA VEGETAL EN LA VULNERABILIDAD Y RIESGOS EN EL CANTÓN ESMERALDAS, PROVINCIA DE ESMERALDAS”** me hago responsable de los resultados, discusiones, conclusiones y demás parte de la investigación; y pongo este documento como fuente de apoyo para consultas dirigidas a los estudiantes, así como para personas interesadas en el tratamiento de aguas residuales domésticas.

AGRADECIMIENTO

El agradecimiento más profundo a mis padres, mis hermanos, mi hermana y a mi hija por su amor incondicional y su apoyo durante este largo proceso académico.

De la misma manera a mis profesores que me han formado académicamente como persona útil y única para la sociedad, defendiendo así el criterio científico y técnico que día a día empleare en beneficio de la sociedad afrontando los retos y riesgos profesionales.

De igual forma el agradecimiento a la Universidad Técnica del Norte, al Centro Universitario de Investigación Ciencia y Tecnología “UTN” con su equipo técnico, en especial a los miembros principales del proyecto como son: la Ing. Elizabeth Velarde, Ing. Oscar Rosales, Ing. Guillermo Beltrán, a mis asesores de tesis MSc. Carlos Verdezoto, Ing. Reney Cadena e Ing. Oscar Yépez, que al formar un equipo también formamos una familia llena de defectos y virtudes que nos llevaron cada vez más a trabajar con profesionalismo.

Mis sinceros agradecimientos también a las instituciones colaboradoras para cumplir con las metas establecidas dentro del desarrollo del proyecto como son el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo “PNUD”, la Secretaria Nacional de Gestión de Riesgos “SNGR”, al Municipio de Esmeraldas “GAD-E”, sus autoridades y equipos técnicos.

DEDICATORIA

A la culminación de este trabajo de investigación se lo dedico a mis amados padres Jesús y Graciela quienes con su esfuerzo y sacrificio supieron llevarme por el camino del bien, sus consejos inculcaron grandes valores para desarrollarme como persona y convertirme en un profesional de éxito; de la misma manera a mis queridos hermanos Romel, Mauricio y Fernanda.

Bastaba con una mirada para entenderles que deseaban lo mejor para mí y junto a sus consejos inculcaron grandes valores para desarrollarme como persona y como profesional ético.

De la misma manera lo dedico a mi amada hija Ammy por ser una de las personas que más amo y a quien tengo la obligación de enseñar grandes cosas y ser su ejemplo a seguir por el camino de la vida.

*“Tienes dentro de ti todo lo que necesitas
para superar los desafíos de la vida”*

Brian Tracy.

INDICE DEL CONTENIDO

CAPÍTULO I.....	26
1 INTRODUCCIÓN.....	26
1.1 Objetivos	29
1.1.1 Objetivo general	29
1.1.2 Objetivos específicos	29
1.2 Preguntas directrices.....	29
CAPÍTULO II	30
2 REVISIÓN DE LITERATURA	30
2.1 Marco legal.....	30
2.1.1 Constitución de la República del Ecuador 2008	30
2.1.2 Plan Nacional del Buen Vivir (2013 - 2017) de la Secretaria Nacional de Planificación y Desarrollo del Ecuador	31
2.1.3 Código de Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización “COOTAD”	31
2.1.4 Secretaria Nacional de Gestión de Riesgos (referencias básicas 2013 - 2014)	31
2.1.5 Estrategias de Gestión de Riesgos y Desastres del Cantón Esmeraldas	32
2.2 Área de estudio	33
2.3 Pérdida de cobertura vegetal	34
2.4 Índice de concentración de la precipitación (ICP-Fourier)	34
2.5 Ecuación universal de la pérdida de suelos (USLE-MUSLE)	35
2.6 Vulnerabilidad (V)	36
2.6.1 Evaluación de vulnerabilidades.....	36
2.4. Riesgos o amenazas naturales	38
2.6.2 Amenaza (H)	41
2.6.3 Riesgo (R)	42
2.6.4 Riesgo específico (Rs).....	42
2.6.5 Riesgo sísmico	42
2.6.6 Riesgo de remoción en masa (deslizamientos)	43
2.6.7 Riesgos de inundaciones y susceptibilidad ante tsunamis	44

CAPÍTULO III	47
3 MATERIALES Y MÉTODOS	47
3.1 Materiales y métodos	47
3.1.1 Materiales de campo.....	47
3.1.2 Equipo de campo	47
3.1.3 Materiales y equipos de oficina.....	47
3.2 Metodología.....	48
3.2.1 Factores en estudio	48
3.2.2 Variables.....	48
3.2.3 Elaboración de cartografía base y temática.....	49
3.3 Álgebra de mapas de vulnerabilidades	50
3.4 Álgebra de mapas de riesgos ambientales	50
3.5 METODOLOGÍA CARTOGRAFICA.....	51
3.5.1 Coordenadas geográficas del área de estudio.....	51
3.5.2 Mecanismo de trabajo en el Sistema de Información Geográfica.....	51
3.5.3 Descripción de metodología para vulnerabilidades y riesgos ambientales	51
3.5.4 Calificación de riesgos ambientales y vulnerabilidades mediante la	
matriz de modos y niveles de daño de elementos expuestos. Adaptada de Leone	
(1996) 68	
CAPÍTULO IV	69
4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	69
• Características territoriales	69
4.1 Características fisiográficas	70
4.2 Morfología del terreno.....	70
4.3 Ecología del cantón Esmeraldas	73
4.4 Uso potencial del suelo del cantón Esmeraldas.....	75
4.5 Conflictos de uso del suelo del cantón Esmeraldas.....	77
4.6 Climatología cantón Esmeraldas	79
4.7 Geología del cantón Esmeraldas.....	81
4.8 Elementos esenciales	83
4.8.1 Elementos esenciales en tiempo normal.....	83
4.8.2 Elementos esenciales en tiempo de crisis.....	88

4.9	Análisis de influencia de la pérdida de cobertura vegetal sobre la incidencia en la vulnerabilidad y riesgos	92
4.9.1	Índice de concentración de la precipitación (ICP-FOURNIER).....	93
4.9.2	Ecuación universal de pérdida de suelos (USLE-MUSLE)	93
4.9.3	Influencia de la pérdida de cobertura vegetal	96
4.10	Cobertura vegetal actual del cantón Esmeraldas	104
4.11	Incidencia de riesgos ambientales del cantón Esmeraldas	106
4.12	Riesgos por movimientos sísmicos del cantón Esmeraldas	106
4.13	Riesgo por deslizamientos de tierra (movimientos en masa) del cantón Esmeraldas.....	109
4.14	Riesgo por inundaciones del cantón Esmeraldas	113
4.15	Riesgos por susceptibilidad ante tsunamis	117
4.16	Evaluación de riesgos ambientales y vulnerabilidades mediante la matriz de modos y niveles de daño de elementos expuestos. Adaptada de Leone (1996)...	120
CAPÍTULO V		124
5	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	124
5.1	CONCLUSIONES.....	124
5.2	RECOMENDACIONES	126
5.3	BIBLIOGRAFÍA CITADA.....	127
5.4	ANEXOS.....	1

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Metodología para la estructuración de un escenario de riesgo	40
Gráfico 2. Metodología para la evaluación de la vulnerabilidad	41
Gráfico 3. Modelo de pérdida de vegetación	52
Gráfico 4. Distribución de la precipitación media mensual en mm, año 2013	62
Gráfico 5. Grado de pendiente a nivel cantonal de Esmeraldas	71
Gráfico 6. Tipo de uso potencial del suelo a nivel cantonal	75
Gráfico 7. Tipo de conflictos de uso del suelo a nivel cantonal.....	77
Gráfico 8. Diagrama Ombrotérmico de la estación Esmeraldas - Tachina	79
Gráfico 9. Tipo de geología a nivel cantonal	81
Gráfico 10. Dinámica de pérdida de cobertura vegetal	92
Gráfico 11. Cambio de cobertura vegetal a nivel cantonal (años 1982, 1990, 2010; Ecosistemas del Ecuador, Deforestación histórica del 2008)	97
Gráfico 12. Cambio de cobertura vegetal en diferentes años.....	99
Gráfico 13. Línea de tendencia para la cobertura de cultivos	99
Gráfico 14. Línea de tendencia para la cobertura de vegetación intervenida	100
Gráfico 15. Línea de tendencia para la cobertura de vegetación natural	100
Gráfico 16. Línea de tendencia para la cobertura del área económica forestal.....	101
Gráfico 17. Línea de tendencia para la cobertura de deforestación histórica del año 2008.....	101
Gráfico 18. Línea de tendencia para la cobertura de ecosistemas.....	102
Gráfico 19. Tipo de cobertura vegetal actual a nivel cantonal.....	104
Gráfico 20. Movimientos en masa a nivel cantonal	109
Gráfico 21. Curva tendencial papa movimientos en masa	110
Gráfico 22. Curva tendencial de deslizamientos de tierra a nivel urbano	111
Gráfico 23. Tipo de amenaza por inundaciones a nivel cantonal.....	113
Gráfico 24. Curva tendencial de inundaciones a nivel cantonal.	113
Gráfico 25. Curva de tendencia de inundaciones a nivel urbano	115
Gráfico 26. Nivel de inundación en el área urbana	117
Gráfico 27. Modelo de inundación aplicado en Global Mapper 12.0.	119

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Distribución de la precipitación media mensual en mm, año 2013	62
Tabla 2. Características del terreno	71
Tabla 3. Características de uso potencial del suelo	75
Tabla 4. Características de conflictos de uso de suelo	77
Tabla 5. Características geológicas	81
Tabla 6. Características de cobertura vegetal	104
Tabla 7. Riesgos por deslizamientos en masa	111
Tabla 8. Características de riesgos por inundaciones.....	114
Tabla 9. Características de inundaciones	117

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Clasificación del ICP.....	35
Cuadro 2. Matriz de modos y niveles de daño de elementos expuestos. Adaptada de Leone (1996).....	39
Cuadro 3. Combinación de mapas temáticos	50
Cuadro 4. Coordenadas geográficas del centroide del área de estudio	51
Cuadro 5. Parámetros de trabajo de un SIG.....	51
Cuadro 6. Elementos esenciales	53
Cuadro 7. Criterios de importancia para el área de educación.....	54
Cuadro 8. Criterios de importancia para el área de salud	55
Cuadro 9. Criterios de importancia para el área de recreación	55
Cuadro 10. Criterios de importancia para el área de patrimonio	55
Cuadro 11. Criterios de importancia para el área de equipamiento	56
Cuadro 12. Criterios de importancia para el área de abastecimiento de agua potable.....	56
Cuadro 13. Criterios de importancia para el área de suministros de alimentos	56
Cuadro 14. Criterios de importancia para el área de abastecimiento de electricidad	57
Cuadro 15. Criterios de importancia para el área de suministro de combustibles	57
Cuadro 16. Criterios de importancia para el área de conectividad	58
Cuadro 17. Criterios de importancia para el área de comunicaciones	58
Cuadro 18. Criterios de importancia para el área de administración	58
Cuadro 19. Criterios de importancia para el área de Seguridad y organismo de apoyo	59
Cuadro 20. Ponderación para el cruce de archivos vectoriales	60
Cuadro 21. Metodología del semáforo para determinación de niveles de riesgos.....	61
Cuadro 22. Morfología del mapa de pendientes	61
Cuadro 23. Categoría del tipo de roca.....	63
Cuadro 24. Interpretación del ICP	64
Cuadro 25. Rangos de nivel para la cobertura vegetal.....	65
Cuadro 26. Registro de epicentros en Esmeraldas, coordenadas WGS84 17 N.	66
Cuadro 27. Antecedentes de mareas en la Costa Esmeraldeña	67
Cuadro 28. Elementos esenciales en tiempo normal.....	83
Cuadro 29. Elementos esenciales en tiempo de crisis.....	88
Cuadro 30. Interpretación para el ICP.....	93
Cuadro 31. Poblados que intervienen en la pérdida cobertura vegetal	102
Cuadro 32. Mapa de puntos epicentrales	107
Cuadro 33. Poblados que se encuentran en riesgo de deslizamientos	110
Cuadro 34. Poblados que se encuentran en amenaza de inundación	114
Cuadro 35. Evaluación de vulnerabilidades y riesgos, mediante la matriz de modos y niveles de daño de elementos expuestos. Adaptada de Leone (1996)	120

INDICE DE MAPAS

Mapa 1. Pendientes de la ciudad de Esmeraldas	72
Mapa 2. Ecología de la ciudad de Esmeraldas	74
Mapa 3. Uso potencial del suelo de la ciudad de Esmeraldas	76
Mapa 4. Conflictos de uso del suelo	78
Mapa 5. Precipitación y temperatura.....	80
Mapa 6. Geológico de la ciudad de Esmeraldas.....	82
Mapa 7. Elementos esenciales en tiempo normal	87
Mapa 8. Elementos esenciales en tiempo de crisis.....	91
Mapa 9. ICP.....	95
Mapa 10. Zonificación de pérdida de cobertura vegetal en el cantón Esmeraldas ..	103
Mapa 11. Cobertura vegetal actual de la ciudad de Esmeraldas	105
Mapa 12. Riesgos sísmicos del cantón Esmeraldas	108
Mapa 13. Riesgos por movimientos en masa de la ciudad de Esmeraldas	112
Mapa 14. Riesgos por inundaciones de la ciudad de Esmeraldas	116
Mapa 15. Riesgos por susceptibilidad ante tsunamis	118

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Mapa de ubicación política administrativa de la ciudad de Esmeraldas.	1
Anexo 2. Cartografía base de la ciudad de Esmeraldas.	2
Anexo 3. Mapa de Morfología de la ciudad de Esmeraldas.	3
Anexo 4. Mapa de Ecológico de la ciudad de Esmeraldas.	4
Anexo 5. Mapa de Uso potencial de la ciudad de Esmeraldas.....	5
Anexo 6. Mapa de Conflictos de uso del suelo de la ciudad de Esmeraldas.	6
Anexo 7. Mapa de Isotermas e Isoyetas de la ciudad de Esmeraldas.	7
Anexo 8. Mapa hidrológico del cantón Esmeralda.	8
Anexo 9. Mapa Geológico de la ciudad de Esmeraldas.....	9
Anexo 10. Mapa de elementos esenciales en tiempo normal de la ciudad de Esmeraldas.	10
Anexo 11. Mapa de elementos esenciales en tiempo de crisis de la ciudad de Esmeraldas.	11
Anexo 12. Mapa de ICP.....	12
Anexo 13. Mapa de pérdida de cobertura vegetal de la ciudad de Esmeraldas.	13
Anexo 14. Mapa de cobertura vegetal de la ciudad de Esmeraldas.	14
Anexo 15. Mapa de magnitudes sísmicas del cantón Esmeraldas.	15
Anexo 16. Mapa de movimientos en masa de la ciudad de Esmeraldas.....	16
Anexo 17. Mapa de inundaciones de la ciudad de Esmeraldas.....	17
Anexo 18. Mapa de susceptibilidad ante Tsunamis de la ciudad de Esmeraldas.	18
Anexo 19. Mapa hidrológico de la ciudad de Esmeraldas.	19
Anexo 20. Mapa de uso potencial del suelo de la ciudad de Esmeraldas.	20
Anexo 21. Mapa de conflictos del suelo de la ciudad de Esmeraldas.....	21
Anexo 22. Matriz de modos y niveles de daño de elementos expuestos. Adaptada de Leone (1996).....	1
Anexo 23. Dinámica entre la pérdida de la cobertura vegetal, vulnerabilidades y riesgos ambientales	7

Glosario de acrónimos.

EE: Elemento esencial.

EETC: Elemento esencial en Tiempo de Crisis.

EETN: Elemento esencial en Tiempo Normal.

GAD-E: Gobierno Autónomo Descentralizado de Esmeraldas.

COE: Cuerpo de Operaciones Emergentes.

COOTAD: Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización.

D H: Deforestación Histórica.

FRM: Fenómeno de Remoción en Masa.

IGEPN: Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional.

INAMHI: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología.

INEC: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos.

LA: Línea de acción.

MAE: Ministerio del Ambiente Ecuador.

MAGAP: Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca.

MDE: Modelo Digital de Elevación.

ML_v: Magnitud local calculada en la componente vertical usando una corrección para adecuarla a la ML estándar de Richter (1935).

NGA: Agencia de Inteligencia Geoespacial.

NBI: Necesidades Básicas Insatisfechas.

ND: Numero de bandas.

OE: Objetivos estratégicos.

PNUD: Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo.

SIG: Sistemas de Información Geográfica.

SIGTIERRAS: Sistema Nacional de Información y Gestión de Tierras Rurales e Infraestructura Tecnológica.

SNGR: Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos.

TC: Tiempo de crisis.

TN: Tiempo normal.

Glosario de términos.

- i. **Área consolidada.** Constituido por la ciudad compacta, es decir, por las parcelas edificadas y los “solares” que puedan quedar en sus intersecciones.
- ii. **Área en consolidación.** Formado por aquellas partes de la ciudad en las que se puede realizar proyectos catastrales dentro de la planificación administrativa incluyendo la apertura de vías, áreas verdes, áreas de recreación, etc. completando o redefiniendo al área consolidada.
- iii. **Área en desarrollo.** Son espacios para esenciales para el desarrollo social y nuevas planificaciones para evitar los asentamientos humanos.
- iv. **Amenaza Natural.** Procesos o fenómenos naturales que tienen lugar en la biósfera que pueden resultar en un evento perjudicial y causar la muerte o lesiones, daños materiales, interrupción de la actividad social y económica o degradación ambiental.
- v. **Amenaza Socionatural.** Peligro latente asociado con la probable ocurrencia de fenómenos físicos cuya existencia, intensidad o recurrencia se relaciona con procesos de degradación ambiental o de intervención humana en los ecosistemas naturales.
- vi. **Base de datos espacial.** Conjunto de coberturas o capas de información temática, los cuales están definidas por medio de tablas que contienen tanto la representación gráfica de los elementos gráficos, con los atributos que describen cada elemento dentro de cada tema.
- vii. **Capa de información.** Conjunto de información tanto espacial como de atributos de un tema específico. En *Arc/Info* se denomina cobertura.
- viii. **Capacidad.** Capacidad Conjunto de recursos, habilidades o destrezas de un grupo social destinados a incorporar favorablemente los procesos de gestión de riesgo.
- ix. **Cobertura.** Término utilizado en *Arc/Info* para denominar el modelo digital que almacena y conecta conjunto de elementos geográficos con sus atributos asociados. Una cobertura está compuesta por un conjunto de archivos o tablas relacionadas, incluyendo archivos con coordenadas y archivos con atributos. Un identificador conecta los datos espaciales con los atributos.

- x. **COOTAD.** El comité establece las regulaciones específicas para cada uno de los gobiernos correspondientes a cada nivel territorial, al respecto se definen los órganos de gobierno, sus fines, composición, funciones, atribuciones y prohibiciones.
- xi. **Desastre.** Daño o alteración grave de las condiciones normales en un área geográfica determinada, causada por fenómenos naturales y por efectos catastróficos de la acción del hombre en forma accidental, que requiere por ello la atención de los organismos del estado y de otras entidades de carácter humanitario o de servicio social.
- xii. **Deslizamiento.** Fenómeno de remoción en masa que se caracteriza por el desplazamiento ladera debajo de una masa de material geológico a lo largo de una superficie debido a la fuerza de la gravedad.
- xiii. **Dataset.** Es una colección de feature classes que comparten un sistema de coordenadas común y son utilizadas para integrar espacial o temáticamente feature classes, su propósito principal es de organizar los feature classes dentro de un data set común para poder construir la topología, una red geométrica, etc.
- xiv. **Elemento esencial.** es aquel que permite dar cuenta de manera localizada las claves del funcionamiento territorial con el fin de identificar los lugares que merecen: una atención particular en términos de análisis de vulnerabilidad y de política de reducción de los riesgos.
- xv. **Elementos expuestos.** Todo aquello que se encuentra dentro del área de acción de un fenómeno natural o causado por el hombre y que puede ser afectado por el mismo. Entre ellos están las personas, la infraestructura física y las actividades funcionales.
- xvi. **Factor detonante.** Evento natural o acción del hombre que puede detonar un fenómeno de remoción en masa. Causa inmediata que activa los movimientos en masa.
- xvii. **Falla Geológica.** Fractura miento y desplazamiento de los materiales de la corteza terrestre a lo largo de un plano o superficie de ruptura. Las dimensiones de las fallas pueden alcanzar cientos de kilómetros hasta microfisuras en muestras de roca. El tipo de fallamiento se define por el movimiento relativo de los bloques y su actividad.

- xviii. **Fenómeno Natural.** Todo suceso cuyo origen y manifestación no depende de la acción del hombre. De acuerdo con su origen se pueden clasificar en geológicos (sismos, erupciones volcánicas, tsunamis, etc.), atmosféricos (vientos, huracanes, tormentas, sequías, etc.), hidrológicos (inundaciones, crecidas), y extraterrestres (impactos de meteoritos, acercamiento de cometas), entre otros.
- xix. **Fenómeno de remoción en masa.** Movimientos ladera debajo de material geológico debido a la fuerza de gravedad.
- xx. **Feature Class.** Es una colección de características geográficas que comparten el mismo tipo de geometría y los mismos campos de atributos para un área común, contiene elementos que son equivalentes a los objetos.
- xxi. **Geodatabase.** O base de datos espacial en un modelo que permite el almacenamiento de la información geográfica en forma física, esta información es de tipo espacial y de atributos siendo almacenada por medio de una colección de tablas en un sistema Gestor de Base de Datos generando un mismo repositorio donde se guardan todos los archivos.
- xxii. **Gestión de Riesgo.** Conjunto de decisiones administrativas, de organización y conocimientos operacionales desarrollados por sociedad y comunidades para implementar políticas, estrategias y fortalecer sus capacidades a fin de reducir el impacto de amenazas naturales y de desastres ambientales y tecnológicos consecuentes. Esto involucra todo tipo de actividades, incluyendo medidas estructurales y no estructurales para evitar (prevención) o limitar (mitigación y preparación) los efectos adversos de los desastres.
- xxiii. **INEC.** Institución encargada de difundir la información estadística útil del país mediante los censos realizados; el último censo realizado fue realizado en el 2010.
- xxiv. **Laboreo.** es un fenómeno genuinamente antrópico, ya que no intervienen directamente las fuerzas naturales (a excepción de la gravedad), sino la intervención humana a través de sus prácticas y tecnologías. La magnitud de este último proceso erosivo tan solo ha comenzado a ser reconocida recientemente, como ha ocurrido también con el sellado por asfaltización.

- xxv. **Mapa.** Producto final obtenido del despliegue y simbolización de una o más capas de información. Puede contener a de más leyendas, convenciones y otros elementos q ayudan a su interpretación.
- xxvi. **Mapa de Amenaza.** Representación in-situ de la posibilidad de ocurrencia o afectación por un fenómeno natural o antrópico.
- xxvii. **Mapa de Susceptibilidad.** Representación in-situ del grado de resistencia, debido a las características intrínsecas que gobiernan la estabilidad de un terreno.
- xxviii. **Meteorización.** Proceso o estado de cambio de las propiedades físicas de una roca debido a procesos mecánicos, químicos y bilógicos. Se manifiesta por los cambios de coloración, resistencia y compactación del material original.
- xxix. **Mitigación.** Conjunto de medidas tomadas con anticipación a un desastre, con el fin de reducir al mínimo o eliminar su impacto sobre la sociedad y el medio ambiente.
- xxx. **Modelamiento.** Modelo de evaluación que define la interrelación de los factores o criterios analizados para lograr el objetivo propuesto. En términos generales, es la misma zonificación y está estrechamente relacionada con el nivel de estudio que se pretenda y la escala de trabajo.
- xxxi. **Metodología.** hace referencia al conjunto de procedimientos racionales utilizados para alcanzar una gama de objetivos que rigen en una investigación científica, una exposición doctrinal o tareas que requieran habilidades, conocimientos o cuidados específicos. Alternativamente puede definirse la metodología como el estudio o elección de un método pertinente para un determinado objetivo.
- i. **Período de Retorno.** Tiempo promedio de ocurrencia en el pasado de eventos del mismo tipo de características similares.
 - ii. **Prevención.** Conjunto de medidas estructurales y no estructurales basadas en la predicción que busca disminuir al mínimo el nivel de daño socioeconómico que puede causar un fenómeno. Las medidas estructurales comprenden obras como diques, muros de protección, espolones, canalización de causes, entre otros. Las medidas no estructurales incluyen el ordenamiento territorial, los sistemas de alarma, las normas y la educación, entre otras.

- iii. **Redes Vitales.** Infraestructura básica o esencial necesaria para el desenvolvimiento normal de una población.
- iv. **Riesgos.** Probabilidad de consecuencias perjudiciales o pérdidas esperadas (muertes, lesiones, propiedad, medios de subsistencia, interrupción de actividad económica o deterioro del ambiente) resultado de interacciones entre amenazas naturales o antropogénicas y condiciones de vulnerabilidad.
- v. **Resiliencia.** Capacidad de un ecosistema, sociedad o comunidad de absorber un impacto negativo o de recuperarse una vez haya sido afectada por un fenómeno físico.
- vi. **Sistema de Información Geográfica “SIG”.** Conjunto de herramientas informáticas (hardware y software) para recolectar, almacenar, recuperar, transformar, analizar y desplegar datos espaciales (georreferenciados) del mundo real para un conjunto particular de propósitos. En un SIG los datos pueden representarse en formato raster (píxeles o áreas), vectorial (líneas), o por medio de puntos.
- vii. **Vulnerabilidad (definición general).** Propensión de un elemento (o de un conjunto de elementos) a sufrir ataques y daños en caso de manifestación de fenómenos destructores y/o a generar condiciones propicias a su ocurrencia o al agravamiento de sus defectos.
- viii. **Zonificación.** División del terreno en áreas homogéneas o dominios y la jerarquización de dichas aéreas de acuerdo con sus grados de amenaza.

RESUMEN

El estudio se realizó en el cantón Esmeraldas de la provincia del mismo nombre, el cantón está situado en la parte central de la provincia, la ciudad de Esmeraldas, cabecera cantonal y capital provincial se localiza al margen izquierdo de la desembocadura del río Esmeraldas a 4 msnm. Las características ecológicas muestran que se halla en una zona de transición de bosque muy seco tropical a bosque húmedo tropical, y según la orografía no supera el 29,29% de pendientes planas, lo que hace que sea un territorio muy propenso a riesgos por inundaciones y tsunamis por la ubicación frente al perfil costero y la influencia del río Esmeraldas, mucho más si las precipitaciones superan los 800 mm en la época lluviosa. Mediante la metodología propuesta por el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo se determinó que 34 elementos esenciales se encuentran en un nivel de vulnerabilidad alto, 23 elementos en nivel de vulnerabilidad medio y 5 elementos en un nivel de vulnerabilidad bajo, siendo el caso de los elementos esenciales en tiempo normal, mientras en tiempo de crisis 37 elementos esenciales se encuentran en vulnerabilidad alta, 22 elementos en vulnerabilidad media y 3 elementos se encuentran en vulnerabilidad baja. Dentro de los elementos esenciales considerados para el estudio se cuenta con 62 elementos dentro de las áreas de Administración, Abastecimiento de agua, Abastecimiento de alimentos, Abastecimiento de combustibles, Abastecimiento de electricidad, Movilidad, Comunicación, Equipamiento, Educación, Patrimonial, Recreación, Salud, Seguridad y Organismos de control. La pérdida de cobertura vegetal se ha evidenciado desde los años 1982, 1990 y 2010, de acuerdo a la información de ecosistemas del Ecuador y el análisis de deforestación histórica del año 2008 que ha variado en las diferentes categorías de cultivos de ciclo corto, vegetación arbustiva, bosques naturales y vegetación de aprovechamiento forestal. La evaluación de riesgos ambientales indica que ante riesgos por deslizamientos el 63,42% del área total se encuentra en riesgo bajo, el 51,48% tiene un riesgo medio ante inundaciones y el 51,48% se encuentra en riesgo de susceptibilidad ante tsunamis, mientras que la incidencia a riesgos por sismos se tiene que Esmeraldas se halla cerca de un epicentro que genera magnitud de 4,1 MLv (Magnitud local en el componente vertical) a la saliente del río Esmeraldas.

ABSTRACT

The study was conducted in the canton of Esmeraldas province of the same name, the canton is located in the central part of the province, the city of Esmeraldas, regional town and provincial capital is located on the left bank of the mouth of the Esmeraldas River 4 m. The ecological characteristics show that is in a transition zone of tropical dry forest to tropical rainforest, according to the terrain does not exceed 29.29% of flat slopes, which makes it very prone territory to flood risks and tsunamis waterfront location by the profile and influence of the Esmeraldas River, much more if rainfall exceeds 800 mm in the rainy season. Using the methodology proposed by the United Nations Program for Development found that 34 essential elements are in a high level of vulnerability, 23 elements in average level of vulnerability and 5 elements in a level of vulnerability from being the case essential elements in normal time, while in times of crisis 37 essential elements are found in high vulnerability, vulnerability average 22 elements and 3 elements are in low vulnerability. Among the essential elements considered for the study there are 62 elements in the areas of Administration, Water, Food supply, fuel supply, electricity supply, Mobility, Communication, Equipment, Education, Heritage, Recreation, Health. Security and control bodies. The loss of vegetation cover has been evident since 1982, 1990 and 2010, according to information from the Ecuador ecosystems and analysis of historical deforestation of 2008 has varied in the different categories of short-cycle crops, shrubs, natural forest vegetation and forestry. The environmental risk assessment indicates that risks to slip the 63.42% of the total area is at low risk, 51.48% have a medium risk of floods and 51.48% are at risk of susceptibility to tsunamis while the incidence risk from earthquakes have to Esmeraldas it is close to the epicenter of 4.1 magnitude generated MLV (local variable in the vertical component) to the projection of the Esmeraldas River.

CAPÍTULO I

1 INTRODUCCIÓN

El área de estudio pertenece a la provincia de Esmeraldas, situada al noroccidente del Ecuador, cuenta con una extensión de 1.338.67 km² y 189.504 habitantes (INEC, 2010). El cantón está situado en la parte central de la provincia, la ciudad de Esmeraldas, cabecera cantonal y capital provincial; se ubica al margen izquierdo de la desembocadura del río del mismo nombre y del Océano Pacífico a 4 msnm.

El cantón Esmeraldas se encuentra frente a las placas tectónicas de Nazca y la Sudamericana. Debido a las múltiples amenazas, riesgos o vulnerabilidades por el propio paisaje geográfico y la localización, la población vive con el latente riesgo de ser afectados por cualquier fenómeno natural o antrópico como por ejemplo eventos tsunamigénicos (aguajes, oleajes, inundaciones), deslizamientos, hundimientos de la capa terrestre y remoción en masa, asociados actualmente a la pérdida de cobertura vegetal; así mismo los sismos, terremotos, sequias, lluvias e incendios que se enfocan en las vulnerabilidades territoriales y de los elementos esenciales afectando el desarrollo (PNUD, 2013).

Dichas vulnerabilidades y riesgos pueden afectar directamente al oleoducto SOTE, sector marítimo, vial, elementos esenciales importantes de desarrollo para la economía y productividad social.

Se estima que el 30% de la población urbana de Esmeraldas se encuentra en zonas de impacto alto y muy alto por inundaciones y deslizamientos, esto se agrava a medida que los procesos migratorios de la población desde el campo a la ciudad se realizan en zonas de riberas de río y esteros como lugares de asentamiento urbano-rural. El fenómeno climatológico de “El Niño” ocasiona grandes inundaciones en la ciudad ya que se ubica a orillas del río Esmeraldas. (SIISE, 2010)

En el sector rural del cantón, las prácticas agropecuarias inadecuadas han producido cambios en la cobertura vegetal al igual que en la periferia del límite urbano. Importantes extensiones se han transformado en pastizales; puesto que, las líneas de la economía local son la ganadería, la producción de palma, entre otras. (PDOT, 2012)

A pesar de que el desarrollo del cantón es significativo a nivel nacional, la población posee viviendas ubicadas en lugares con elevado riesgo sísmico y atmosférico por la estructura tradicional y por los niveles de pobreza. Los desastres naturales tales como deslizamientos en masa, inundaciones, tsunamis, procesos erosivos debido a la pérdida de cobertura vegetal, se adicionan a la situación económica-social afectando a la mayoría de la población esmeraldeña, por otro lado las secuelas psicológicas y sociales son profundas en la población.

Por estas razones es necesario emplear una metodología que permita evaluar las vulnerabilidades como es la utilizada en el proyecto Análisis de Vulnerabilidades a Nivel Municipal en el Ecuador “*DIPECHO*”, con el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo “PNUD” y la Universidad Técnica del Norte en convenio como parte investigativa.

Parte de los resultados esperados como método investigativo permitirán tener una visualización de los problemas ambientales y sociales juntamente con las falencias institucionales para enfrentar los desastres de origen natural y aportar al enfrentamiento del cambio climático.

Mediante el presente estudio de elementos esenciales se identificó el nivel de vulnerabilidad al que se encuentran expuestos sea en tiempo normal o en tiempo de crisis; y mediante la cartografía temática se zonificó el territorio que se encuentra en riesgo ambiental ante distintas amenazas tales como deslizamientos, inundaciones y

sismos que en la actualidad son factores globales que atentan al desarrollo normal de la población y de el país en general.

En este marco conceptual el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), y la Secretaria Nacional de Gestión de Riesgos del Ecuador (SNGR) enfocan su campo de acción en los gobiernos locales para que desarrollen capacidades de evaluación y procesos de planificación y definición de políticas públicas apropiadas para la reducción progresiva del riesgo de desastre en el mediano y largo plazo.

La finalidad del estudio técnico es ser un instrumento de apoyo mediante el cual el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Esmeraldas realice la priorización, formulación y seguimiento a las acciones que se están ejecutando en los procesos de prevención, análisis, reducción del riesgo y de manejo de desastres, de forma articulada con los demás instrumentos de planeación municipal: Plan de Ordenamiento Territorial, Plan de Desarrollo y Agendas Zonales.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo general

- Analizar la influencia de la pérdida de cobertura vegetal en el cantón Esmeraldas sobre la vulnerabilidad de los elementos esenciales, mediante la metodología propuesta por el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo y los riesgos ambientales.

1.1.2 Objetivos específicos

- Identificar los elementos esenciales y su vulnerabilidad en el cantón Esmeraldas.
- Realizar un análisis de la pérdida de cobertura vegetal sobre la incidencia en la vulnerabilidad y riesgos del cantón Esmeraldas.
- Zonificar el territorio urbano propenso a riesgos de tipo sísmico, deslizamientos, inundaciones, para implementar una matriz de evaluación de vulnerabilidades y riesgos.

1.2 Preguntas directrices

- ¿La metodología propuesta por el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo nos permite analizar la vulnerabilidad a nivel municipal mediante el estudio de los elementos esenciales?
- ¿El análisis de pérdida de cobertura vegetal permitirá identificar la vulnerabilidad y riesgos ambientales del cantón Esmeraldas?

CAPÍTULO II

2 REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Marco legal

Para el marco legal se ha incluido las normas jurídicas que se relacionan al proyecto, como son las de la Constitución de la República vigente en la actualidad, el Plan Nacional del Buen Vivir, el Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización “COOTAD”, Secretaria Nacional de Gestión de Riesgos “SNGR” y las Estrategias de Gestión de Riesgos y Desastres del Cantón Esmeraldas.

2.1.1 Constitución de la República del Ecuador 2008

El Artículo 14 de la Constitución de la República del Ecuador reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*, y declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la recuperación de espacios naturales degradados;

El artículo 264 de la Constitución de la República del Ecuador determina que es competencia de los gobiernos municipales, la expedición de ordenanzas cantonales;

El artículo 389 de la Constitución de la República del Ecuador determina que el Estado protegerá a las personas, las colectividades y la naturaleza frente a los efectos

negativos de los desastres de origen natural o antrópico, mediante la prevención ante el riesgos, la mitigación de desastres, la recuperación y mejoramiento de las condiciones sociales, económicas y ambientales, con el objeto de minimizar la condición de vulnerabilidad.

El artículo 414 de la Constitución de la República del Ecuador dispone al Estado adoptar medidas adecuadas y transversales para la mitigación del Cambio Climático mediante la limitación de emisiones de gases de efecto invernadero, de la deforestación y de la contaminación atmosférica, tomará medidas para la conservación de los bosques y la vegetación, y protegerá a la población del riesgo;

2.1.2 Plan Nacional del Buen Vivir (2013 - 2017) de la Secretaria Nacional de Planificación y Desarrollo del Ecuador

Los objetivos 2, 3, 4 y 7 mencionan:

- **Objetivo 1.** Auspiciar la igualdad, la cohesión, la inclusión y la equidad social y territorial, en la diversidad.
- **Objetivo 3.** Mejorar la calidad de vida de la población.
- **Objetivo 4.** Fortalecer las capacidades y potencialidades de la ciudadanía.
- **Objetivo 7.** Garantizar los derechos de la naturaleza y promover la sostenibilidad ambiental territorial y global.

2.1.3 Código de Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización “COOTAD”

En el Artículo 140, del COOTAD, señala que la gestión de riesgo 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;

2.1.4 Secretaria Nacional de Gestión de Riesgos (referencias básicas 2013 - 2014)

Las prioridades 1,2 y 4 mencionan:

Prioridad 1. Cuidar que la reducción de los riesgos de desastre constituya una prioridad nacional y local, por parte de todas las instituciones y organizaciones del Sistema Nacional Descentralizado de Gestión de Riesgos y de la comunidad; a través de una sólida base institucional.

Prioridad 2. Fortalecer el Sistema Nacional Integrado de Alerta Temprana así como la identificación, evaluación y vigilancia de los riesgos de emergencias y desastres.

Prioridad 4. Reducir los factores de riesgo subyacentes a través de acciones integradas de los GAD y de las demás entidades del Sistema Nacional Descentralizado de Gestión de Riesgo.

2.1.5 Estrategias de Gestión de Riesgos y Desastres del Cantón Esmeraldas

El Cantón Esmeraldas posee una Unidad de Gestión de Riesgo “UGR”, la misma que tiene autonomía y personal trabajando constantemente por el desarrollo local. Mediante el marco legal aplicado por la Municipalidad de Esmeraldas ante la toma de decisiones durante un determinado tiempo, se citan las siguientes bases técnicas para la gestión de riesgos siendo las principales para afrontar necesidades ante los riesgos producidos de origen natural o antrópico y las vulnerabilidades presentadas en el territorio basados en el artículo 390 que se establece que el sistema descentralizado de gestión de riesgos está compuesto por UGR de todas las instituciones públicas y privadas en los ámbitos local, regional y nacional.

Antecediendo dicho contexto legal el GAD-E emprende objetivos y líneas estratégicas como:

Objetivo estratégico 1. Evitar y controlar la ocupación de asentamientos humanos en zonas de alto riesgo no mitigables.

Línea de acción 02 (LA). Reasentamientos de zonas de alto riesgo no mitigables.

Objetivo estratégico 3. Fortalecimiento de capacidades institucionales para la implementación del enfoque de gestión de riesgos en los procesos de planificación y ordenamiento territorial.

Línea de acción 14 (LA14). Programas de reducción de la vulnerabilidad ante fenómenos naturales y antrópicos en los servicios de transporte terrestre, aéreo y marítimo.

Objetivo Estratégico 4. Reducir la vulnerabilidad económica, social y ambiental de los sistemas humanos y naturales para mitigación y adaptación al cambio climático.

Línea de Acción 17 (LA17). Desarrollar planes de reforestación de laderas para prevenir deslizamientos.

Línea de Acción 23 (LA23). Garantizar que la ciudadanía y sus instituciones cuenten con información sistematizada, actualizada e integral sobre cambio climático para la toma de decisiones.

Objetivo Estratégico 5. Promoción de planes de reducción de riesgos y atención de desastres en áreas naturales protegidas.

Línea de Acción 25 (LA25). Definir y promover medidas de reducción de riesgos y atención de desastres en los programas de conservación de la diversidad biológica, en especial en zonas de riesgos.

Objetivo Estratégico 6. Desarrollo de un sistema integrado de información sobre riesgos, donde se identifiquen capacidades, amenazas y vulnerabilidad de la población en el territorio del cantón Esmeraldas.

Línea de Acción 27 (LA27). Construir escenarios de riesgos posibles en la ciudad y cantón Esmeraldas.

Línea de Acción 28 (LA28). Determinar niveles aceptables de riesgos así como consideraciones costo beneficio.

2.2 Área de estudio

La presente investigación se realizó en el cantón Esmeraldas, territorio característico a nivel nacional y local que puede identificar varios de los niveles de vulnerabilidades sociales, estructurales a nivel territorial, amenazas naturales: la pérdida de cobertura

vegetal, deslizamientos de tierra o movimientos en masa, inundaciones y movimientos sísmicos.

Para el análisis y descripción de vulnerabilidades se trabajó en la ciudad de Esmeraldas, mientras que el análisis de riesgos ambientales como deslizamientos en masa, inundaciones, sísmico y pérdida de cobertura vegetal se lo realizó a nivel cantonal.

2.3 Pérdida de cobertura vegetal

Considerando que la pérdida de cobertura vegetal en una zona donde la población influye negativamente por su alta tasa de natalidad, la misma que ejerce presión al crecimiento de centros urbanos ocasionando una expansión espacial y geográfica, mediante los procesos de urbanización, con sus usos y destinos; este proceso provoca la modificación del suelo destruyendo la cobertura vegetal.

Se observa que en el proceso de urbanización, en las reservas territoriales, así como los usos y destinos del suelo, se presenta invasiones ilegales, la falta de integración urbana, el ambiente y los desaciertos políticos y accidentes urbanísticos. (Alonzo, 2010)

Igualmente los sistemas de cobertura vegetal se ven afectados por el uso indebido del suelo, siendo un proceso como los años de 1982, 1990, el análisis de la deforestación histórica del 2008, la información de los ecosistemas del Ecuador (MAE, 2012), y la información generada para el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial 2012, donde se ha identificado los cambios alarmantes de cobertura vegetal, existiendo la pérdida de bosques naturales para uso forestal y agropecuarios principalmente, agravando a los ecosistemas y zonificando nuevas áreas para la expansión urbana.

2.4 Índice de concentración de la precipitación (ICP-Fourier)

Para la evaluación del comportamiento de la precipitación se aplica el índice de concentración de la precipitación de Fournier; dicho índice estima la agresividad de las lluvias mediante la variabilidad temporal de las precipitaciones mensuales. El valor resultante de la ecuación ICP es de mucha importancia, debido a la incidencia de la precipitación sobre la erosión del suelo.

La fórmula de Fournier es la siguiente:

$$ICP = 100 \frac{\sum_{i=1}^{12} p_i^2}{P^2}$$

Dónde: ICP: índice de concentración de la precipitación, en %
 p_i: precipitación mensual en mm
 P: precipitación anual en mm

La resultante de la ecuación se interpreta en el siguiente cuadro:

Cuadro 1. Clasificación del ICP

ICP	Clasificación
8.3 – 10	Uniforme
10 – 15	Moderadamente estacional
15 – 20	Estacional
20 – 50	Altamente estacional
50 - 100	Irregular

2.5 Ecuación universal de la pérdida de suelos (USLE-MUSLE)

Mediante la ecuación de USLA se estima las pérdidas de suelo anuales, como el valor promedio de un período representativo del año, que se produce en un territorio debido a las erosiones superficiales ante determinadas condiciones de clima, suelo, relieve y cobertura vegetal . (González M. , 1991)

Las mismas condiciones de erosividad de las lluvias pueden producir erosiones diferentes según las características del suelo sobre el que actúan. Así se reconoce una serie de características del propio suelo que determinan su erosionabilidad o vulnerabilidad a la erosión, relacionada con su textura, estructura, contenido de materia orgánica y permeabilidad.

La USLE es un modelo diseñado para predecir la cantidad de pérdida del suelo por escurrimiento en áreas específicas; su fórmula es la siguiente:

$$A = R * K * L.S * C$$

Dónde: A: es la pérdida del suelo en t/ha.año

R: es el factor erosividad de la lluvia en Mjmm/ha.año
K: es el factor erosionabilidad del suelo en (t/ha)/(Mj.mm/ha.h)
L: es el factor longitud del terreno (adimensional)
S: es el factor pendiente del terreno (adimensional)
C: es el factor cobertura y manejo de la vegetación (adimensional)

2.6 Vulnerabilidad (V)

La vulnerabilidad presenta varias definiciones, dependiendo del contexto en el que es utilizada. Una de las más relevantes es aquella que señala: “la propensión de un elemento (o de un conjunto de elementos) a sufrir ataques y daños en caso de manifestación de fenómenos destructores y/o a generar condiciones propicias a su ocurrencia o al agravamiento de sus efectos”. (D’Ercole & Pascale, 2004)

2.6.1 Evaluación de vulnerabilidades

En esta parte del capítulo dos, se analiza los aspectos del territorio cantonal que nos permitirán tener una mejor comprensión de los elementos que son cruciales en su desarrollo productivo, económico, social y administrativo de la ciudad de Esmeraldas enfocados a los elementos esenciales tomados en cuenta en tiempo normal y en tiempo de crisis con respecto a su funcionalidad.

Siendo la vulnerabilidad el Grado de pérdida (de 0 a 100%) como resultado de un fenómeno potencialmente dañino (UNDRO, 1979). En versiones más recientes se expresa como grado de pérdida de un elemento o conjunto de elementos bajo riesgo como resultado de la concurrencia de un fenómeno natural de una magnitud dada y expresada en una escala de 0 (ningún daño) a 1 (pérdida total), o como el porcentaje de pérdida esperado. (UNDRO, 1991)

En términos más específicos, entendiendo por vulnerabilidad a la debilidad que puede presentar el territorio o la posibilidad de enfrentar fenómenos o amenazas que ocasionen daños en su infraestructura, población y comprendiendo a los elementos esenciales a las infraestructuras que permiten un correcto desarrollo y funcionamiento de la población.

2.6.1.1 Elementos esenciales del cantón en tiempo normal y de crisis

Un elemento esencial es aquel que permite dar cuenta de manera localizada las claves del funcionamiento territorial con el fin de identificar los lugares que merecen: una atención particular en términos de análisis de desarrollo, vulnerabilidad y de política de reducción de los riesgos. (Metzger y D'Ercole, 2004)

Los elementos esenciales se categorizarán en las áreas de:

- a) **Administración.** Con lo que respecta a la administración como ente regulador de la ciudad, esmeraldas cuenta con la municipalidad, consejo provincial, autoridad portuaria, capitanía de puerto, registro civil.
- b) **Abastecimiento de agua.** Son de vital importancia para el abastecimiento la planta de captación y el tanque de tratamiento y distribución del agua.
- c) **Abastecimiento de alimentos.** Lo que corresponde al abastecimiento de alimentos se los puede citar en sub grupos como mercados, centros comerciales, puerto pesquero y centros de acopio de alimentos.
- d) **Abastecimiento de combustibles.** Siendo un importante generador de abastecimiento para la movilidad se agrupa entre gasolineras, la refinería de esmeraldas, y el SOTE.
- e) **Abastecimiento de electricidad.** Parte del desarrollo territorial se base en la energía eléctrica, dentro a la cual se encuentra la empresa eléctrica.
- f) **Movilidad.** Como motor del desarrollo potencial económico se encuentra al aeropuerto, puerto marítimo, terminal terrestre y vías de acceso con las ciudades vecinas.
- g) **Comunicación.** Siendo la comunicación parte fundamental para la población, esmeraldas cuenta con la institución de la Corporación Nacional de Telecomunicaciones.
- h) **Equipamiento.** Dentro de equipamientos se los ha considerado a los cementerios de la zona.

- i) Educación.** Comprende a las instituciones educativas tales como unidades educativas, escuelas, colegios y universidades.
- j) Patrimonial.** Está considerado como lugares patrimoniales a la biblioteca y a la casa de la cultura.
- k) Recreación.** Como lugares de recreación se agrupa entre parques, coliseo y estadios.
- l) Salud.** Se entiende por salud a las instituciones públicas y privadas, dentro de las cuales se encuentra el Instituto Ecuatoriano del Seguro Social (IESS), Cruz Roja, hospitales, centros de salud, sub centros de salud, Dirección provincial de Salud, seguro social de campesinos y el área de salud N.2.
- m) Seguridad y organismos de control.** Las entidades encargadas del control y seguridad ciudadana son la policía nacional, cuerpo de bomberos, ecu 911 y centros de rehabilitación social.

Cada una de las áreas categorizadas se presentara en una matriz de modos y niveles de daño de los elementos expuestos, donde se la califique de acuerdo al grado de importancia siendo estas puntuales como la concentración, cobertura, dependencia y funcionalidad del elemento esencial.

2.4. Riesgos o amenazas naturales

Se identifican los riesgos o amenazas naturales para conocer los diferentes conceptos y procesos que se pueden generar para el análisis territorial. Así, una definición ampliamente aceptada caracteriza a las amenazas naturales como “aquellos elementos del medio ambiente que son peligrosos al hombre y que están causados por fuerzas extrañas a él”.

En este estudio el término amenazas naturales se refiere a la probabilidad de exceder un nivel de ocurrencia de un evento con cierta intensidad en un sitio específico y en un período de tiempo determinado, lo que indica que es un factor de riesgo determinado como externo que representa un peligro latente asociado a un fenómeno

físico de origen natural o en alguno de los casos antrópico, el cual puede producir efectos adversos a una comunidad.

Es necesario entender y comprender el funcionamiento de los términos para la elaboración de la cartografía temática y su metodología.

a) Determinación de los modos y niveles de afectación de los elementos expuesto

Los modos y niveles de daño pretenden dar una idea de la magnitud de afectación de los diferentes elementos expuestos; estos pueden expresarse de manera cualitativa y cuantitativa. Aunque las dos formas de expresión pueden correlacionarse, en muchos casos es más acertado y objetivo expresar el nivel de afectación en términos cualitativos, pues permite una definición más real de la forma y, hasta cierto punto, de la magnitud del daño.

Cuadro 2. Matriz de modos y niveles de daño de elementos expuestos. Adaptada de Leone (1996)

ELEMENTO DE ESTUDIO		EXPOSICIÓN A AMENAZAS AMBIENTALES				ELEMENTOS ESENCIALES (EE)		TIPO DE RIESGO AMBIENTAL Y VULNERABILIDADES (NIVELES)	
ELEMENTO EXPUESTO (ÁREA)	NOMBRE DEL ELEMENTO	Deslizamientos	Tsunamis	Inundación	Sísmico	EE T Normal	EET Crisis	Nivel de Riesgo Ambiental	Nivel de Vulnerabilidad

b) Cuantificación de los elementos expuestos a la amenaza y las posibles pérdidas

Con la identificación, caracterización y localización de los elementos expuestos, con el análisis de la dinámica del movimiento y su probable extensión final, se han determinado unos modos y niveles de afectación de los elementos expuestos. A partir de esta fase se procesa a medir la cuantificación de las pérdidas que se puedan presentar en caso de la materialización del fenómeno. La estructuración metodológica se presenta a continuación.

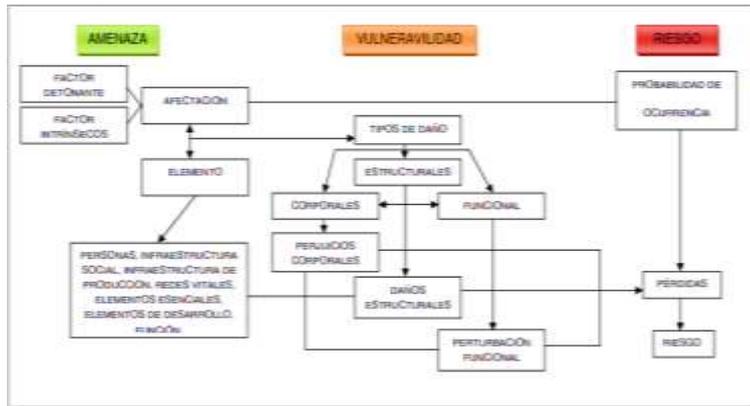


Gráfico 1. Metodología para la estructuración de un escenario de riesgo

Fuente: Evaluación de riesgos por fenómenos de remoción en masa. COLOMBIA, 2001

En el gráfico anterior para la cuantificación de los elementos expuestos se puntualiza tres variables de íntima relación como es la amenaza, la vulnerabilidad y el riesgo.

Mediante el cruce de variables se determina los modos o niveles de daño que pueden ocasionar los fenómenos naturales y la vulnerabilidad que causa frente a la sociedad, en este caso la ciudad de esmeraldas como promotor del desarrollo económico productivo para el norte del país.

Como se muestra en el gráfico 1, las amenazas comprenden los factores detonantes y propios de cada elemento a estudiar como son los elementos esenciales y su distribución en el territorio para determinar su afectación o a su vez la vulnerabilidad que está comprendida desde un punto de vista que comprenda el tipo de daño que se puede ocasionar desde una amenaza ante la presencia del ser humano o del entorno físico que le rodea promoviendo a las perturbaciones de la funcionalidad territorial.

Los riesgos, como se los estudiara en la metodología aplicada para la generación de cartografía temática, se los resaltara mediante el cruce y ponderación de datos shapefile y mediante la verificación de campo o a su vez con la toma de puntos de control, este proceso permitirá zonificar y determinar si un elemento determinado como esencial se encuentra afectado por algún daño originado por procesos sísmicos, deslizamientos de tierra (remoción en masa) o inundaciones.

c) Cuantificación de las características de la interacción entre el fenómeno y los elementos expuestos

Aunque en esta teoría se plantea un análisis menos cualitativo al utilizar conceptos como “capacidad de daño de un fenómeno y modo de daño de un elemento expuesto”, la complejidad y la variabilidad espacio – temporal de los mecanismos de desarrollo de los FRM han hecho muy difícil cuantificar numéricamente esos dos conceptos. Esto obliga, hasta el momento, a un análisis de eventos precedentes de los que haya registros estadísticos y gráficos.

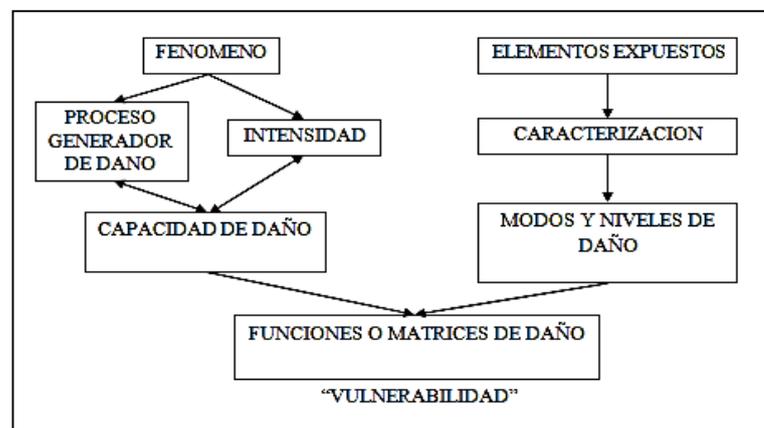


Gráfico 2. Metodología para la evaluación de la vulnerabilidad

Fuente: Evaluación de riesgos por fenómenos de remoción en masa. COLOMBIA, 2001

2.6.2 Amenaza (H)

La amenaza analizada como evento amenazante o probabilidad de ocurrencia de un fenómeno natural, potencialmente perjudicial en un área dada en un período específico. (UNDRO, 1979)

La amenaza también es estudiada como la probabilidad de ocurrencia de la magnitud de un fenómeno que pueda causar daño (González, 1992), y según (Mora, 1990), la amenaza es la probabilidad de que en un tiempo “*t*” suceda un evento de intensidad “*a*”.

2.6.3 Riesgo (R)

El riesgo se lo puede entender como el número de pérdidas de vidas humanas esperado, personas heridas, daño a propiedades e interrupción de actividades económicas a causa de fenómenos naturales particulares y, por consiguiente, el producto del riesgo específico por el valor de los elementos en riesgo. (UNDRO, 1979)

2.6.4 Riesgo específico (Rs)

El riesgo específico es el cálculo matemático de pérdidas (vidas, heridos, propiedad dañada y actividades económicas interrumpidas) durante un período de referencia en una región dada para una amenaza particular. Riesgo es el producto de la amenaza por la vulnerabilidad. (UNDRO, 1979)

$$\mathbf{R = H \times V}$$

Dónde: R: riesgo
H: amenaza
V: vulnerabilidad

Los elementos que se encuentran en riesgo latente en la ciudad de Esmeraldas es la población que se halla bajo una amenaza de origen natural o antrópico junto a los elementos esenciales vulnerables en tiempo normal o en tiempo de crisis.

2.6.5 Riesgo sísmico

El movimiento sísmico del suelo se debe al paso a su través de ondas elásticas producidas al liberarse bruscamente la energía acumulada en un punto o foco. En general las zonas con mayor actividad volcánica son también las de mayor actividad tectónica actual o sub actual.

Si se representa en un mapa de escala global los epicentros de un determinado período de tiempo, se puede comprobar que la mayor parte de ellos se localizan en una serie de cinturones estrechos, que corresponden al sistema de fosa arco-isla circumpacífico, el cinturón andino y las crestas dorsales centro oceánicas. Fuera de estos cinturones, la sismicidad es dispersa en espacio y tiempo, y de carácter superficial.

Este riesgo se produce por causas naturales, raras veces se producen por las actividades antrópicas. (Beltrán, 2006)

2.6.6 Riesgo de remoción en masa (deslizamientos)

El término deslizamiento incluye derrumbe, caídas y flujo de materiales no consolidados.

Los deslizamientos pueden activarse a causa de terremotos, erupciones volcánicas, suelos saturados por fuertes precipitaciones o por el crecimiento de aguas subterráneas y por el socavamiento de los ríos. Un temblor de suelos saturados causados por un terremoto crea situaciones sumamente peligrosas. A pesar de que los deslizamientos se localizan en áreas relativamente pequeñas, pueden ser especialmente peligrosos por la frecuencia con que ocurren. Las distintas clases de deslizamientos son:

- El desprendimiento de rocas que se caracteriza por la caída libre de rocas desde un acantilado. Estas generalmente se acumulan en la base del acantilado formando una pendiente, lo que impone una amenaza adicional.
- Los derrumbes y avalanchas, que el desplazamiento de una sobrecarga debido a una falta de corte. Si el desplazamiento ocurre en material superficial sin deformación total, se le llama hundimiento.
- Los flujos y las dispersiones laterales, que ocurren en material reciente no consolidado donde la capa freática es poco profunda. A pesar de estar asociados con topografías suaves, estos fenómenos de licuefacción pueden llegar a grandes distancias de su origen.

El impacto de estos eventos depende de la naturaleza específica del deslizamiento. El desprendimiento de rocas obviamente constituye un peligro para los seres humanos y la propiedad, pero en general, impone una amenaza localizada dada su área de influencia. Los derrumbes, las avalanchas, los flujos y las dispersiones laterales generalmente abarcan áreas extensas y pueden resultar en una grande pérdida de vidas humanas y propiedades.

Las corrientes de fango relacionadas con erupciones volcánicas, pueden viajar a grandes velocidades desde su punto de origen y son una de las amenazas volcánicas más destructivas.

Generalmente los deslizamientos se producen por las actividades antrópicas como la construcción de carreteras. (Beltrán, 2006)

2.6.7 Riesgos de inundaciones y susceptibilidad ante tsunamis

Se pueden distinguir dos tipos de inundaciones: desbordamiento de ríos causado por la excesiva escorrentía como consecuencia de fuertes precipitaciones e inundaciones originadas en el mar, o inundaciones costeras causadas por olas ciclónicas exacerbadas por la escorrentía de las cuencas superiores. Los tsunamis son un tipo especial de inundación costera.

a) Inundaciones costeras

Las olas ciclónicas son un crecimiento anormal del nivel del mar asociado con huracanes y otras tormentas marítimas. Las olas ciclónicas están causadas por fuertes vientos de la costa y/o por celdas de muy baja presión y tormentas oceánicas. El nivel de las aguas está controlado por los vientos, la presión atmosférica, las corrientes astronómicas existentes, las olas y el mar de fondo, la topografía de la costa y la batimetría y la proximidad de la tormenta a la costa.

Generalmente, las destrucciones causadas por olas ciclónicas se puede atribuir a:

- El impacto de las olas y de los objetos asociados con el paisaje del frente de la ola.
- Las fuerzas hidrostáticas/dinámicas y los efectos de las bombas de carga de agua.

Los daños más significativos resultan a menudo del impacto directo de las olas sobre las estructuras fijas. Los impactos indirectos causan inundaciones y socavamiento de infraestructuras tales como autopistas y vías.

La inundación de los deltas y otras zonas costeras bajas está exacerbada por la influencia de las mareas, las olas de tormenta y por el frecuente movimiento en los canales.

b) Desbordamiento de ríos

El desbordamiento de los ríos ocurre cuando se excede la capacidad de los canales para conducir el agua y por lo tanto se desbordan las márgenes del río.

Las inundaciones son fenómenos naturales y puede esperarse que ocurran a intervalos irregulares de tiempo en todos los cursos de agua. El establecimiento humano en un área cercana a planicies de inundación es una de las mayores causas de daños causados por inundaciones.

c) Susceptibilidad ante tsunamis

Las probabilidades de que la ciudad y el cantón Esmeraldas en general sea propensa a la afectación de un Tsunami son altas debido a que todo el perfil costero ecuatoriano se encuentran cerca de lo que se conoce zona de subducción; es decir, la placa tectónica de Sudamérica es levantada por fuerzas ejercidas durante el roce tectónico junto a la placa tectónica Oceánica de Nazca quien subduce (se hunde), esto genera procesos sísmicos que alteran la cobertura del manto superficial de la corteza terrestre.

Las zonas de subducción acumulan grandes cantidades de energía, que al liberarse generan sismos que pueden llegar a alcanzar grandes magnitudes como es el caso de 1906 que produjo un tsunami en el perfil costero de Esmeraldas, sumado a esto, se cita la falta de preparación y concienciación de la comunidad para reducir los riesgos e impactos de los tsunamis a los que están expuestos; esto lo muestran los asentamientos en sectores altamente sísmicos, inundables, rellenados sin técnica y en mucho de los casos licuables.

En un contexto más generalizado se puede resaltar que las costas occidentales de Sudamérica se caracterizan por su alta sismicidad debido a las fallas geológicas en el área costera, resaltando los eventos tsunamigénicos más relevantes y producidos en el XX (años: 1906, 1933, 1953, 1958 y 1979) según registros y estudios realizados por el INOCAR.

CAPÍTULO III

3 MATERIALES Y MÉTODOS

Este capítulo describe los materiales y las metodologías empleadas en el desarrollo de la investigación.

3.1 Materiales y métodos

3.1.1 Materiales de campo

- Libreta de campo
- Carta topográfica analógica de la ciudad de Esmeraldas. Escala 1: 50.000

3.1.2 Equipo de campo

- GPS Garmin 64sc
- Vehículo 4x4
- Videgrabadora (Cámara fotográfica)

3.1.3 Materiales y equipos de oficina

- Carta topográfica digital de la ciudad de Esmeraldas. Escala 1: 50.000
- Planos catastrales del cantón Esmeraldas. Escala 1:5.000; 1:10.000
- Imágenes satelitales Landsat “resolución espacial de 5m multi espectrales”

- Documentos Plan de Desarrollo Cantonal y Plan de Ordenamiento Territorial del cantón
- Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización
- Documentos sobre estrategias de gestión de riesgos y desastres del cantón esmeraldas
- Bibliografía sobre prioridades para el desarrollo integral
- Laptop HP
- Software ArcGis 10.2. con licencia temporal del Laboratorio de Geomática
- Software Global Mapper 15.0
- Software MapSource
- Mapas de vulnerabilidades y riesgos naturales de la ciudad de Esmeraldas. Escala 1: 50.000

3.2 Metodología

3.2.1 Factores en estudio

- Incidencia de la pérdida de cobertura vegetal, las amenazas de origen sísmico y deslizamiento e inundaciones.
- Elementos esenciales que permiten el desarrollo armónico de la ciudad de Esmeraldas.
- Estudio de cobertura geográfica expuesta a amenaza sísmica en el cantón Esmeraldas.
- Estudio de cobertura geográfica expuesta a amenaza de deslizamientos o movimientos en masa en el cantón Esmeraldas.
- Estudio de cobertura geográfica expuesta a amenaza de inundaciones en el cantón Esmeraldas.

3.2.2 Variables

- Vulnerabilidad de elementos esenciales en tiempo normal y en tiempo de crisis (metodología propuesta por el PNUD).
- Riesgos de origen natural tales como sísmico, tsunamis, inundaciones y deslizamientos (adaptación de metodología).

3.2.3 Elaboración de cartografía base y temática

- a) Con la elaboración de cartografía temática se analizó lo siguiente:
- Uso de archivos shapefile de precipitación, pendientes, cobertura vegetal, puntos epicentrales, cotas de mareas, capas geológicas, para la base de cartografía.
 - Elaboración del álgebra de mapas de vulnerabilidad.
 - Elaboración del álgebra de mapas con el que se determinó los diferentes tipos de amenazas de origen natural.
 - Conversión de archivos raster en archivos shapefile y viceversa.
 - Se verificó mediante un análisis la pérdida de cobertura vegetal con información catastral.
 - Se realizó la zonificación de amenazas: procesos sísmicos, deslizamientos e inundaciones.
- b) Se realizó un perfil territorial cantonal, caracterizando los factores territoriales que generan vulnerabilidad, se siguieron los procedimientos establecidos por la Metodología de la Secretaría Nacional de Riesgos y el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (Me-SNGR; PNUD).
- c) Se realizó mapas base a nivel cantonal y urbano.
- d) Mediante matrices de evaluación cualitativa se categorizó los elementos esenciales dentro de su vulnerabilidad correspondiente al territorio (EE-TN; EE-TC).
- e) Se procedió a georeferenciar los elementos esenciales para realizar la cartografía temática con los niveles de vulnerabilidad respectivos.
- f) Se determinó los niveles de vulnerabilidad de los elementos esenciales en base a la metodología propuesta por el “PNUD”, en tiempo normal y en tiempo de crisis.
- g) Se describió de forma general la cartografía temática del área de estudio como: ubicación geográfica, mapa base, mapa de pendientes, mapa de precipitación (isoyetas), mapa geológico, mapa de cobertura vegetal en base a información digital proporcionada por el Instituto Geográfico Militar (IGM), registros de mareas (INOCAR).

- h) Se determinó las áreas del cantón expuestas a amenaza sísmica, deslizamientos, inundación, Tsunamis en base a la elaboración de cartografía temática.

3.3 Álgebra de mapas de vulnerabilidades

Se aplicó la herramienta raster calculator para sobreponer capas de información (álgebra de mapas).

1. Mapa de Base de Elementos Esenciales
2. Mapa de Elementos Esenciales en Tiempo Normal
3. Mapa de Elementos Esenciales en Tiempo De Crisis

3.4 Álgebra de mapas de riesgos ambientales

Se aplicó la herramienta raster calculator para sobreponer capas de información (álgebra de mapas).

1. Mapa de Ubicación
2. Mapa Base
3. Mapa de Pendientes
4. Mapa de Precipitación
5. Mapa Geológico
6. Mapa de Pérdida de Cobertura Vegetal
7. Mapa de Cobertura Vegetal
8. Mapa de Sismos
9. Mapa de Deslizamientos
10. Mapa de Registro de Mareas
11. Mapa de Susceptibilidad ante Tsunamis

Cuadro 3. Combinación de mapas temáticos

Mapa de Sismos	M8 = Intensidad Sísmica (MLv)
Mapa de Deslizamientos	M9 = M3+M5+M7
Mapa de Susceptibilidad ante Tsunamis	M11 = M3+M4+M8+M10

M: número de mapa; MLv: Magnitud local en el componente vertical

La relación que existe entre las vulnerabilidades y los riesgos ambientales o naturales, se basan en la metodología propuesta por la Secretaria Nacional de Gestión de Riesgos (2013), Institución Nacional que se encarga de la prevención y mitigación de los

mismos, que trabaja directamente con instituciones educativas que realizan investigación como es el caso de la Universidad Técnica del Norte y el Centro Universitario de Investigación Ciencia y Tecnología (CUICYT), conjuntamente con organismos como es el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), que apoyan a países en desarrollo como Ecuador proporcionando equipo técnico y metodologías para proyectos a fines al desarrollo local.

3.5 METODOLOGÍA CARTOGRAFICA

3.5.1 Coordenadas geográficas del área de estudio

A continuación se muestran las coordenadas geográficas del área de estudio en proyección cartográfica mediante un Sistema de Información Geográfica.

Cuadro 4. Coordenadas geográficas del centroide del área de estudio

PUNTOS	COORDENADA X	COORDENADA Y
NORTE	650307	10110174
SUR	643102	10098276
ESTE	651895	10106415
OESTE	641734	10098276

3.5.2 Mecanismo de trabajo en el Sistema de Información Geográfica

Cuadro 5. Parámetros de trabajo de un SIG

Proyección	- UTM – Zona 17 Sur “Universal Transversa de Mercator”
Datum Horizontal	- WGS 84 “World Geodetic System de 1884”
Datum Vertical	- Nivel Medio del Mar
Fuente	- Información Cartográfica Básica análoga digital, IGM 1:50.000; año 2013 - Información catastral GAD-E; actual 2013

3.5.3 Descripción de metodología para vulnerabilidades y riesgos ambientales

En la metodología para vulnerabilidades y riesgos ambientales se determinó la pérdida de cobertura vegetal, la importancia de los elementos esenciales en tiempo normal y de crisis del cantón Esmeraldas, los riesgos por procesos de origen sísmico, deslizamiento, e inundación.

3.5.3.1 Metodología para determinar la pérdida de cobertura vegetal

Se determinó la pérdida de cobertura vegetal en base el catastro urbano proporcionado por el GAD-E (2014) y los lineamientos de desarrollo urbano como son: áreas en proceso de consolidación y áreas en proceso de desarrollo; en el cual el crecimiento poblacional y necesidades que genera en el entorno son influyentes en la conservación de la cobertura vegetal.

Sin embargo, la pérdida de cobertura vegetal también se encuentra influenciada por el uso del suelo como: agropecuario o para usos forestales importantes para la economía y desarrollo del cantón y los espacios de conservación como: bosques naturales y áreas de manglar; en el gráfico 3 se presenta el modelo de pérdida de cobertura vegetal.

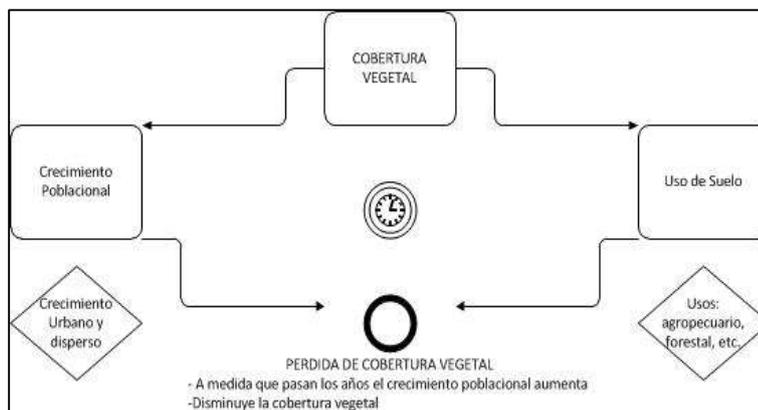


Gráfico 3. Modelo de pérdida de vegetación

3.5.3.2 Metodología para determinar la importancia de los elementos esenciales en tiempo normal y de crisis del cantón Esmeraldas

Un elemento esencial es aquel que permite dar cuenta de manera localizada las claves del funcionamiento territorial con el fin de identificar los lugares que merecen: una atención particular en términos de análisis de vulnerabilidad y de política de reducción de los riesgos. (Metzger y D'Ercole, 2004)

La identificación de los elementos esenciales del cantón Esmeraldas se realizó en base a la metodología utilizada en estudios recientes en el distrito Metropolitano de Quito través de su Dirección Metropolitana de Territorio y Vivienda, y el Institut de

Recherche pour le Développement (IRD), esto se apoyó con la utilización de herramientas de difusión global como el SIG para conocer su ubicación en el territorio.

Para ello se adoptó la metodología en los tres campos considerados indispensables para la existencia y el funcionamiento de un territorio:

- El primero se refiere a la población y sus necesidades intrínsecas. Se trata particularmente de los servicios de salud y educación, aunque también de todo lo que puede contribuir al esparcimiento del individuo y de la colectividad, desde las posibilidades recreativas hasta los medios de vivir y expresar una identidad a través de la cultura y el patrimonio. (Metzger y D’Ercole, 2004)
- El segundo se refiere a la *logística* urbana que son otros tantos servicios e infraestructuras imprescindibles para la población: el abastecimiento de agua, de alimentos, de energía eléctrica y de combustibles, las telecomunicaciones y la movilidad. (Metzger y D’Ercole, 2004)
- El tercero se refiere a la capacidad de gestión y administración de una ciudad. Se consideraron las particularidades de la ciudad de Esmeraldas, que es la capital provincial. (Metzger y D’Ercole, 2004).

El análisis se realizó sobre 13 áreas, agrupadas de acuerdo al cuadro 5, para cada área se establecieron tres criterios de importancia: concentración o dependencia, funcionalidad y cobertura.

Cuadro 6. Elementos esenciales

Población y sus necesidades	ÁREA	
	Educación	Patrimonio
Salud	Equipamiento	
Recreación		
Logística urbana	Abastecimiento de agua	Abastecimiento de combustibles
	Abastecimiento de alimentos	Movilidad (conectividad, transporte)
	Abastecimiento de electricidad	Comunicaciones

Capacidad de Gestión, Administración	Administración	Seguridad y organismos de apoyo
---	----------------	---------------------------------

Fuente: Pascale y D'Ércole (2004) Lugares esenciales del distrito Metropolitano de Quito

Elaboración: Modificado por Equipo Técnico UTN, 2013

Para el criterio de concentración o dependencia se realizó en base a las siguientes consideraciones:

- **Concentración:** es la cantidad de población que está dentro del elemento en un determinado tiempo. Este concepto se aplicó en los elementos de las áreas de: educación, salud, recreación, patrimonio, equipamiento (asilos), abastecimiento de alimentos, administración, seguridad, organismos de apoyo y cementerios.
- **Dependencia:** es la relación jerarquizante entre dos o más elementos en el correcto funcionamiento de un sistema.
- Este concepto se utilizó para los siguientes sistemas: abastecimiento de agua, abastecimiento de electricidad, abastecimiento de combustibles, movilidad (conectividad), transporte, comunicaciones e infraestructura sanitaria.
- **Funcionalidad.** Es la capacidad que tiene el elemento para servir y actuar ante un evento (en época de crisis) o para cumplir sus actividades cotidianas (en tiempo normal). Este concepto se aplicó a las 13 del cuadro 5 áreas.
- **Cobertura.** Es la Extensión territorial que alcanza el servicio que brinda el elemento igualmente el concepto se aplicó a las 13 áreas.

Una vez establecidos los conceptos de los criterios evaluados, se recopiló la información de las instituciones que conforman cada área, seguidamente se realizó el análisis para cada área individual de forma cuantitativa y cualitativa bajo los criterios que se detallan en los cuadros 6 al 18.

Cuadro 7. Criterios de importancia para el área de educación

Criterio	Lógica de valoración	Elementos a considerar	Valoración
Concentración	Número de alumnos y profesores durante la jornada laboral	Colegios, universidades principales para el cantón	Alta, Media, Baja
Cobertura	La institución tiene alta importancia si es el nivel de impacto es a nivel cantonal, medianamente si es a nivel urbano y baja si es a nivel rural		Alta, Media, Baja

Funcionalidad	Si la institución tiene la infraestructura, personal adecuado y suficiente para realizar sus actividades		Alta, Media, Baja
---------------	--	--	-------------------------

Fuente: Pascale y D'Ércole (2004) Lugares esenciales del distrito Metropolitano de Quito
Elaboración: Modificado por Equipo Técnico UTN, 2013

Cuadro 8. Criterios de importancia para el área de salud

Criterio	Lógica de valoración	Elementos a considerar	Valoración
Concentración	Cantidad de pacientes que se atienden diariamente y cantidad de personas que laboran diariamente	Hospitales, sub centros de salud a nivel urbano y parroquial, Cruz Roja, Seguros Sociales campesinos principales del cantón	Alta Media Baja
Cobertura	La institución tiene alta importancia si es el nivel de impacto es a nivel cantonal, medianamente si es a nivel urbano y baja si es a nivel rural		Alta Media Baja
Funcionalidad	Si la institución tiene la infraestructura, personal adecuado y suficiente para realizar sus actividades		Alta Media Baja

Fuente: Pascale y D'Ércole (2004) Lugares esenciales del distrito Metropolitano de Quito
Elaboración: Modificado por Equipo Técnico UTN, 2013

Cuadro 9. Criterios de importancia para el área de recreación

Criterio	Lógica de valoración	Elementos a considerar	Valoración
Concentración	Número de personas que puede congregar en un día 1-100 Baja 101-500 Media 501- a más es alta	Estadios, coliseos, parques principales del cantón	Alta Media Baja
Cobertura	Si es popular nivel cantonal tendría importancia alta, medianamente si es a nivel urbano y baja si es a nivel rural		Alta Media Baja
Funcionalidad	Si está en buen estado, tiene el espacio suficiente e infraestructura básica (baterías sanitarias)		Alta Media Baja

Fuente: Pascale y D'Ércole (2004) Lugares esenciales del distrito Metropolitano de Quito
Elaboración: Modificado por Equipo Técnico UTN, 2013

Cuadro 10. Criterios de importancia para el área de patrimonio

Criterio	Lógica de valoración	Elementos a considerar	Valoración
Concentración	Número de personas que puede albergar en un día 1-100 Baja 101-500 Media 501- a más es alta	Casa de la cultura, y la Biblioteca Municipal	Alta Media Baja

Cobertura	Si es popular nivel cantonal tendría importancia alta, medianamente si es a nivel urbano y baja si es a nivel rural		Alta Media Baja
Funcionalidad	Si está en buen estado, tiene el espacio suficiente e infraestructura básica (baterías sanitarias)		Alta Media Baja

Fuente: Pascale y D'Ércole (2004) Lugares esenciales del distrito Metropolitano de Quito

Elaboración: Modificado por Equipo Técnico UTN, 2013

Cuadro 11. Criterios de importancia para el área de equipamiento

Criterio	Lógica de valoración	Elementos a considerar	Valoración
Concentración	Número de personas que puede albergar en un día 1-50 Baja 51-100 Media 101- a más es alta	Los principales cementerios del cantón	Alta Media Baja
Cobertura	De acuerdo al nivel de impacto que tiene a nivel cantonal, urbano o rural		Alta Media Baja
Funcionalidad	Si cuenta con el espacio, infraestructura y personal adecuado		Alta Media Baja

Fuente: Pascale y D'Ércole (2004) Lugares esenciales del distrito Metropolitano de Quito

Elaboración: Modificado por Equipo Técnico UTN, 2013

Cuadro 12. Criterios de importancia para el área de abastecimiento de agua potable

Criterios	Lógica de valoración	Elementos a considerar	Valoración
Dependencia	Jerarquía funcional de cada uno de los elementos, las interrelaciones para el abastecimiento de agua y su rol al momento de generar dependencia	Elementos vitales dentro de las áreas de captación, tratamiento y distribución.	Genera alta dependencia. Genera una dependencia media. Genera poca dependencia.
Cobertura	Territorio que brinda el servicio: Alta: si es cantonal Media: si es urbana Baja : si es rural		Baja Media Alta
Funcionalidad	Se evaluará cualitativamente (por las escasas de datos) el conjunto de características que hacen que algo sea práctico y utilitario: Estado actual de funcionamiento		Funcionalidad alta. Funcionalidad media. Funcionalidad baja.

Fuente: Pascale y D'Ércole (2004) Lugares esenciales del distrito Metropolitano de Quito

Elaboración: Modificado por Equipo Técnico UTN, 2013

Cuadro 13. Criterios de importancia para el área de suministros de alimentos

Criterios	Lógica de valoración	Elementos a considerar	Valoración
Dependencia	Jerarquía funcional en base a las interrelaciones que se producen entre ellos y generar dependencia	Elementos vitales del abastecimiento y distribución de alimentos.	Genera alta dependencia Genera mediana dependencia. Genera baja dependencia.

Cobertura	Se valorará mediante el uso de escalas geográficas Escala cantonal -Alta Escala urbana -Media Escala local-Baja	Mercados Matadero Vías principales*	Alta Media Baja
Funcionalidad	Se evaluará cualitativamente (por la escasez de datos) el conjunto de características que hacen que algo sea práctico y utilitario: Estado actual de funcionamiento		Funcionalidad alta Funcionalidad media Funcionalidad baja

Fuente: Pascale y D'Ércole (2004) Lugares esenciales del distrito Metropolitano de Quito

Elaboración: Modificado por Equipo Técnico UTN, 2013

Cuadro 14. Criterios de importancia para el área de abastecimiento de electricidad

Criterios	Lógica de valoración	Elementos a considerar	Valoración
Dependencia	Jerarquía funcional en base a las interrelaciones que se producen en los elementos y su rol al momento de generar dependencia	Principal empresa que ofrece el servicio	Genera alta dependencia Genera mediana dependencia. Genera baja dependencia.
Cobertura	Se valorará mediante el uso de escalas geográficas Escala cantonal-Alta Escala urbana-Media Escala rural-Baja		Alta Media Baja
Funcionalidad	Se evaluará cualitativamente (por las escasas de datos) el conjunto de características que hacen que algo sea práctico y utilitario: Estado actual de funcionamiento		Funcionalidad alta Funcionalidad media Funcionalidad baja

Fuente: Pascale y D'Ércole (2004) Lugares esenciales del distrito Metropolitano de Quito

Elaboración: Modificado por Equipo Técnico UTN, 2013

Cuadro 15. Criterios de importancia para el área de suministro de combustibles

Criterios	Lógica de valoración	Elementos a considerar	Valoración
Dependencia	Valorar la jerarquía funcional en base a las interrelaciones que se producen entre los elementos (elementos a calificar y elementos que intrínsecamente forman parte del sistema) al momento de generar dependencia	Principales gasolineras Principales vías de comunicación*	Genera alta dependencia Genera mediana dependencia. Genera baja dependencia.
Cobertura	Se la valorará mediante la escala geográfica. Escala cantonal Escala urbana Escala rural		Alta Media Baja
Funcionalidad	Se evaluará cualitativamente (por las escasas de datos) el conjunto de características que hacen que algo sea práctico y utilitario: Estado actual de funcionamiento		Funcionalidad alta Funcionalidad media Funcionalidad baja

Fuente: Pascale y D'Ércole (2004) Lugares esenciales del distrito Metropolitano de Quito

Elaboración: Modificado por Equipo Técnico UTN, 2013

*Por su especificidad dentro del sistema de conectividad no es valorado dentro del sistema de suministros de combustible porque es un elemento de eje transversal.

Cuadro 16. Criterios de importancia para el área de conectividad

Criterios	Lógica de valoración	Elementos a considerar	Valoración
Dependencia	Determinar la Jerarquía funcional de los elementos y su dependencia	Vías principales que conectan el cantón y a la ciudad. Puertos marítimos aeropuerto	Genera alta dependencia Genera mediana dependencia. Genera baja dependencia.
Cobertura	Si su servicio es a: Escala rural es baja Escala urbana es media y Escala cantonal es alta		Alta Media Baja
Funcionalidad	Se evaluará cualitativamente (por las escasas de datos) el conjunto de características que hacen que algo sea práctico y utilitario: Estado actual de funcionamiento		Funcionalidad alta Funcionalidad media Funcionalidad baja

Fuente: Pascale y D'Ércole (2004) Lugares esenciales del distrito Metropolitano de Quito

Elaboración: Modificado por Equipo Técnico UTN, 2013

* Por su especificidad dentro del sistema de conectividad no es valorado dentro del sistema de suministros de combustible porque es un elemento de eje transversal.

Cuadro 17. Criterios de importancia para el área de comunicaciones

Criterios	Lógica de valoración	Elementos a considerar	Valoración
Dependencia	Valorar la jerarquía funcional en base a las interrelaciones que se producen en los elementos y su rol al momento de generar dependencia	Principal empresa que ofrece el servicio	Genera alta dependencia Genera mediana dependencia. Genera baja dependencia.
Cobertura	Se la valorará mediante la escala geográfica Escala cantonal Escala urbana Escala rural		Alta Media Baja
Funcionalidad	Se evaluará cualitativamente (por las escasas de datos) el conjunto de características que hacen que algo sea práctico y utilitario: Estado actual de funcionamiento		Funcionalidad alta Funcionalidad media Funcionalidad baja

Fuente: Pascale y D'Ércole (2004) Lugares esenciales del distrito Metropolitano de Quito

Elaboración: Modificado por Equipo Técnico UTN, 2013

Cuadro 18. Criterios de importancia para el área de administración

Criterio	Lógica de valoración	Elementos a considerar	Valoración
----------	----------------------	------------------------	------------

Concentración	Número de personas que concentran en un día 1-500 Baja 501-1000 media 1000- o más es alta	Instituciones gubernamentales principales para el cantón: Municipio Gobierno provincial Autoridad Portuaria Registro Civil	Alta Media Baja
Cobertura	Se valorará mediante el impacto a nivel: Cantonal : alto Urbano : media Rural : bajo		Alta Media Baja
Funcionalidad	Se evaluará cualitativamente (por la escasez de datos) el conjunto de características que hacen que algo sea práctico y utilitario: Estado actual de funcionamiento		Alta Media Baja

Fuente: Pascale y D'Ércole (2004) Lugares esenciales del distrito Metropolitano de Quito

Elaboración: Modificado por Equipo Técnico UTN, 2013

Cuadro 19. Criterios de importancia para el área de Seguridad y organismo de apoyo

Criterio	Lógica de valoración	Elementos a considerar	Valoración
Concentración	Número de personas que concentran en un día en cualquier actividad que ellas realicen 1-500 Baja 501-1000 media 1000- o más es alta	Las instituciones de rescate y apoyo principales del cantón: Policía Bomberos Centro de Rehabilitación	Alta Media Baja
Cobertura	Se valorará mediante el impacto a nivel: Cantonal : alto Urbano : media Rural : bajo		Alta Media Baja
Funcionalidad	Se evaluará cualitativamente (por la escasez de datos) el conjunto de características que hacen que algo sea práctico y utilitario: Estado actual de funcionamiento		Alta Media Baja

Fuente: Pascale y D'Ércole (2004) Lugares esenciales del distrito Metropolitano de Quito

Elaboración: Modificado por Equipo Técnico UTN, 2013

3.5.3.3 Metodología para determinar los riesgos por procesos de origen sísmico, deslizamiento, e inundación

La metodología que se aplicó para la generación de los mapas temáticos sobre deslizamientos, sísmico e inundaciones tiene como objetivo proporcionar “pesos” o valores a cada una de las características de las variables utilizadas dentro del álgebra de mapas (archivo shapefile), para lo cual se determinaron los valores de los resultados obtenidos.

El cuadro 19 muestra las variables y los respectivos valores para la generación de mapas de riesgos.

Cuadro 20. Ponderación para el cruce de archivos vectoriales

RIESGO/ VULNERABILIDAD	ARCHIVO BASE	DESCRIPCION	PONDERACIÓN	DETALLE
DESLIZAMIENTOS	Geología	Roca suave (rs)	1	Con amenaza
		Roca dura (rd)	0	Sin amenaza
	Pendientes	Pendientes 5, 12, 25%	0	Sin amenaza
		Pendientes 50, 70, >70 %	1	Con amenaza
	Cobertura vegetal	Natural	0	Sin amenaza
		Intervenido	1	Con amenaza
SISMICO	Intensidad-aceleración	Escala	0 – 1	Zonificación
	Zonificación hidrológica	Datos	0 – 1	Zonificación
	Fallas sísmicas	Datos	0 – 1	Zonificación
TSUNAMIS INUNDACIONES	Precipitación	Alta	1	Con amenaza
		Baja	0	Sin amenaza
	Mareas	Curvas nivel 1 – 5 msnm	0	Sin amenaza
		Curvas nivel 6 – 10 msnm	1	Con amenaza
	Sismo	Escala intensidad 1 – 3	0	Sin amenaza
		Escala intensidad >4	1	Con amenaza
	Pendientes	Pendientes 5, 12, 25%	1	Con amenaza
		Pendientes 50, 70, >70 %	0	Sin amenaza

Dependiendo de los niveles de amenaza a utilizar, se aplicó la metodología del semáforo (PDOT, 2012), para su coloración se expresa si el área o el elemento se encuentran en amenaza alta, media, baja y nula como se puede observar en el cuadro 20 que se destalla a continuación:

Cuadro 21. Metodología del semáforo para determinación de niveles de riesgos

	ALTA	MEDIA	BAJA	NULA
Simbología del tipo de amenaza “Términos generales”	3	2	1	-

Fuente: PDOT, 2012

3.5.3.4 Mapa de pendientes

Una pendiente es un declive del terreno y la inclinación, respecto a la horizontal, de una vertiente. Los procesos de modelado de las vertientes dependen de la inclinación de éstas y una pendiente límite (de aproximadamente 45°, aunque variable según la índole de la roca), a partir de la cual se superan las fuerzas de rozamiento que retienen a los materiales sueltos en las vertientes.

Cuadro 22. Morfología del mapa de pendientes

PORCENTAJE	TIPO DE PENDIENTE	AMBIENTE	PROCESO EROSIVO
0 – 5 %	Pendiente Plana	Denudativo Morfoestructural	Grietas – Retracción por disecación.
5 – 12 %	Pendiente Suavemente Inclinada	Morfoestructural	Grietas – Retracción por disecación.
12 – 25 %	Pendiente Fuertemente Inclinada	Morfoestructural	Reptación, Erosión, Deslizamientos, Disecación.
25 – 50 %	Pendiente Montañosa	Morfoestructural	Erosión – Surcos, Grietas – Retracción por disecación.
50 - 70 %	Pendiente muy Montañosa	Morfoestructural	Erosión – Surcos, Grietas – Retracción por disecación.
>70 %	Pendiente Escarpada	Morfoestructural	Grietas – Retracción por disecación.

Elaboración: El Autor

Para la elaboración del mapa de pendientes se generó un modelo digital de elevación “MDE” mediante las curvas de nivel generadas con 5 m de intervalo, en el software Global Mapper v12; con el MDE que es un archivo raster se realizó un Slope que de igual forma es un archivo raster al que se reclasificó mediante intervalos en porcentaje como se muestra en el cuadro 21, por último se convirtió el archivo raster en un archivo shapefile para interpretarlo visualmente como un mapa de pendientes con 6 tipos de categorías.

3.5.3.5 Mapa de isoyetas medias anuales

La Isoyeta es una isolínea que une los puntos en un plano cartográfico, que presentan la misma precipitación en la unidad de tiempo considerada. Para el Área de estudio se

encontraron las siguientes precipitaciones, que influyen en la acumulación del agua para generación de caudales en los drenajes. En el cuadro 22 se observa la distribución de las precipitaciones mensuales del año 2013.

Tabla 1. Distribución de la precipitación media mensual en mm, año 2013

Código	Nombre Estación	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGOS	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
M058	Esmeraldas-Tachina	157,4	200	123,8	106,8	70,2	58,8	28,5	15,9	28,3	21,7	24,4	54,3	890,1
M441	Sague (San Mateo)	212,4	223,5	156,9	149,5	99,4	84,7	50	30,3	41,5	29,5	35,1	54,7	1167,5
M444	Teaone-Tabiazo	140	176	132,4	157,1	85,3	50	47	23,3	34,7	23,3	52,3	47,7	969,1
M550	Viche	257,6	296,1	228,6	266,2	180,1	140,8	70,5	46,7	61,1	53,1	51,7	88,3	1740,8

Fuente: IGM, 2013

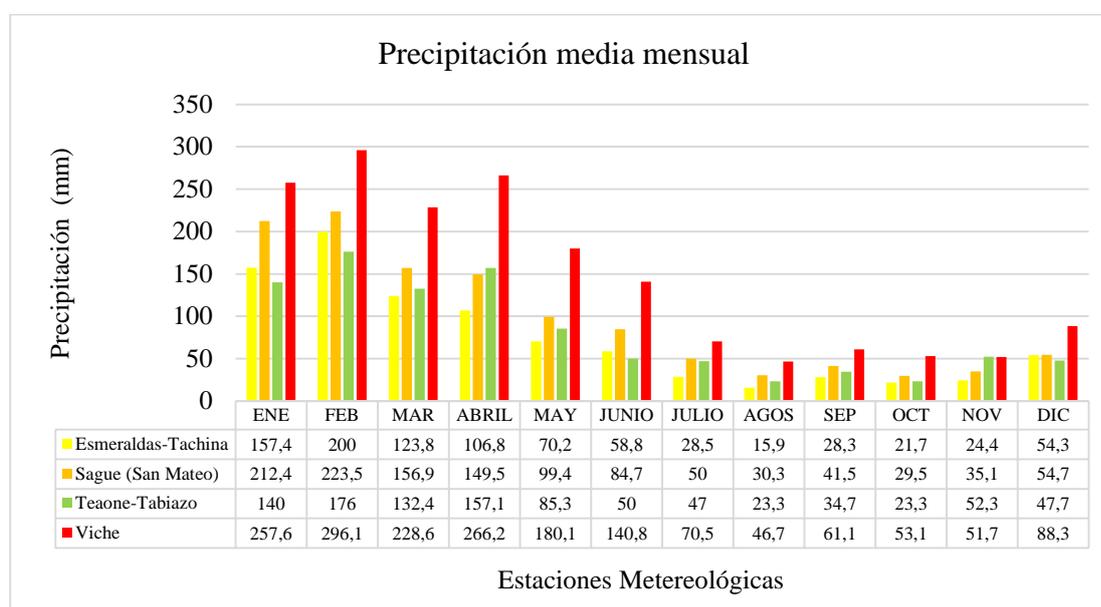


Gráfico 4. Distribución de la precipitación media mensual en mm, año 2013

La información fue adquirida desde la base de datos de las estaciones meteorológicas de Esmeraldas-Tachina, Sague (San Mateo), Teaone – Tabiazo, y Viche; proporcionados por el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), las cuales constan de datos en formato *.xls, el cual posteriormente fue convertido en archivo shapefile del software ArcGIS 10.2 para generar la interpolación geostadística de la distribución espacial de las precipitaciones.

3.5.3.6 Mapa geológico

El estudio geológico es un factor importante para evaluar los deslizamientos, caída de bloques y remociones en masa, debido a que permite conocer el tipo de roca que existe y la influencia de la pendiente del terreno.

Para el presente estudio se categorizó el tipo de roca y la amenaza en dos diferentes rangos como se muestra en el cuadro 23.

Cuadro 23. Categoría del tipo de roca

TIPO DE ROCA	PONDERACIÓN	DETALLE
Deposito coluvial	1	Con amenaza
Metamórficos indiferenciados	0	Sin amenaza
Piroclástos	0	Sin amenaza
Material volcánico indiferenciados	0	Sin amenaza

3.5.3.7 Mapa de pérdida de cobertura vegetal

Mediante la metodología del álgebra de mapas se procedió al análisis de cobertura vegetal de los años 1982, 1990 y 2010, además se revisó información de ecosistemas del Ecuador (MAE, 2012), e información de tasas de deforestación histórica (MAE, 2008); para lo cual se generó las zonas de mayor actividad antrópica con usos forestales y agropecuarios que se han generado directamente por la influencia de la población.

La zonificación generada permitió conocer las zonas que presentan degradación sobre la cobertura vegetal. La ecuación empleada en el álgebra de mapas fue la siguiente:

$$\mathbf{CV (1982 + 1990 + 2010) + ecosistemas del Ecuador + DH (2008) = Zonificación con mayor degradación en la CV}$$

Dónde: CV = Cobertura vegetal
DH = Deforestación histórica 2008

3.5.3.8 Índice concentración de la precipitación (ICP-Fourier)

Para la evaluación del comportamiento de la precipitación se aplica el índice de concentración de la precipitación de Fournier con las precipitaciones mensuales. El valor resultante de la ecuación ICP es de mucha importancia, debido a a la incidencia de la precipitación sobre la erosión del suelo.

La fórmula de Fournier es la siguiente:

$$ICP = 100 \frac{\sum_{i=1}^{12} p_i^2}{P^2}$$

Dónde: ICP: índice de concentración de la precipitación, en %
p_i: precipitación mensual en mm
P: precipitación anual en mm

La resultante de la ecuación se interpreta en el siguiente cuadro:

Cuadro 24. Interpretación del ICP

ICP	Clasificación
8.3 – 10	Uniforme
10 – 15	Moderadamente estacional
15 – 20	Estacional
20 – 50	Altamente estacional
50 - 100	Irregular

3.5.3.9 Ecuación universal de pérdida de suelos (USLE-MUSLE)

Mediante la ecuación de USLA se estima las pérdidas de suelo anuales, como el valor promedio de un período representativo del año, las viables con las que se realiza para el estudio es la precipitación, modelo de elevación, tipo de cobertura vegetal y el resultante del índice de Fournier 12.3% (promedio de las estaciones meteorológicas evaluadas).

La USLE es un modelo diseñado para predecir la cantidad de pérdida del suelo por escurrimiento en áreas específicas; su fórmula es la siguiente:

$$A = R * K * L.S * C$$

Dónde: A: es la pérdida del suelo en t/ha.año
 R: es el factor erosividad de la lluvia en Mjmm/ha.año
 K: es el factor erosionabilidad del suelo en (t/ha)/(Mj.mm/ha.h)
 L: es el factor longitud del terreno (adimensional)
 S: es el factor pendiente del terreno (adimensional)
 C: es el factor cobertura y manejo de la vegetación (adimensional)

Entonces:

$$A = R * 12.3% * L.S * C$$

3.5.3.10 Mapa de cobertura vegetal obtenida a partir de técnicas de clasificación supervisada

El mapeo de cobertura vegetal es un factor crítico para la delimitación de posibles escenarios de erosión y deslizamientos de tierra, debido a las diferentes estructuras de desarrollo y particularmente al proceso de ocupación agropecuaria y consolidación que representan al área urbana.

Se generó rangos entre los diferentes tipos de coberturas existentes, los mismos que se derivaron a partir de la imagen satelital del año 2012 de la ciudad de Esmeraldas, constando de 7 clases: pastos, bosques intervenidos, bosques naturales, cultivos, cuerpos de agua, infraestructura y bancos de arena. Los rangos que se asignaron a cada cobertura se muestran en la cuadro 24, los cuales se utilizaron para el cruce cartográfico de variables y posteriormente se generó el mapa de deslizamientos de tierra o remoción en masa.

Cuadro 25. Rangos de nivel para la cobertura vegetal

TIPO DE COBERTURA VEGETAL	PONDERACIÓN	DETALLE
Curso de agua, Pasto natural, Bosque natural	0	Con amenaza
Cultivos – Pastos cultivados, Bosque intervenido, Sistemas agroforestales, Vegetación arbustiva - Área erosionada – Urbanizado	1	Sin amenaza

3.5.3.11 Mapa de sismos

Para el mapa de sismos se procedió a la descarga de datos epicentrales y sus correspondientes atributos en formato *.xls. de la base de datos del Instituto Geofísico de la Politécnica Nacional (IGPN) como se muestra en el cuadro 25, que indica la magnitud local calculada en la componente vertical (MLv); posteriormente se procesó la información en el software ArcGIS 10.2 para interpolar los datos de puntos epicentrales en base a su magnitud generando un archivo raster de intensidad sísmica.

La información del archivo raster permitió establecer la magnitud grafica relacionada al terreno en la ciudad de Esmeraldas con respecto al límite urbano y rural.

Cuadro 26. Registro de epicentros en Esmeraldas, coordenadas WGS84 17 N.

MAG (MLv)	C_X	C_Y	PROFUNDIDAD (km)	ZONA	PARAMETROS
4.1	711461	16589	12.00	Prov: ESMERALDAS	Fases P=NaN; Fases S=NaN; RMS=0.8; Gap=309°
4.0	709605	16589	12.00	O. PACIFICO	Fases P=NaN; Fases S=NaN; RMS=0.6; Gap=277°
3.5	707716	116119	12.00	O. PACIFICO	Fases P=NaN; Fases S=NaN; RMS=0.7; Gap=324°
3.5	609406	121601	10.00	O. PACIFICO	Fases P=NaN; Fases S=NaN; RMS=0.9; Gap=330°
3.8	705883	66353	2.00	Prov: ESMERALDAS	Fases P=9; Fases S=19; RMS=0.5; Gap=281°
3.5	722576	82948	15.00	Prov: ESMERALDAS	Fases P=NaN; Fases S=NaN; RMS=0.2; Gap=267°
3.3	822836	11067	12.00	Prov: ESMERALDAS	Fases P=NaN; Fases S=NaN; RMS=0.8; Gap=236°
3.4	828356	112522	24.00	Prov: ESMERALDAS	Fases P=NaN; Fases S=NaN; RMS=0.3; Gap=326°

Fuente: IGPN, 2012

3.5.3.12 Mapa de deslizamientos

Con respecto a la generación del mapa de deslizamientos (M9) se procedió a la revisión del álgebra de mapas para analizar las variables con las cuales se generó un shapefile de deslizamientos.

Se procedió a combinar mediante el operador lógico suma la información shapefile en el software ArcGIS 10.2 de las coberturas de:

M3 → mapa de pendientes (*.shp.)

M5 → mapa geológico (*.shp.)

M7 → mapa de cobertura vegetal (*.shp.)

$$M9 = M3 + M5 + M7$$

Con el resultado de la combinación de la información shapefile (*.shp) se zonificó las áreas de la ciudad de Esmeraldas propensas a algún tipo de deslizamiento.

3.5.3.13 Mapa de inundaciones

Mediante la reseña histórica de 1906 sobre eventos tsunamigénicos, el aumento de las mareas en los últimos años registrados por el Instituto Oceanográfico de la Armada del Ecuador (INOCAR) como se indica en el cuadro 26, y tomando en cuenta las estimaciones de los registros históricos del fenómeno del Niño, las mareas más representativas o estimadas como metodología para la prevención de riesgos por inundación, se estimaron los elementos esenciales en zonas vulnerables entre los 0 y 10 msnm que pueden suscitarse en el perfil costero y a orillas del río Esmeraldas.

Cuadro 27. Antecedentes de mareas en la Costa Esmeraldeña

Año de registro		Evento
1906		Tsunami
1982	1997	Inundación
1983	1998	
1992		

Fuente: INOCAR

3.5.3.14 Mapa de susceptibilidad ante tsunamis

Las probabilidades de que la ciudad y el cantón Esmeraldas en general sean propensos a la afectación de un Tsunami son altas, debido a que todo el perfil costero ecuatoriano se encuentran cerca de lo que se conoce zona de subducción del Pacífico; es decir, la placa tectónica de Sudamérica es levantada por fuerzas ejercidas durante la fricción tectónica junto a la placa Oceánica de Nazca que subduce (se hunde), esto genera procesos sísmicos que alteran la cobertura del manto superficial de la corteza terrestre.

Para el mapa de Susceptibilidad ante Tsunamis (M11) se procedió a la aplicación de la calculadora raster; esto permitió cuantificar las variables más coherentes y disponibles dentro de la Geodatabase para procesarlas en el software ArcGIS 10.2 mediante la operación suma.

Se procedió a combinar la información shapefile de las coberturas de:

M3 → mapa de pendientes (*.shp.)

M4 → mapa de precipitación (*.shp.)

M8 → mapa sísmico (*.shp.)

M10 → mapa de registro de mareas “msnm” (*.shp.)

$$\mathbf{M11 = M3+M4+M8+M10}$$

El resultado de la combinación de las variables descritas permitió conocer las zonas que se encuentren vulnerables a inundaciones y procesos tsunamigénicos.

3.5.4 Calificación de riesgos ambientales y vulnerabilidades mediante la matriz de modos y niveles de daño de elementos expuestos. Adaptada de Leone (1996)

Para la calificación de riesgos ambientales y vulnerabilidades mediante la matriz de modos y niveles de daño de elementos expuestos, adaptada de Leone (1996); se procedió a la evaluar los 62 elementos esenciales tomados en cuenta para el estudio con ponderaciones de:

Elemento esencial expuesto:	1
Elemento esencial no expuesto:	0

Tomando en cuenta que la exposición de cada elemento para la evaluación de riesgos ambientales en cualquier nivel, sea este nivel muy alto, nivel alto, nivel medio, nivel bajo y para la vulnerabilidad de los elementos esenciales se considera los mismos niveles calificados en las matrices de vulnerabilidad de elementos esenciales en tiempo normal y en tiempo de crisis.

Estos criterios permitieron conocer los niveles de exposición a riesgos ambientales y el nivel de vulnerabilidad dentro del perímetro urbano de la ciudad de Esmeraldas.

CAPÍTULO IV

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De la presente investigación se obtienen los siguientes resultados: caracterización de vulnerabilidad con la metodología del PNUD, SNGR, y caracterización de riesgos ambientales.

- **Características territoriales**

Las características geográficas del cantón Esmeraldas se describen de acuerdo a la división política administrativa, socio- cultural y las características biofísicas.

- **Generalidades administrativas**

El cantón Esmeraldas se encuentra en la costa del Océano Pacífico, en la zona central de la provincia de Esmeraldas a una distancia de 300 km de la ciudad de Quito, capital del Ecuador y a 447 km de la ciudad de Guayaquil; jurisdiccionalmente contiene a la cabecera cantonal y capital provincial, con una población de 189.504 habitantes en el año 2010 (INEC), correspondiente al 35,48% del total provincial.

La distribución política administrativa cuenta con 5 parroquias urbanas como son: Simón Plata Torres, Esmeraldas, 5 de Agosto, Luis Tello y Bartolomé Ruiz; con respecto a las parroquias rurales se tiene 8 que son: Camarones, Coronel Carlos Concha, Chinca, Majua, San Mateo, Tabiazo, Tachina y Vuelta Larga.

Los límites son al Norte con el Océano Pacífico donde desemboca el Río Esmeraldas, al Sur con el cantón Quinindé, al Este con el cantón Río Verde y al Oeste con el cantón Atacames. La población se ve limitada geográficamente por el perfil costero y el Río Esmeraldas. Los habitantes de bajos recursos económicos se encuentran ubicados en zonas de alto riesgo como por ejemplo las laderas, quebradas, y riberas del río; lo que ocasiona que las estructuras físicas sean limitadas por los servicios básicos y se encuentren propensas algún tipo de vulnerabilidad o riesgo ambiental.

4.1 Características fisiográficas

El cantón Esmeraldas se caracteriza por ser un territorio climáticamente de seco a húmedo, de acuerdo a la clasificación bioclimática de Holdridge (1992), pertenece a zonas de vida de bosque muy seco tropical, bosque seco tropical y parcialmente bosque húmedo tropical, se encuentran ecosistemas acuáticos como manglar, marino costero, agua dulce, humedales y ecosistemas terrestres como el bosque húmedo tropical, y bosque seco tropical.

Según fuente del GAD-E, en años anteriores el área sub urbana se lo acento en la parte norte de la ciudad, pero debido al crecimiento urbano y a las necesidades de nuevas infraestructuras la población esmeraldeña comienza a realizar asentamientos hacia la parte sur de la parroquia siguiendo al río Esmeraldas lo que correspondería en la actualidad al poblado de Vuelta Larga.

4.2 Morfología del terreno

La morfología del cantón Esmeraldas es suavemente inclinada con pendientes entre el 5 y 12%, lo que influye en el perfil costero ecuatoriano, como zona de característica plana hasta en un 29,29% y con pendientes moderadamente inclinadas en un 18,79% del territorio.

La ciudad de Esmeraldas se encuentra ubicada en el perfil costero y colindante con el río Esmeraldas, la orografía particular es de zonas costeras bajas siendo el límite urbano de 28,799 km², con 57,66% de pendiente plana; 35,24% pendientes suavemente inclinadas; 5,23% de pendientes moderadamente inclinadas; 0,56% pendiente fuertemente inclinada; 0,18% pendientes montañosas y el 1,13% a pendientes escarpadas como se explica en la tabla 2. (Ver mapa 1)

Tabla 2. Características del terreno

CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO	PORCENTAJE	OBSERVACIONES
Pendiente Plana	57,66%	Predominan las pendientes planas
Pendientes Suavemente Inclinadas	35,24%	
Pendientes Moderadamente Inclinadas	5,23%	
Pendientes Escarpadas	1,13%	
Pendiente Fuertemente Inclinada	0,56%	
Pendientes Montañosas	0,18%	

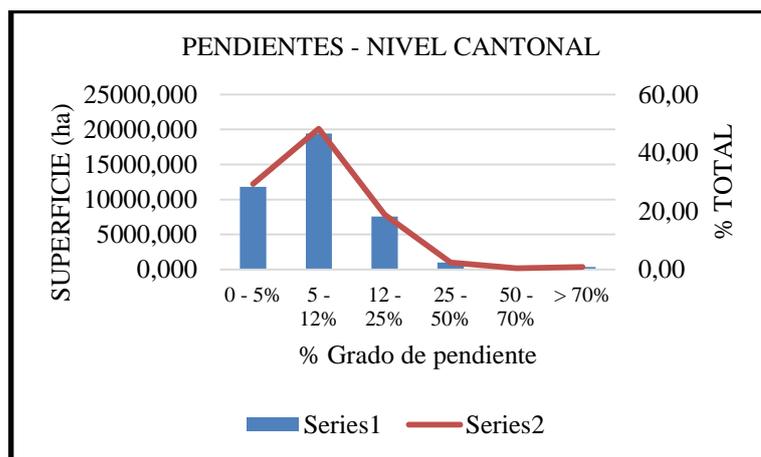
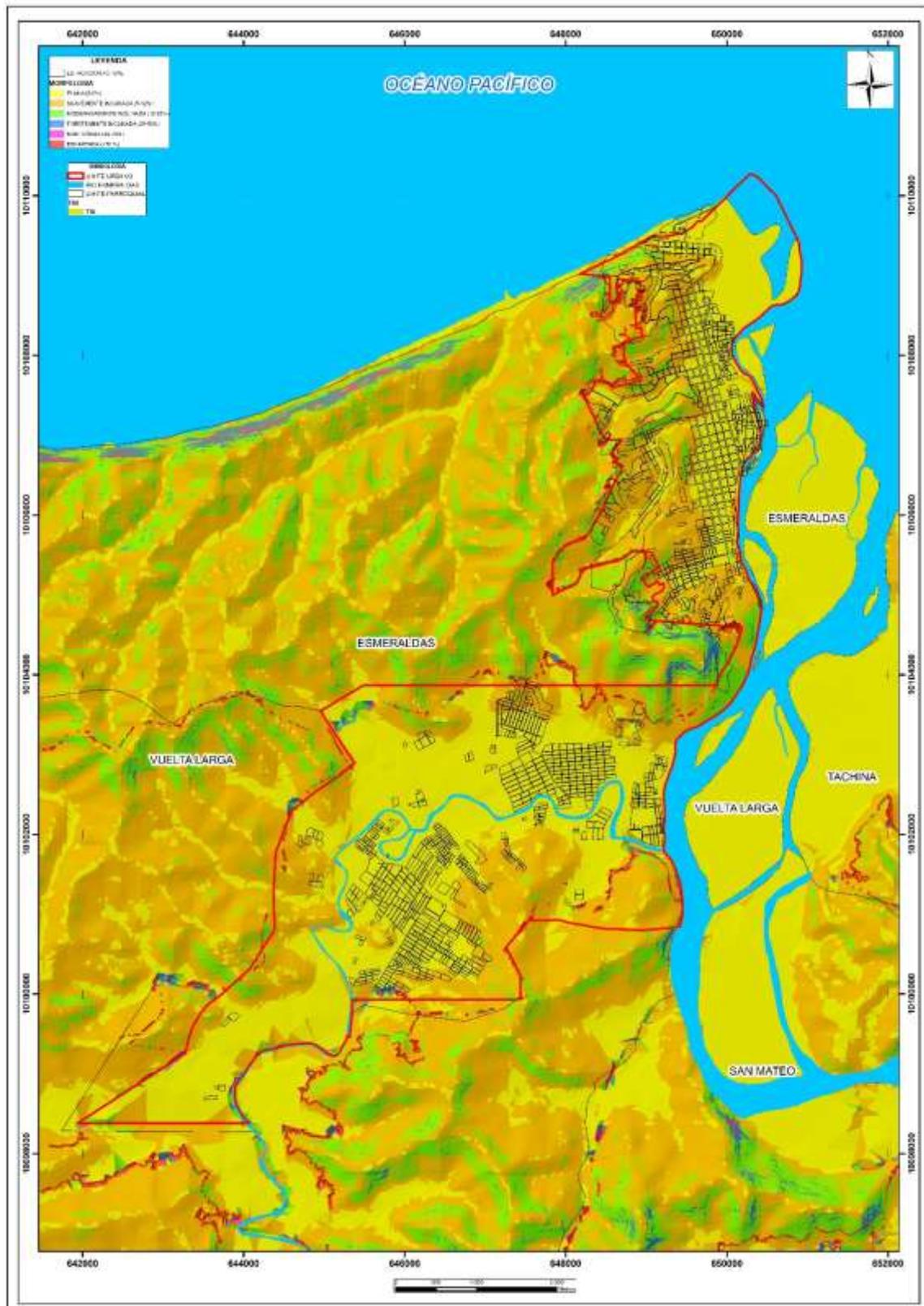


Gráfico 5. Grado de pendiente a nivel cantonal de Esmeraldas

Mapa 1. Pendientes de la ciudad de Esmeraldas



Elaboración: El Autor

4.3 Ecología del cantón Esmeraldas

El cantón Esmeraldas posee tres zonas de vida según la clasificación bioclimática de Holdridge (1992), perteneciendo a una región de bosque muy seco tropical, bosque seco tropical y parcialmente a bosque húmedo tropical, en él se encuentran ecosistemas acuáticos como manglar, marino costero, agua dulce, humedales y ecosistemas terrestres como el bosque húmedo tropical, y bosque seco tropical.

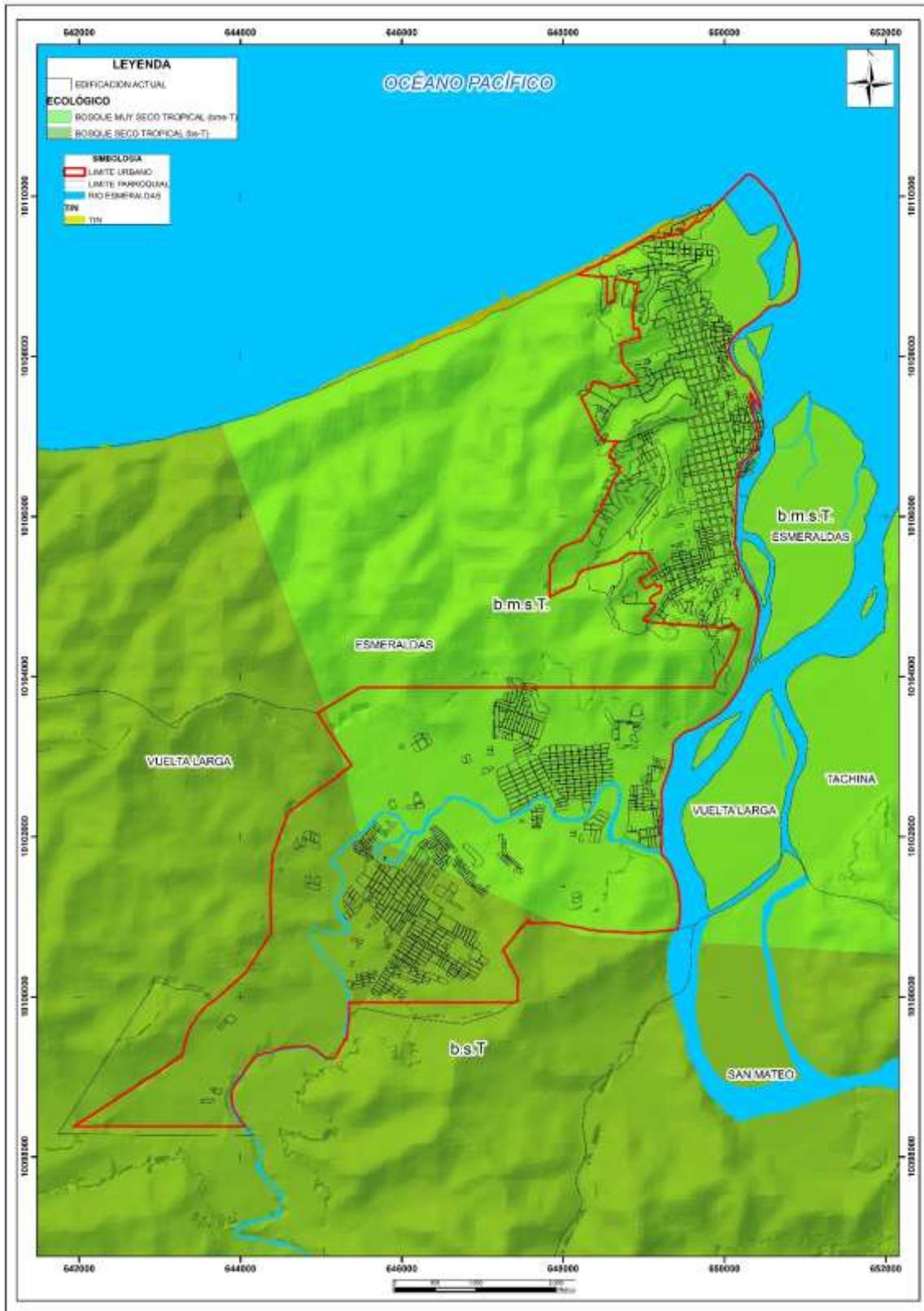
La clasificación de Holdridge se aplicó a partir de la interpolación de los resultados de las estaciones meteorológicas del INAMHI, en la que se registraron datos de precipitación y temperatura teniendo en cuenta el piso altitudinal de la zona.

Como abreviación o simbología se establece lo siguiente:

- Bosque muy seco tropical (bms-T). Esta formación se encuentra entre los 0 y 300msnm; su temperatura anual media oscila los 24 y 26°C con lluvias promedio entre los 500 y 1000mm.
- Bosque seco tropical (bs - T). La formación bs-T se encuentra entre los 0 y 300msnm; la temperatura varía entre los 24 y 25°C con lluvias promedio anual de 1000 y 2000mm.
- Bosque húmedo tropical (bh - T). Este ecosistema es semejante al del bs-T altitudinal mente, como también los rangos de temperatura, la única diferencia es la precipitación que varía los 2000 y 4000mm.

Las abreviaciones son establecidas como metodología a nivel internacional y se lo aplica en el mapa 2.

Mapa 2. Ecología de la ciudad de Esmeraldas



Elaboración: El Autor

4.4 Uso potencial del suelo del cantón Esmeraldas

El uso potencial del suelo del cantón se encuentra influenciado por las condiciones bioclimáticas de la región y por las necesidades de explotación de bosques. Se estima que el 66,47% corresponde a bosque plantado; el 14,21% a bosques productivos y el 14,25% a zonas destinadas a la agricultura con limitaciones de diferente tipo de origen geosocial como se indica en el gráfico 6.

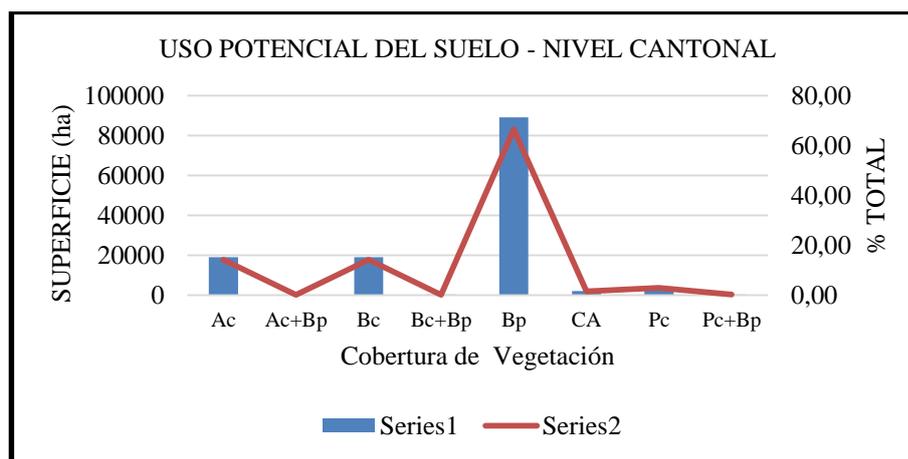


Gráfico 6. Tipo de uso potencial del suelo a nivel cantonal

El uso potencial del suelo fue generado en base a las condiciones agrarias de la población y de la planificación que el GAD-E pueda establecer dentro del perímetro urbano, como se explica en la tabla 3, el uso potencial que se estima es agricultura con limitaciones 64,68%, las tierras no arables generalmente son aptas para uso forestal 2,03%, tierras no cultivables tanto para la agricultura como para fines forestales 30,47% lo que correspondería para fines de bosques plantados, el 2,16% son cuerpos de agua lo que comprende húmedas conjuntamente con manglares y lechos de río, y el 0,66% son tierras no arables generalmente aptas para cultivos permanentes, pastos y aprovechamiento forestal. (Ver mapa 3)

Tabla 3. Características de uso potencial del suelo

CARACTERÍSTICAS DE USO POTENCIAL DEL SUELO	PORCENTAJE	OBSERVACIONES
Agricultura con Limitaciones	64,68%	Predomina la agricultura con limitaciones
Tierras no cultivables tanto para la agricultura, fines forestales	30,47%	
Cuerpos de agua	2,16%	
Tierras no arables generalmente-aptas para uso forestal	2,03%	
Tierras no arables generalmente	0,66%	

Mapa 3. Uso potencial del suelo de la ciudad de Esmeraldas



4.5 Conflictos de uso del suelo del cantón Esmeraldas

El grado o nivel de conflicto de uso del suelo generado en el cantón Esmeraldas está relacionado a la orografía y situación poblacional de la zona, por cuanto como se indica en el gráfico 7, el 56,66% del territorio se encuentra sub utilizado, mientras el 24,01% se encuentra bien utilizado debido a la gestión ambiental de los gobiernos cantonales .

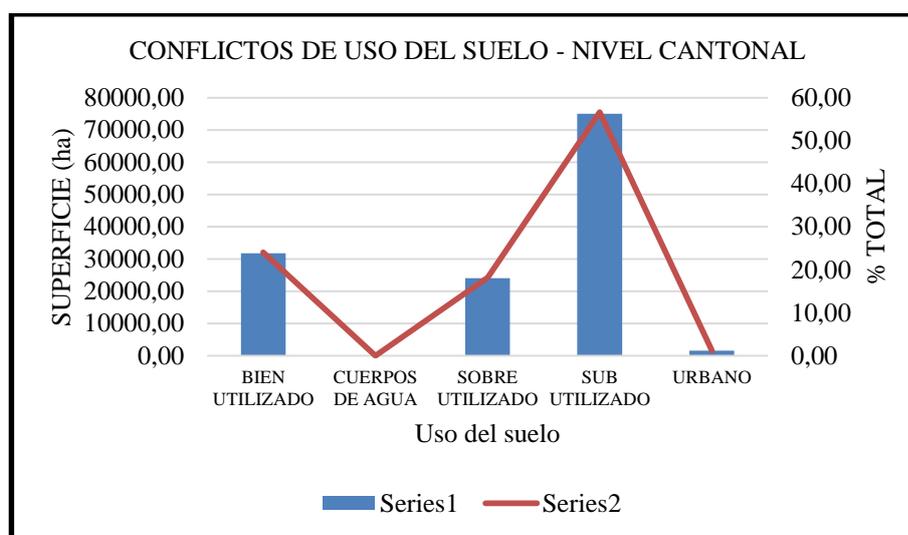


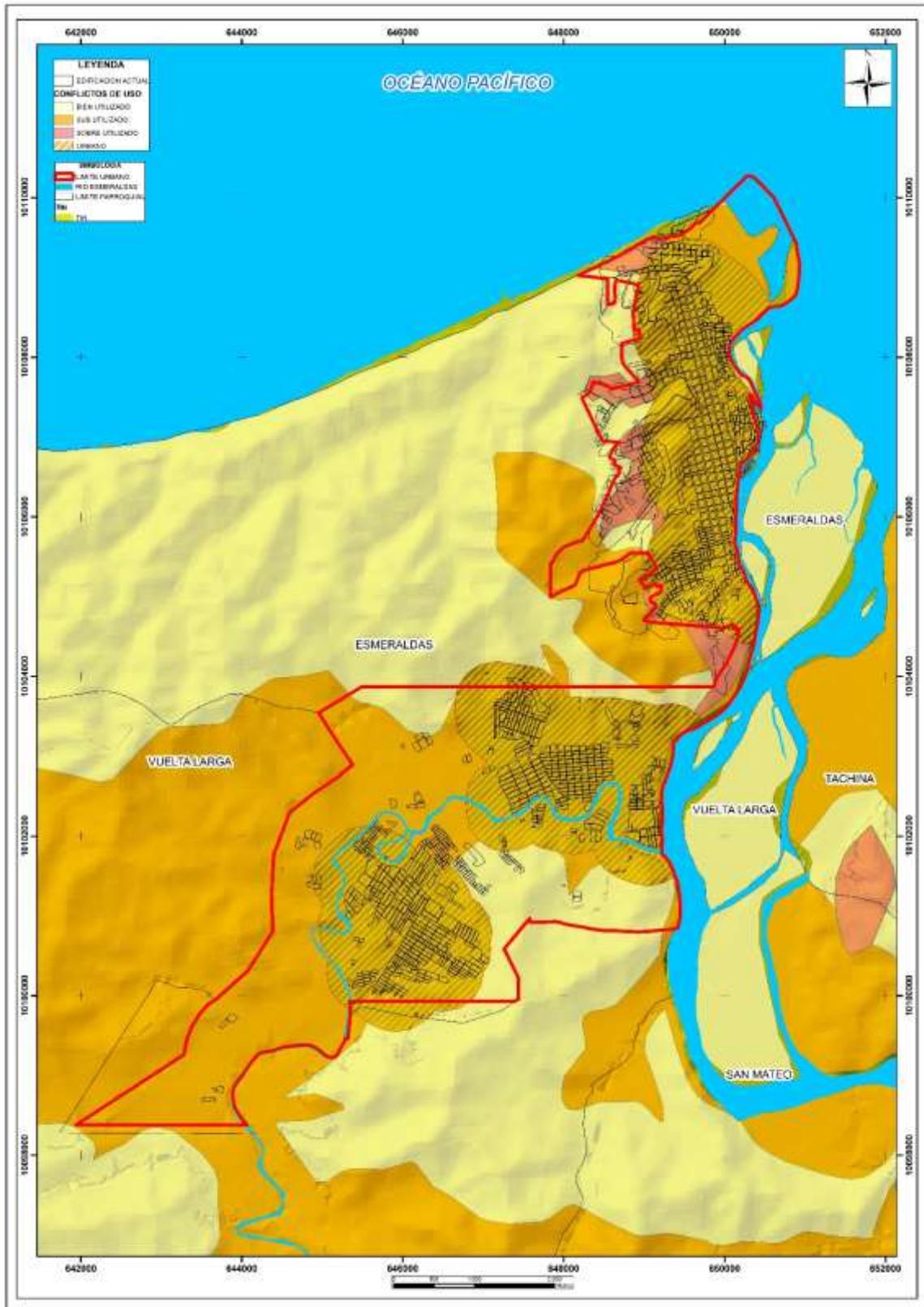
Gráfico 7. Tipo de conflictos de uso del suelo a nivel cantonal

Los conflictos de uso del suelo de la ciudad de Esmeraldas son similares a la realidad del cantón. El 29,09% se encuentra sub utilizado, mientras que el 3,74% se encuentra sobre utilizado y el 14,04% está dentro de la categoría de uso del suelo bien utilizado. Además se estima el 53,12% está destinado a la expansión urbana como se indica en la tabla 4. (Ver mapa 4)

Tabla 4. Características de conflictos de uso de suelo

CARACTERÍSTICAS DE CONFLICTOS DE USO DEL SUELO	PORCENTAJE	OBSERVACIONES
Expansión Urbana	53,12%	Predomina la expansión urbana
Sub Utilizado	29,09%	
Bien Utilizado	14,04%	
Sobre Utilizado	3,74%	

Mapa 4. Conflictos de uso del suelo



4.6 Climatología cantón Esmeraldas

En la estación meteorológica Esmeraldas (M058) se registran precipitaciones anuales de 890,1 mm, Sague en San Mateo (M441) registra una precipitación de 1167,5 mm, estación de Teaone-Tabiazo (M444) ha registrado 969,1 mm y la estación de Viche (M550) registra 1740,8 mm según los registros del INAMHI del año 2013, las temperaturas promedio anuales varían entre 26,0 y 26,8 °C.

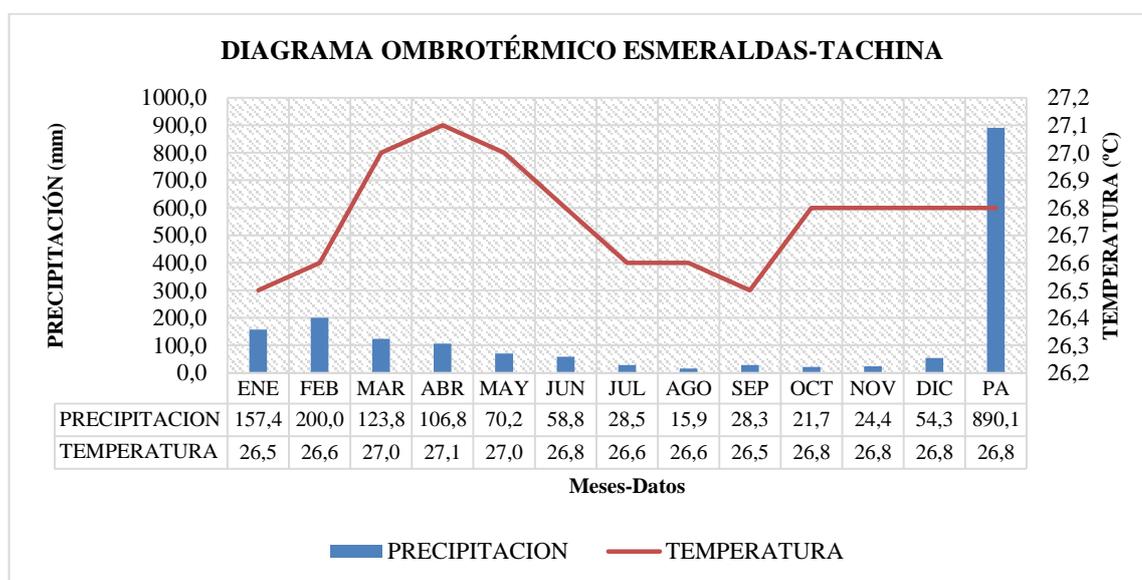
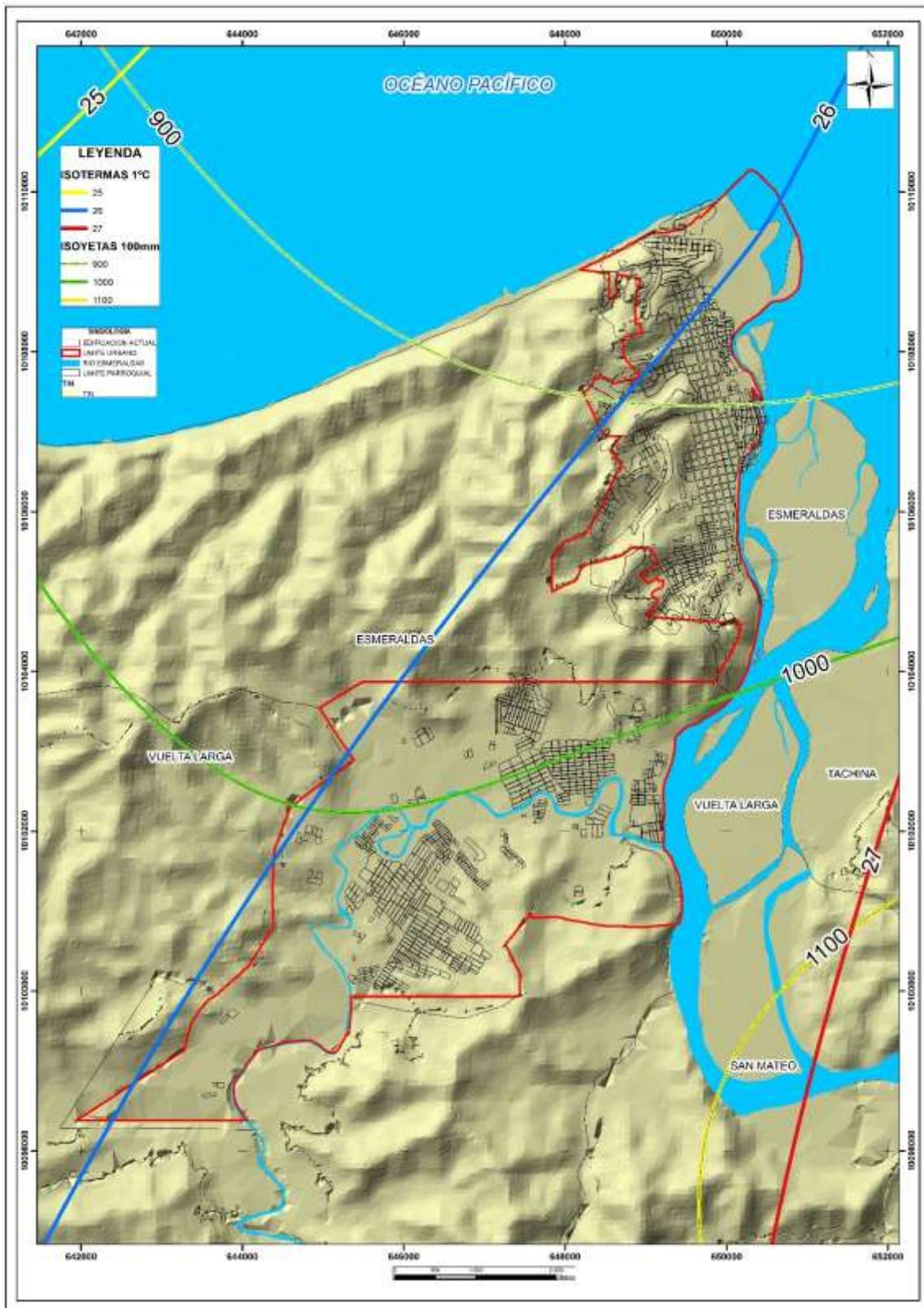


Gráfico 8. Diagrama Ombrotérmico de la estación Esmeraldas - Tachina
Fuente: INAMHI, 2013

El efecto de las precipitaciones y temperaturas del cantón han dado lugar a formación de drenajes intermitentes en las partes altas de la orografía, las que aportan caudal al río Teaone y aguas abajo al río Esmeraldas. El período de meses con mayor incidencia de precipitaciones va desde diciembre hasta junio aproximadamente, mientras que los meses secos varían desde julio hasta el mes de noviembre según el gráfico 8. (Ver mapa 5)

El sistema hidrológico está conformado por las cuencas del río Teaone que se une al río Esmeraldas, este a su vez desemboca en el Océano Pacífico. Las microcuencas situadas en las parroquias rurales son de vital importancia para el abastecimiento de agua potable y uso para riego de cultivos.

Mapa 5. Precipitación y temperatura



4.7 Geología del cantón Esmeraldas

Al encontrarse el cantón Esmeraldas con un 42,20% en la formación geológica de Viche conteniendo generalmente lutitas y areniscas; el 11,08% de la formación Angostura que contiene coquinas, areniscas, lodolitas del grupo Daule y, el 10,22% de arcillas marinas de estuario han dado lugar a que la ciudad sea inestable, provocando la generación de fracturas o fallas geológicas. (Ver gráfico 9)

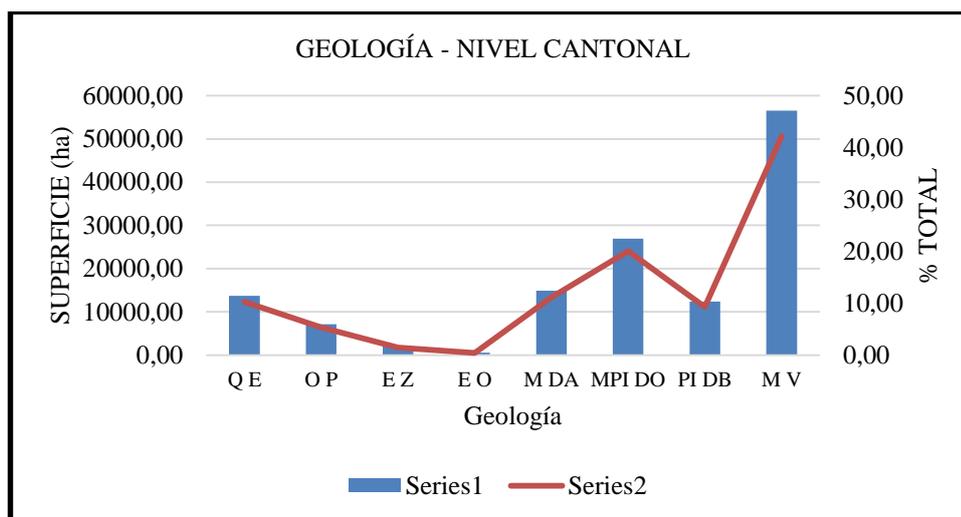


Gráfico 9. Tipo de geología a nivel cantonal

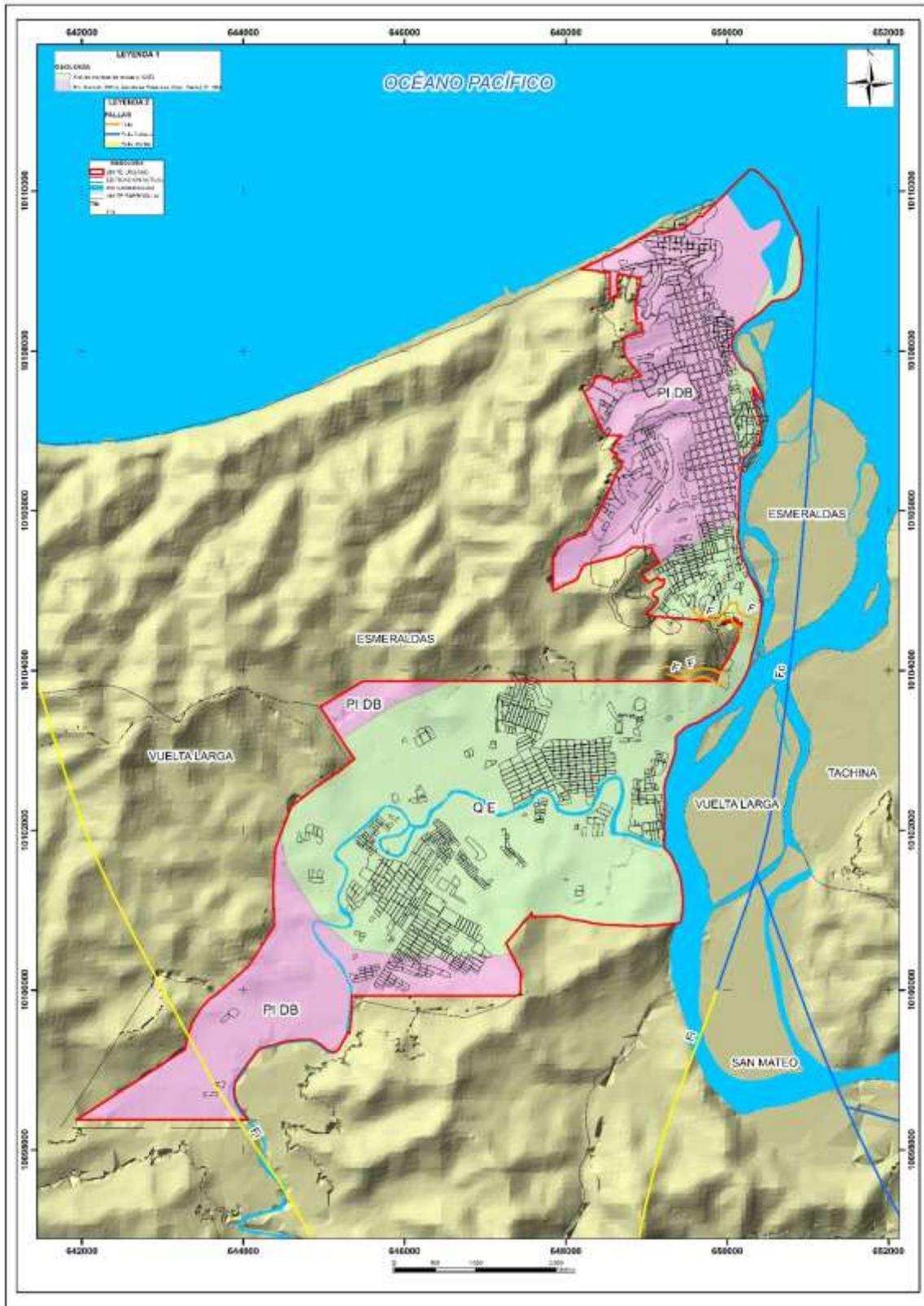
Uno de los factores importantes para la planificación catastral es el estudio geológico en el cual se establece el límite urbanizable de la ciudad de Esmeraldas, mediante la tabla 5, se estima una superficie de arcillas marinas de estuario en un 56,36% de su totalidad y el 43,64% pertenece a la formación geológica de Borbón conteniendo areniscas tobáceas.

Tabla 5. Características geológicas

CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS	PORCENTAJE	OBSERVACIONES
Arcillas marinas de estuario	56,36%	Predominan las arcillas de estuario
Borbón - areniscas tobáceas	43,64%	

Otra de las fallas geológica que es importantes resaltar es la que se encuentra entre Esmeraldas y Vuelta Larga a orillas del río Esmeraldas, además de la falla inferida ubicada cerca al perfil sur-este del límite urbano como se muestra en el mapa 6.

Mapa 6. Geológico de la ciudad de Esmeraldas



4.8 Elementos esenciales

Un elemento esencial es aquel que permite dar cuenta de manera localizada las claves del funcionamiento territorial con el fin de identificar los lugares que merecen una atención particular en términos de análisis de desarrollo, vulnerabilidad y de política de reducción de los riesgos. (Metzger y D’Ercole, 2004)

Para el presente estudio se consideró como referencia a los elementos esenciales que influyen directamente con el desarrollo de la ciudad de Esmeraldas, para aplicar la metodología del PNUD que permitió conocer la concentración, nivel de cobertura y tipo de funcionalidad del elemento para categorizarlo si se encuentra en vulnerabilidad dependiendo también del nivel de riesgo al que se encuentre expuesto.

Los elementos en estudio comprenden las áreas de Educación, Salud, Recreación, Patrimonial, Equipamientos, Abastecimiento de agua, Abastecimiento de alimentos, Abastecimiento de electricidad, Abastecimiento de combustibles, Conectividad – transporte, Comunicación, Administración, Seguridad y organismos de control.

4.8.1 Elementos esenciales en tiempo normal

Los elementos esenciales en tiempo normal y nivel de importancia se muestran en el cuadro 28:

Cuadro 28. Elementos esenciales en tiempo normal

Área	Nombre del Elemento	Criterios de Importancia			Nivel de Importancia
		concentración	cobertura	funcionalidad	
Educación	Universidad Luis Vargas Torres	alta	alta	media	Alta
	Pontificia Universidad Católica del Ecuador (PUCESE).	media	alta	media	Media
	Normal Superior Luis Vargas Torres.	alta	alta	media	Alta
	Unidad Educativa Nuevo Ecuador	media	media	media	Media
	Col. Margarita Cortez	media	media	media	Media
	Col. Sagrado Corazón	alta	alta	alta	Alta
	Instituto Tecnológico Eloy Alfaro	media	media	media	Media
	Instituto técnico Superior 5 de Agosto	alta	alta	alta	Alta

	Unidad Educativa La Inmaculada	concentración media	cobertura alta	funcionalidad media	Media
	Unidad Educativa María Auxiliadora	concentración media	cobertura alta	funcionalidad alta	Alta
Salud	Hospital Delfina Torres	concentración alta	cobertura alta	funcionalidad baja	Alta
	IESS	concentración alta	cobertura alta	funcionalidad baja	Alta
	Hospital de la Armada	concentración media	cobertura alta	funcionalidad alta	Alta
	Cruz Roja	concentración baja	cobertura alta	funcionalidad baja	Baja
	Subcentro de salud en las parroquias rurales	concentración media	cobertura media	funcionalidad baja	Media
	Seguro Social Campesino	concentración alta	cobertura alta	funcionalidad baja	Alta
	Dirección Provincial, AREA DE SALUD 1	concentración alta	cobertura alta	funcionalidad alta	Alta
	Centro de Salud Santas Vainas	concentración alta	cobertura alta	funcionalidad media	Alta
	Área de Salud N2	concentración alta	cobertura alta	funcionalidad media	Alta
	Subcentro de salud El Arenal	concentración alta	cobertura alta	funcionalidad media	Alta
	Subcentro de salud La Tolita	concentración alta	cobertura alta	funcionalidad media	Alta
	Subcentro de salud San Rafael	concentración alta	cobertura alta	funcionalidad media	Alta
	Recreación	Estadio Folke Anderson	concentración alta	cobertura alta	funcionalidad media
Coliseo Nubia Villasis		concentración alta	cobertura media	funcionalidad baja	Baja
Parque Central 20 de Marzo		concentración baja	cobertura alta	funcionalidad baja	Baja
Parque las Palmas		concentración alta	cobertura alta	funcionalidad media	Alta
Parque infantil		concentración alta	cobertura alta	funcionalidad media	Alta
Patrimonial	Casa de la Cultura	concentración baja	cobertura baja	funcionalidad baja	Baja
	Biblioteca Municipal Adalberto Ortiz	concentración media	cobertura media	funcionalidad alta	Media
Equipamientos	Cementerio Cantonal	concentración media	cobertura media	funcionalidad baja	Media
	Cementerio Jardines de la Paz. "privado"	concentración media	cobertura media	funcionalidad alta	Media
Abastecimiento de agua	Planta de captación de agua EAPA	genera alta dependencia	cobertura alta	funcionalidad media	Alta
	Tanque de tratamiento de agua	genera alta dependencia	cobertura alta	funcionalidad media	Alta
	Sistema de distribución de agua	genera alta dependencia	cobertura alta	funcionalidad media	Alta

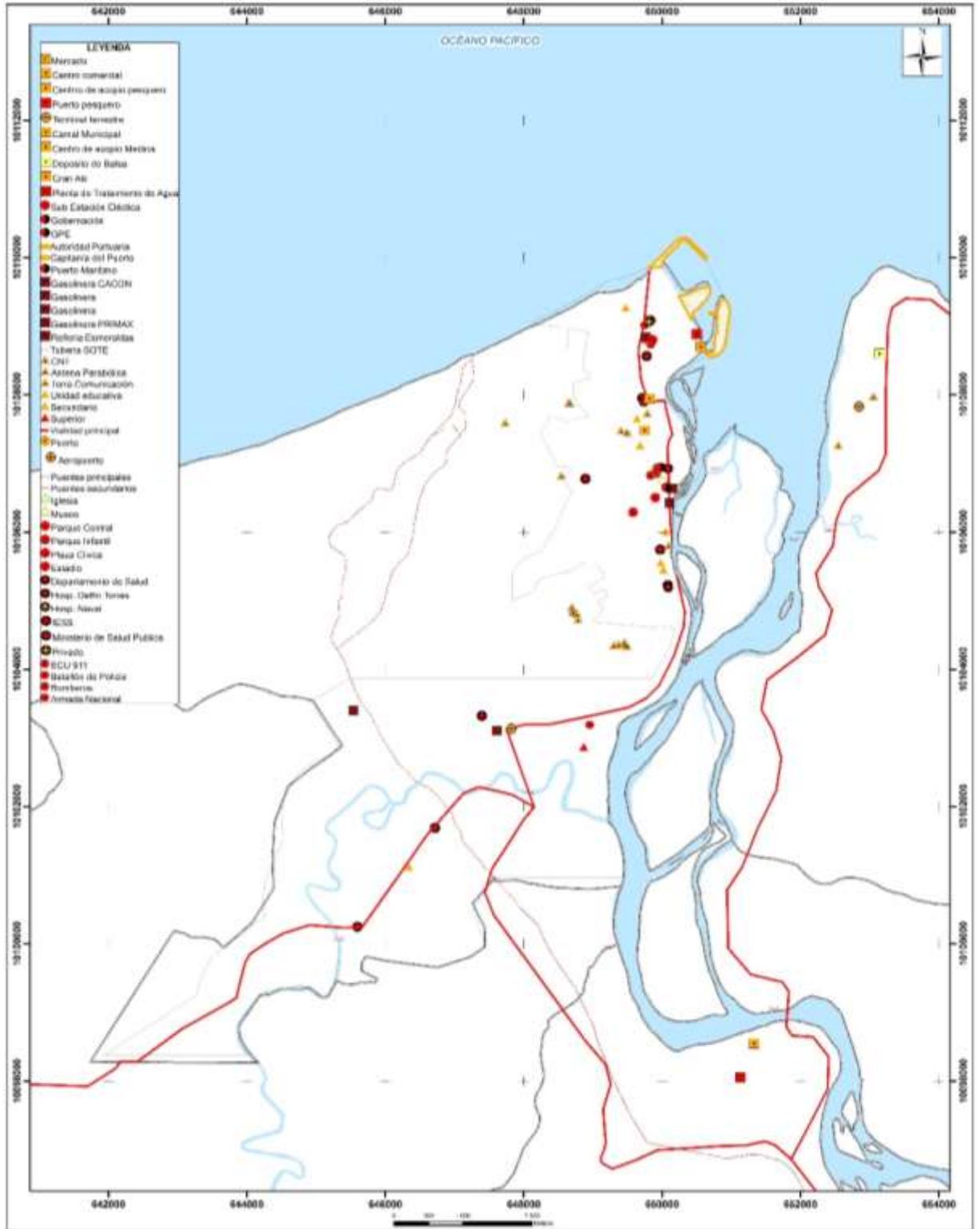
Abastecimiento de alimentos	Mercado de productos alimenticios	concentración alta	cobertura media	funcionalidad media	Media
	Centro comercial	concentración media	cobertura media	funcionalidad media	Media
	Centro de acopio de mariscos	concentración baja	cobertura baja	funcionalidad baja	Baja
	Puerto marítimo	concentración media	cobertura media	funcionalidad alta	Media
	Gran AKI	concentración media	cobertura media	funcionalidad media	Media
	Matadero	genera dependencia media	cobertura alta	funcionalidad media	Media
Abastecimiento de electricidad	Regional Termo Esmeraldas	genera alta dependencia	cobertura alta	funcionalidad alta	Alta
	CNEL (red de distribución)	genera alta dependencia	cobertura alta	funcionalidad alta	Alta
Abastecimiento de combustibles	Refinería Esmeraldas	genera alta dependencia	cobertura alta	funcionalidad alta	Alta
	Tubería de la refinería Esmeraldas (SOTE-OCP)	genera alta dependencia	cobertura alta	funcionalidad alta	Alta
	Gasolinera de Petrocomercial	genera alta dependencia	cobertura alta	funcionalidad alta	Alta
Conectividad/trasporte	Puerto Marítimo	genera alta dependencia	cobertura alta	funcionalidad alta	Alta
	Aeropuerto	genera dependencia media	cobertura alta	funcionalidad media	Media
	Terminal Terrestre	genera dependencia media	cobertura alta	funcionalidad media	Media
	Vía Esmeraldas –San Mateo-Borbón – San Lorenzo – Ibarra.	genera alta dependencia	cobertura alta	funcionalidad alta	Alta
	Vía Esmeraldas Muisne –San José de Chamanga-Pedernales	genera alta dependencia	cobertura alta	funcionalidad media	Alta
	Vía Esmeraldas La Independencia – Los Bancos Quito.	genera alta dependencia	cobertura alta	funcionalidad media	Alta
	Vía Esmeraldas –La Concordia – Santo Domingo de los Colorados	genera alta dependencia	cobertura alta	funcionalidad media	Alta

Comunicación	Corporación Nacional de Telecomunicaciones	genera alta dependencia	cobertura alta	funcionalidad media	Alta
Administración	Municipio	concentración alta	cobertura alta	funcionalidad media	Alta
	COE - SNGR	concentración alta	cobertura alta	funcionalidad alta	Alta
	Consejo Provincial	concentración media	cobertura alta	funcionalidad media	Media
	Autoridad portuaria.	concentración media	cobertura alta	funcionalidad media	Media
	Capitanía de puerto	concentración media	cobertura alta	funcionalidad media	Media
	Registro Civil	concentración media	cobertura media	funcionalidad baja	Media
Seguridad y organismos	Cuartel de Bomberos	concentración media	cobertura media	funcionalidad media	Media
	Cuartel de Policía	concentración media	cobertura media	funcionalidad baja	Media
	Armada del Ecuador	concentración alta	cobertura media	funcionalidad baja	Media

FUENTE: (PNUD, "Proyecto de análisis de vulnerabilidades a nivel municipal" Perfil territorial del cantón Esmeraldas, 2013)

De los 62 elementos esenciales seleccionados para el estudio según el nivel de concentración, cobertura y funcionalidad, se estima que el 54,83% se encuentran en un nivel de vulnerabilidad alto, el 37,09% de los elementos esenciales se ubican en un nivel de vulnerabilidad medio, mientras que el 8,06% de los elementos esenciales restantes se hallan en un nivel bajo. (Ver mapa 7)

Mapa 7. Elementos esenciales en tiempo normal



4.8.2 Elementos esenciales en tiempo de crisis

Los elementos esenciales en tiempo de crisis y nivel de importancia se muestran en el cuadro 29:

Cuadro 29. Elementos esenciales en tiempo de crisis

Área	Nombre del Elemento	Criterios de Importancia			Nivel de Importancia
		concentración	cobertura	funcionalidad	
Educación	Universidad Luis Vargas Torres	alta	alta	media	Alta
	Pontificia Universidad Católica del Ecuador (PUCESE).	media	alta	media	Media
	Normal Superior Luis Vargas Torres.	alta	alta	media	Alta
	Unidad Educativa Nuevo Ecuador	media	media	media	Media
	Col. Margarita Cortez	media	media	media	Media
	Col. Sagrado Corazón	alta	alta	alta	Alta
	Instituto Tecnológico Eloy Alfaro	media	media	media	Media
	Instituto técnico Superior 5 de Agosto	alta	alta	alta	Alta
	Unidad Educativa La Inmaculada	media	media	media	Media
	Unidad Educativa María Auxiliadora	media	alta	alta	Alta
	Salud	Hospital Delfina Torres	alta	alta	baja
IESS		alta	alta	baja	Alta
Hospital de la Armada		media	alta	alta	Alta
Cruz Roja		media	media	baja	Baja
Subcentro de salud en las parroquias rurales		media	media	baja	Media
Seguro Social Campesino		alta	alta	baja	Alta
Dirección Provincial, AREA DE SALUD 1		alta	alta	alta	Alta
Centro de Salud Santas Vainas		alta	alta	media	Alta
Área de Salud N2		alta	alta	media	Alta
Subcentro de salud El Arenal		alta	alta	media	Alta
Subcentro de salud La Tolita		alta	alta	media	Alta
Subcentro de salud San Rafael		alta	alta	media	Alta

Recreación	Estadio Folke Anderson	concentración alta	cobertura alta	funcionalidad media	Alta
	Coliseo Nubia Villasis	concentración alta	cobertura media	funcionalidad alta	Alta
	Parque Central 20 de Marzo	concentración alta	cobertura alta	funcionalidad baja	Alta
	Parque las Palmas	concentración alta	cobertura alta	funcionalidad baja	Alta
	Parque Infantil	concentración alta	cobertura alta	funcionalidad baja	Alta
Patrimonial	Casa de la Cultura	concentración baja	cobertura baja	funcionalidad baja	Baja
	Biblioteca Municipal Adalberto Ortiz	concentración media	cobertura media	funcionalidad alta	Media
Equipamiento	Cementerio Cantonal	concentración media	cobertura media	funcionalidad baja	Media
	Cementerio Jardines de la Paz. "privado"	concentración media	cobertura media	funcionalidad alta	Media
Abastecimiento de agua	Planta de captación de agua EAPA	genera alta dependencia	cobertura alta	funcionalidad media	Alta
	Tanque de tratamiento de agua	genera alta dependencia	cobertura alta	funcionalidad media	Alta
	Sistema de distribución de agua	genera alta dependencia	cobertura alta	funcionalidad media	Alta
Abastecimiento de alimentos	Mercado de productos alimenticios	concentración alta	cobertura media	funcionalidad media	Media
	Centro comercial	concentración media	cobertura media	funcionalidad media	Media
	Centro de acopio de mariscos	concentración baja	cobertura baja	funcionalidad baja	Baja
	Puerto marítimo	concentración media	cobertura media	funcionalidad alta	Media
	Gran AKI	concentración media	cobertura media	funcionalidad media	Media
	Matadero	genera dependencia media	cobertura alta	funcionalidad media	Media
Abastecimiento de electricidad	Regional Termo Esmeraldas	genera alta dependencia	cobertura alta	funcionalidad alta	Alta
	CNEL (red de distribución)	genera alta dependencia	cobertura alta	funcionalidad alta	Alta
Abastecimiento de combustibles	Refinería Esmeraldas	genera alta dependencia	cobertura alta	funcionalidad alta	Alta
	Tubería de la refinería Esmeraldas (SOTE-OCP)	genera alta dependencia	cobertura alta	funcionalidad alta	Alta
	Gasolinera de Petrocomercial	genera alta dependencia	cobertura alta	funcionalidad alta	Alta

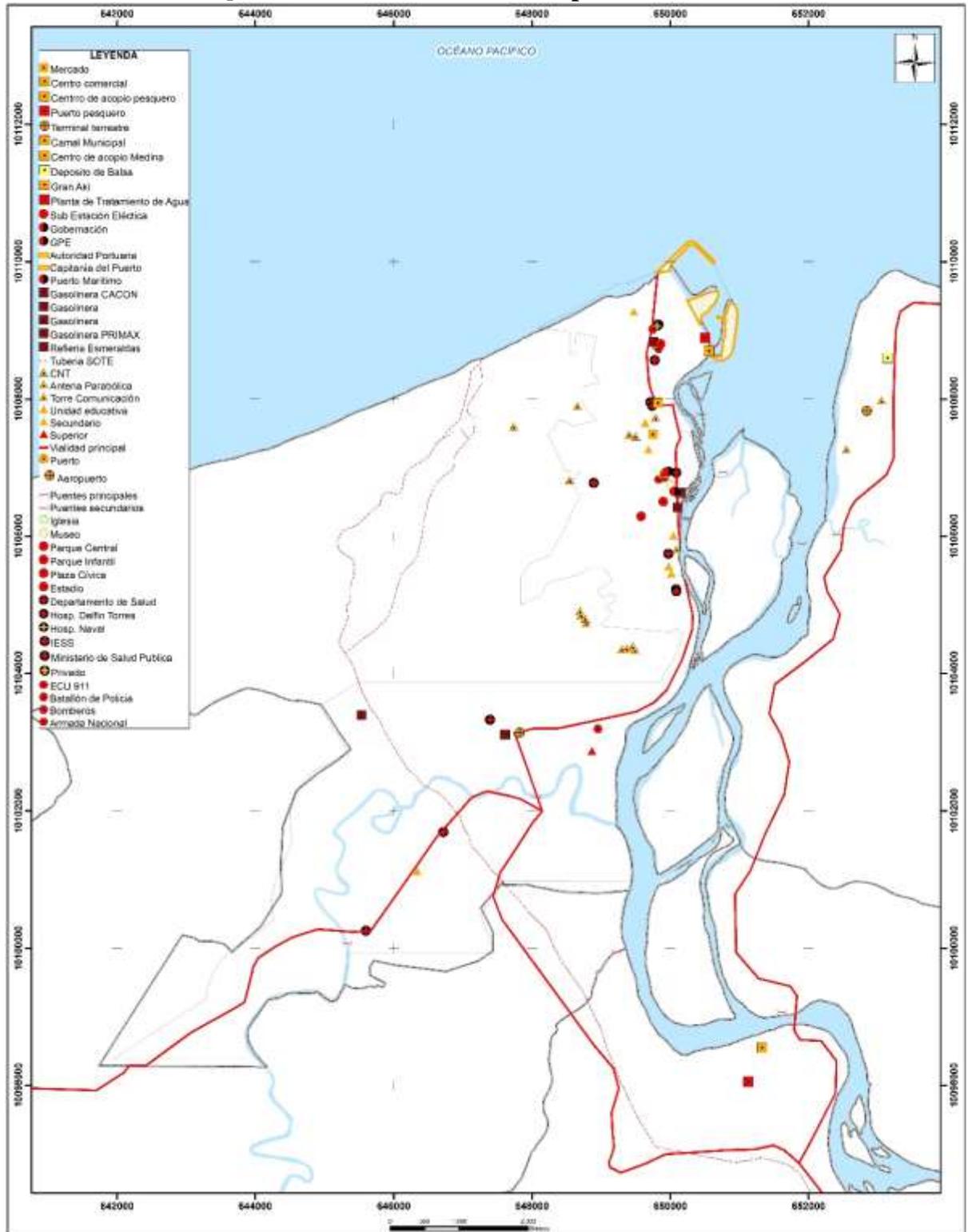
Conectividad/trasporte	Puerto Marítimo	genera alta dependencia	cobertura alta	funcionalidad alta	Alta
	Aeropuerto	genera dependencia media	cobertura alta	funcionalidad media	Media
	Terminal Terrestre	genera dependencia media	cobertura alta	funcionalidad media	Media
	Vía Esmeraldas –San Mateo-Borbón – San Lorenzo – Ibarra.	genera alta dependencia	cobertura alta	funcionalidad alta	Alta
	Vía Esmeraldas Muisne – San José de Chamanga-Pedernales	genera alta dependencia	cobertura alta	funcionalidad media	Alta
	Vía Esmeraldas La Independencia – Los Bancos Quito.	genera alta dependencia	cobertura alta	funcionalidad media	Alta
	Vía Esmeraldas –La Concordia – Santo Domingo de los Colorados	genera alta dependencia	cobertura alta	funcionalidad media	Alta
Comunicación	Corporación Nacional de Telecomunicaciones	genera alta dependencia	cobertura alta	funcionalidad alta	Alta
Administración	Municipio	concentración alta	cobertura alta	funcionalidad media	Alta
	COE - SNGR	concentración alta	cobertura alta	funcionalidad media	Alta
	Consejo Provincial	concentración media	cobertura alta	funcionalidad media	Media
	Autoridad portuaria.	concentración media	cobertura alta	funcionalidad media	Media
	Capitanía de puerto	concentración media	cobertura alta	funcionalidad media	Media
	Registro Civil	concentración media	cobertura media	funcionalidad baja	Media
Seguridad y organismos de control	Cuerpo de Bomberos	concentración media	cobertura media	funcionalidad media	Media
	Cuerpo de Policía	concentración media	cobertura media	funcionalidad baja	Media
	Armada del Ecuador	concentración alta	cobertura alta	funcionalidad alta	Alta

FUENTE: (PNUD, "Proyecto de análisis de vulnerabilidades a nivel municipal" Perfil territorial del cantón Esmeraldas, 2013)

De los 62 elementos esenciales seleccionados para el estudio según el nivel de concentración, cobertura y funcionalidad, se estima que el 59,68% se encuentran en un nivel de vulnerabilidad alto, el 35,48% de los elementos esenciales se ubican en un

nivel medio, mientras que el 4,84% de los elementos esenciales restantes se hallan en un nivel de bajo. (Ver mapa 8)

Mapa 8. Elementos esenciales en tiempo de crisis



4.9 Análisis de influencia de la pérdida de cobertura vegetal sobre la incidencia en la vulnerabilidad y riesgos

La pérdida de cobertura vegetal se generó a partir de la expansión urbana de la ciudad y el uso sin planificación del suelo, pudiendo este utilizarse con fines agroforestales, pecuarios y patrimoniales que benefician al progreso socio-económico. Esto ha originado un mal uso de los recursos naturales y el aumento de las necesidades básicas.

De la misma manera la pérdida de cobertura se encuentra influenciada directamente con el comportamiento de la población en base a las demandas con fines de recreación, crecimiento estructural, social y cultural, que en varios casos se encuentran en las riberas del río Esmeraldas en dirección sur-oeste hasta colindar con la parroquia de Vuelta Larga como es el caso del perímetro urbano de la ciudad propiamente analizada.

La homogeneidad de los límites urbanos de la ciudad de Esmeraldas ha generado que la distribución de sus elementos esenciales para el desarrollo puedan encontrarse en múltiples vulnerabilidades debido a la concentración de los mismos, como también es el caso de los riesgos ambientales a los que la población se encuentra expuesta por estar ubicado geográficamente en el perfil costero ecuatoriano.

En el gráfico 10 se muestra la dinámica de la pérdida de cobertura vegetal y su relación con las vulnerabilidades de los elementos esenciales y los riesgos ambientales.

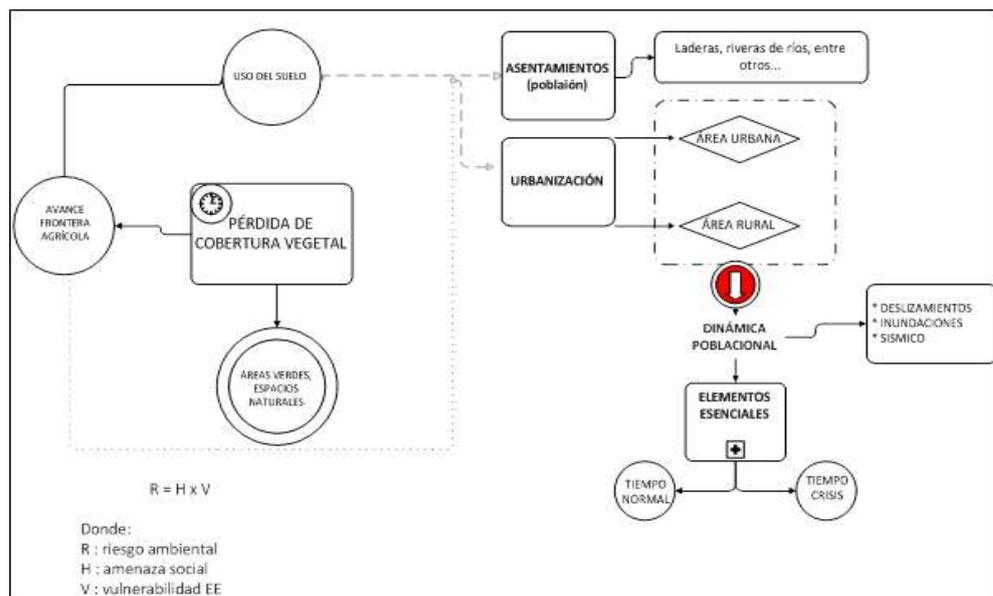


Gráfico 10. Dinámica de pérdida de cobertura vegetal

4.9.1 Índice de concentración de la precipitación (ICP-FOURNIER)

Para la evaluación del comportamiento de la precipitación se aplica el índice de concentración de la precipitación de Fournier con las precipitaciones mensuales de las estaciones meteorológicas de Esmeraldas, Sague (SAN MATEO), Teaone-Tabiazo y Viche. El valor resultante de la ecuación ICP en la estación meteorológica de Esmeralda es 13.4%, Sague (SAN MATEO) 12.4%, Teaone-Tabiazo 11.9% y Viche 11.7%.

Los resultados obtenidos indican que el cantón Esmeraldas tiene un ICP moderado estacional. (Ver cuadro 30)

La resultante de la ecuación se interpreta en el siguiente cuadro:

Cuadro 30. Interpretación para el ICP

ICP	Clasificación
8.3 – 10	Uniforme
10 – 15	Moderadamente estacional
15 – 20	Estacional
20 – 50	Altamente estacional
50 - 100	Irregular

4.9.2 Ecuación universal de pérdida de suelos (USLE-MUSLE)

Mediante la ecuación de USLA se estima las pérdidas de suelo anuales, como el valor promedio de un período representativo del año, las variables con las que se realiza para el estudio es la precipitación, modelo de elevación, tipo de cobertura vegetal y el resultante del índice de Fournier 12.3% (promedio de las estaciones meteorológicas evaluadas).

La USLE es un modelo diseñado para predecir la cantidad de pérdida del suelo por escurrimiento en áreas específicas; su fórmula es la siguiente:

$$A = R * K * L.S * C$$

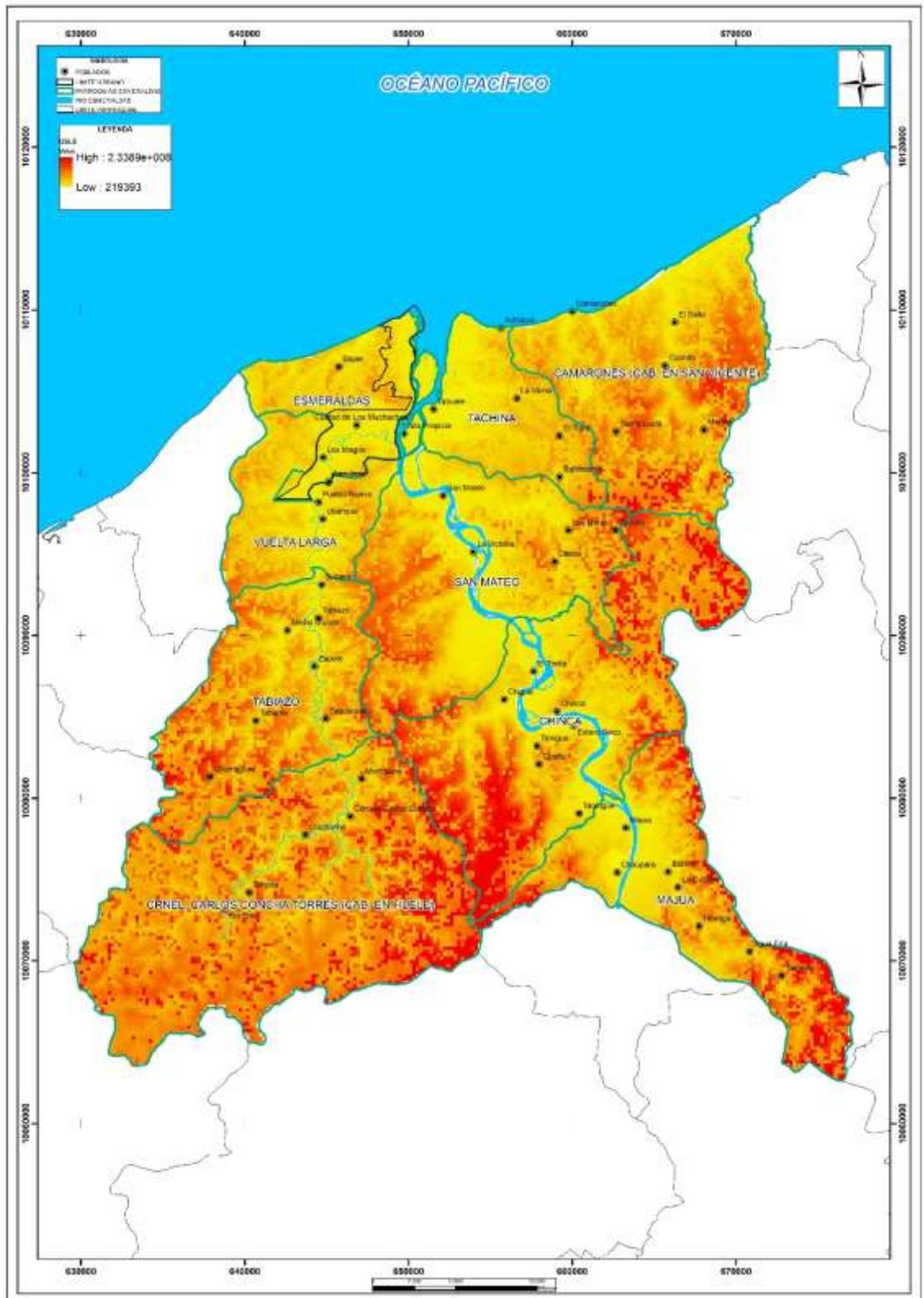
Dónde:

- A: es la pérdida del suelo en t/ha.año
- R: es el factor erosividad de la lluvia en Mjmm/ha.año
- K: es el factor erosionabilidad del suelo en (t/ha)/(Mj.mm/ha.h)
- L: es el factor longitud del terreno (adimensional)
- S: es el factor pendiente del terreno (adimensional)
- C: es el factor cobertura y manejo de la vegetación (adimensional)

Entonces:

$$A = R * 12.3\% * L.S * C$$

Mapa 9. ICP



Elaboración: El Autor

4.9.3 Influencia de la pérdida de cobertura vegetal

Uno de los factores en estudio fue la pérdida de cobertura vegetal del cantón y la periferia urbana, área en la que se han generado constantes movimientos en masa (deslizamientos de tierra) por inestabilidad del manto externo de la corteza terrestre, dando origen a problemas de erosión del suelo que afecta directamente al sistema de alcantarillado de la zona urbana por efecto de transporte de lodos generados en época de lluvia, siendo la más afectada la parte baja de la ciudad.

Conociendo que al área de estudio se encuentra asentada en zonas de alta incidencia sísmica con ubicación de epicentro en la saliente del río Esmeraldas, el mismo que se ha originado por las fallas y fracturas geológicas causantes de inundaciones en los asentamientos humanos.

Las zonas no planificadas presentan un alto riesgo de vulnerabilidad por no existir una planificación técnica urbanística que cuente con los servicios de protección de la cobertura de suelo, alcantarillado y zonas de evacuación.

La ciudad Esmeraldas tiene un área de 17,63 km² distribuidas de la siguiente manera:

- Área consolidada: corresponde a 8,25 km², siendo constituido por el núcleo de la ciudad, es decir, por las parcelas edificadas y los “solares” que puedan quedar en sus intersecciones.
- Área en consolidación: corresponde a 5,45 km², formada por aquellas partes de la ciudad en las que se puede realizar proyectos catastrales dentro de la planificación administrativa incluyendo la apertura de vías, áreas verdes, y áreas de recreación, completando o redefiniendo al área consolidada.
- Área en desarrollo: corresponde a 3,93 km², consiste en espacios esenciales para el desarrollo social y nuevas planificaciones para evitar los asentamientos humanos.

Se considera que la pérdida de vegetación y las necesidades básicas continuaran debido a la constante expansión urbana. Siendo el caso de áreas ya establecidas para registro catastral en una extensión de 32,07 km², las que se extiende hacia la parroquia de Vuelta Larga.

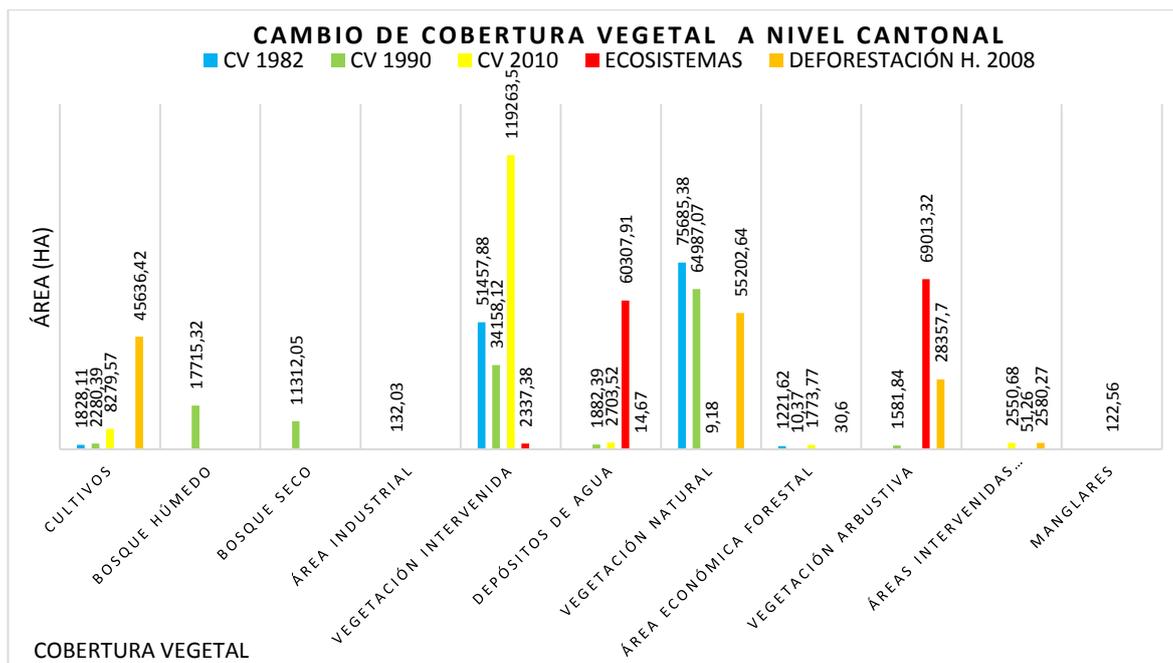


Gráfico 11. Cambio de cobertura vegetal a nivel cantonal (años 1982, 1990, 2010; Ecosistemas del Ecuador, Deforestación histórica del 2008)

Según la referencia de la cobertura vegetal del año 1982 proporcionada por el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (Gráfico 11), se estima que el 1,4% son cultivos, el 39,52% es vegetación intervenida, el 58,13% es vegetación natural y el 0,9% son áreas para aprovechamiento forestal; mientras que en el año de 1990 el 1,7% son cultivos, el 13,21% pertenece a bosques húmedos, el 8,43% son bosques secos, el 0,09% son áreas industriales, el 25,47% es vegetación intervenida, el 1,4% son cuerpos de agua, el 48,47% pertenece a vegetación natural y el 1,17% es vegetación arbustiva.

El estudio realizado por el Ministerio del Ambiente en el año 2012 de ecosistemas establece que el 1,77% pertenece a vegetación intervenida, 45,78% son cuerpos de agua, el 52,39% es vegetación arbustiva y el 0,03% son áreas intervenidas.

Sin embargo los estudios realizados para la deforestación histórica del 2008 realizado por el Ministerio del Ambiente, estima que el 34,61% son cultivos, el 0,01% pertenece a depósitos de agua, el 41,87% es vegetación natural, el 0,02% se encuentra considerado para áreas de aprovechamiento forestal, el 21,51% es vegetación arbustiva y el 1,95% pertenece a áreas intervenida.

Mediante la información generada para el Plan de ordenamiento territorial en el año 2012 de la municipalidad de Esmeraldas, se estima que el 6,14% son cultivos, el 88,53% es vegetación intervenida, el 2% son cuerpos de agua, el 1,31% son áreas de uso forestal, el 1,89% son áreas intervenida y el 0,09% pertenecen a manglares.

Por lo tanto, mediante la metodología del álgebra de mapas se procedió al análisis de cobertura vegetal de los años 1982, 1990, 2010, información de ecosistemas y de deforestación histórica generada en el 2008; para lo cual se generó las zonas de mayor actividad para usos forestales y agropecuarios. La zonificación generada permitió conocer las áreas donde se ha generado mayor influencia de la pérdida de cobertura vegetal. (Ver mapa 9)

A partir del resultado del álgebra de mapas, la zonificación muestra zonas de intervención extremadamente muy altas en el cantón Esmeraldas donde la influencia está proporcionada desde años atrás. El mal uso de la cobertura vegetal que se ha generado con el pasar de los años, en especial en el área que se considera urbana actualmente ha originado que la población realice asentamientos en zonas de riesgo ambiental y debido a la misma situación de asentamientos de la población, los elementos esenciales para el desarrollo de Esmeraldas se encuentran concentrados únicamente en la zona central de la ciudad.

Debido a que la concentración de los elementos esenciales está situada en el centro de la ciudad, hace que la cobertura y funcionalidad se encuentren altamente vulnerables, lo que influye a que si un evento de origen ambiental afecta algún elemento esencial, dicho elemento afectado puede causar gran impacto en el desarrollo de la sociedad.

Para evaluar la pérdida de cobertura, o cambio de la cobertura vegetal se aplicó el ajuste tendencial de la curva generada con los valores de vegetación en diferentes años y el cálculo de R^2 . El ajuste de la tendencia es la estimación del modelo de regresión, basándose en la evolución temporal de la vegetación (serie analizada) en función del tiempo (variable).

En el gráfico 12 se muestra la perdida de cobertura durante los años de 1982, 1990 y 2010.

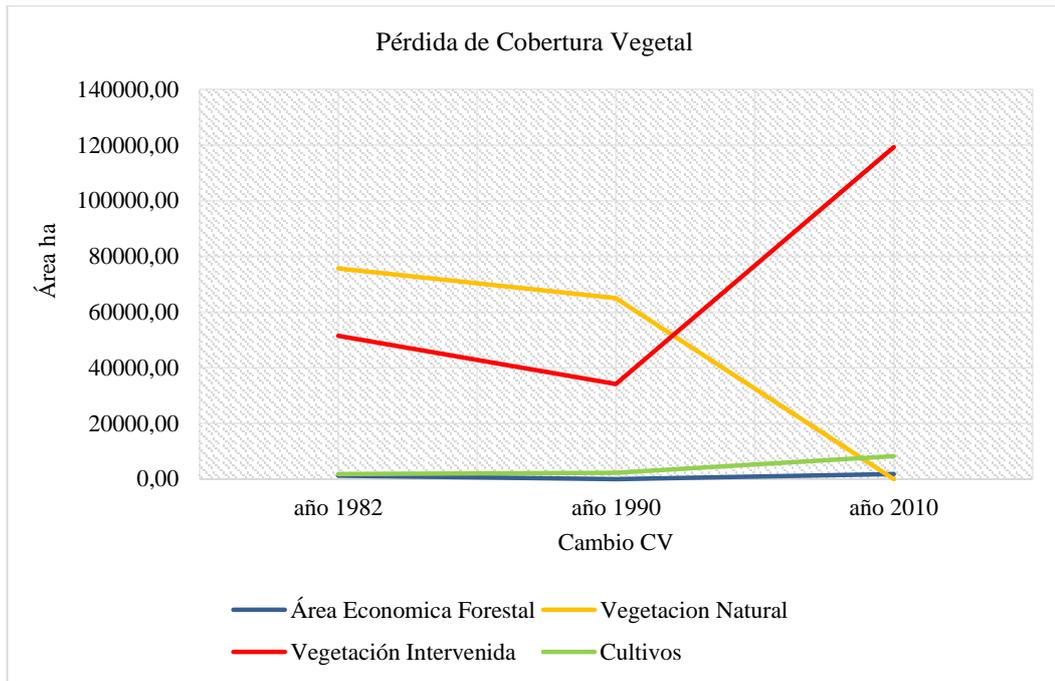


Gráfico 12. Cambio de cobertura vegetal en diferentes años

La cobertura de cultivos presenta una tendencia exponencial con $R^2 = 0,8571$, como se indica en el gráfico 13. La característica temporal indica que es una pendiente creciente muy acelerada.

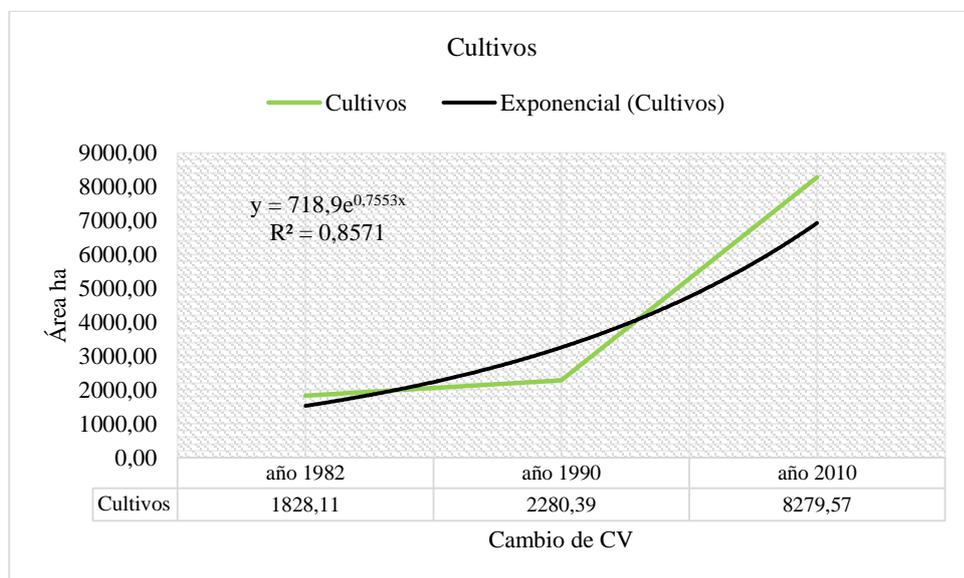


Gráfico 13. Línea de tendencia para la cobertura de cultivos

La cobertura de vegetación intervenida presenta una tendencia polinómica de grado 2 con $R^2 = 1$, como se indica en el gráfico 14. La característica temporal indica que es una pendiente creciente y decreciente de estructura variable.

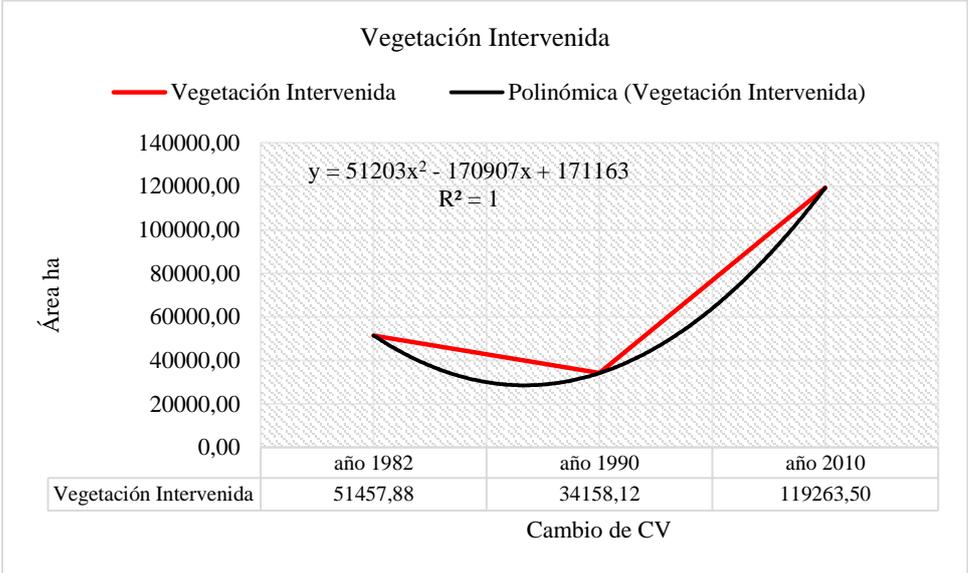


Gráfico 14. Línea de tendencia para la cobertura de vegetación intervenida

La cobertura de vegetación natural presenta una tendencia polinómica con $R^2 = 0,8536$, como se indica en el gráfico 15. La característica temporal indica que es una pendiente monótona creciente constante negativa.

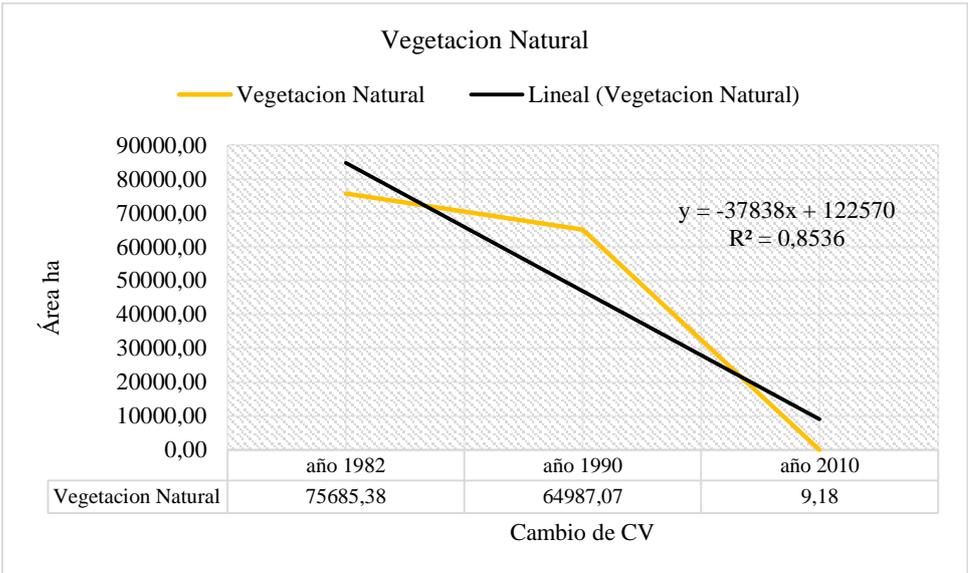


Gráfico 15. Línea de tendencia para la cobertura de vegetación natural

La cobertura del área económica forestal presenta una tendencia polinómica de grado 2 con $R^2 = 1$, como se indica en el gráfico 16. La característica temporal indica que es una pendiente creciente y decreciente de estructura variable.

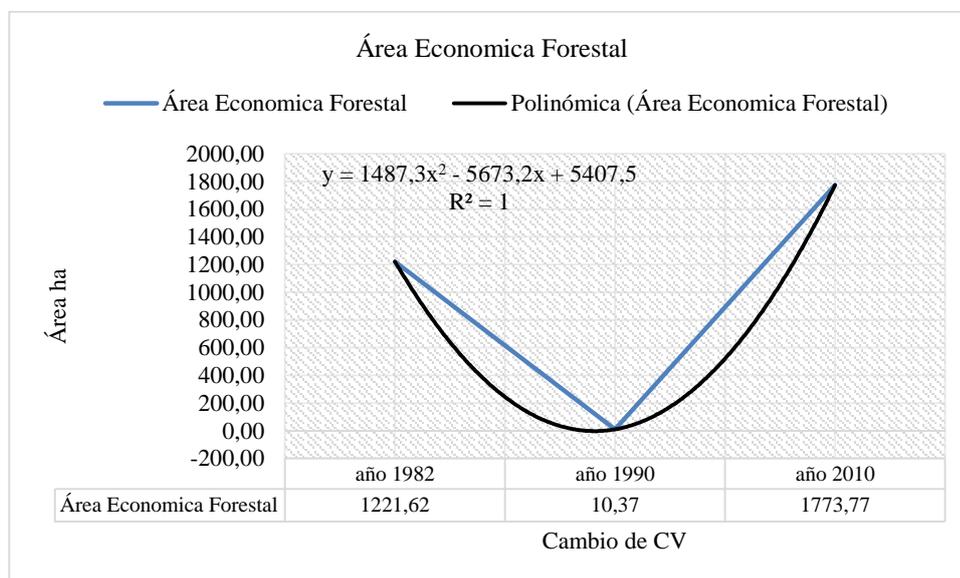


Gráfico 16. Línea de tendencia para la cobertura del área económica forestal

La cobertura de deforestación histórica del año 2008 presenta una tendencia polinómica de grado 2 con $R^2 = 0,7239$, como se indica en el gráfico 17. La característica temporal indica que es una pendiente creciente y decreciente de estructura variable.

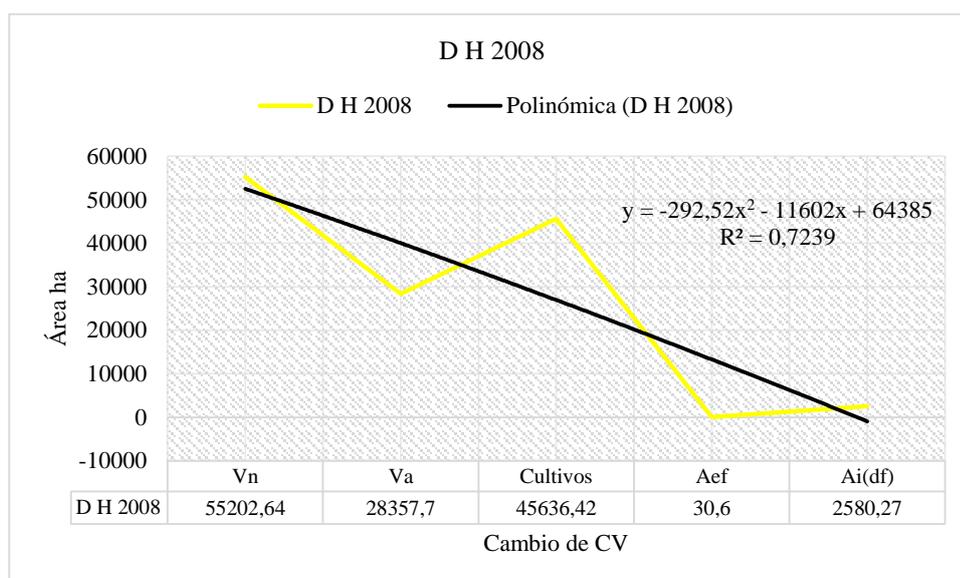


Gráfico 17. Línea de tendencia para la cobertura de deforestación histórica del año 2008

La cobertura de ecosistemas presenta una tendencia polinómica con $R^2 = 0,7275$, como se indica en el gráfico 18. La característica temporal indica que es una pendiente creciente y decreciente de estructura variable.

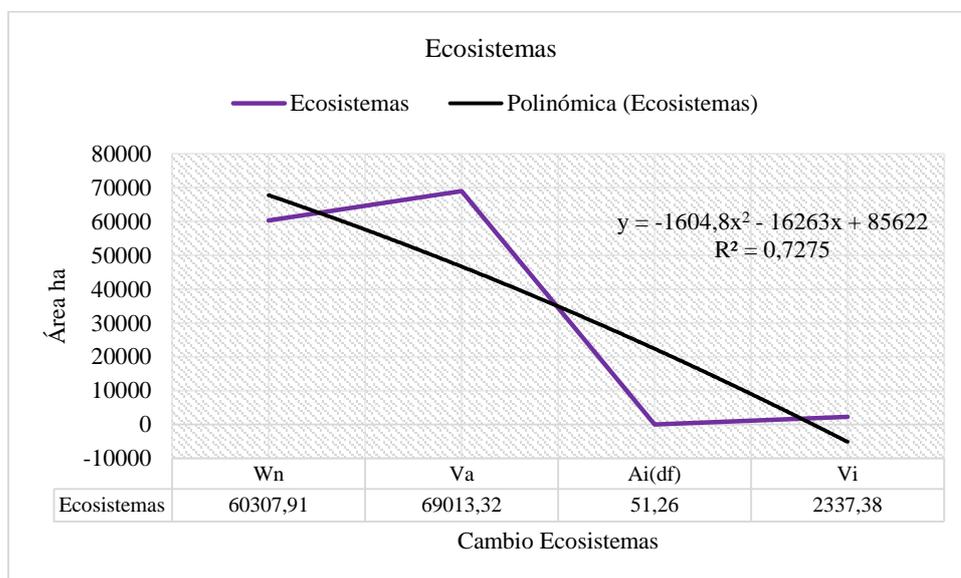


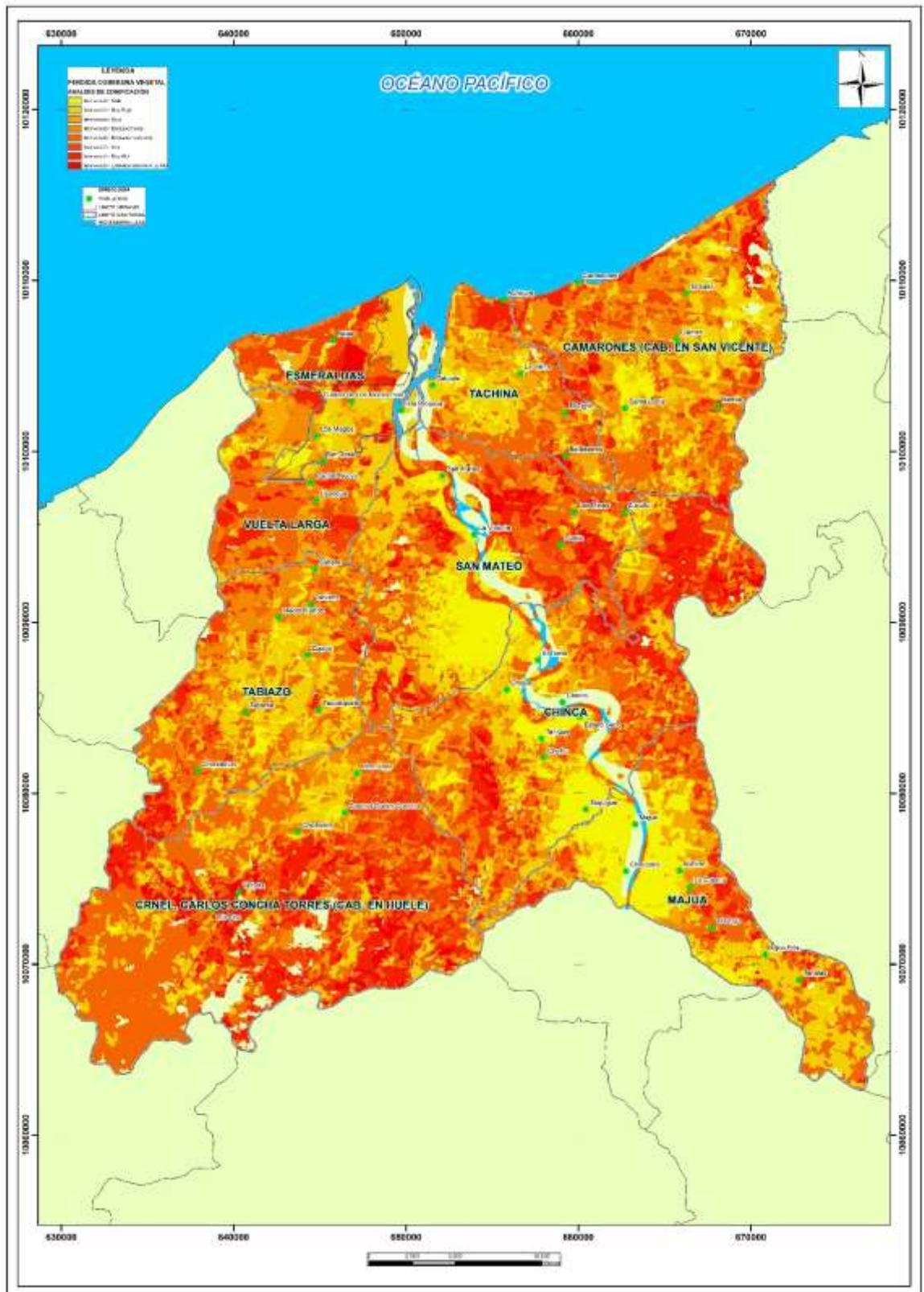
Gráfico 18. Línea de tendencia para la cobertura de ecosistemas

La distribución de los poblados a nivel cantonal que se hallan en la intervención o pérdida de cobertura vegetal se indican en el cuadro 31.

Cuadro 31. Poblados que intervienen en la pérdida cobertura vegetal

Intervención de pérdida o cambio de cobertura vegetal	Poblado
Sin intervención	Agua Fría, Bolívar, Estero Seco, Santa Lucía, Tanigue, Taquigue;
Intervención muy baja	Camarones, Chichivine, Chigue, Coronel Carlos Concha, Moncaune, San Mateo, Tabuele, Tanales;
Intervención baja	Achiluve, Chaflu, Ciudad de Los Muchachos, Las Minas, Los Magos, Subere, Tabiazo, Usanque, Zapote;
Intervención medianamente	Caimito, El Salto, Medio Mundo, Pueblo Nuevo, San José, Tabante, Taquisquele;
Intervención medianamente alta	Ballesteros, Chontaduro, El Tigre, La Cubera, Meribe, Río Ene, Tibunga, Zapallo;
Intervención alta	Bajae, Danila, Tachito, Taripita;
No aplican	Chaupara, Chinca, El Treita, Isla Propicia, La Vaina, La Victoria, Majua

Mapa 10. Zonificación de pérdida de cobertura vegetal en el cantón Esmeraldas



4.10 Cobertura vegetal actual del cantón Esmeraldas

La cobertura vegetal actual del territorio debido a la ubicación geográfica y clasificación bioclimática en el cantón consta de: pastos plantados con árboles dispersos en un 18,99%, mientras que, pastos plantados puros el 16,42%, existen además bosques muy intervenidos que afectan la concentración de agua en 2,00%; para consumo humano en un 18,10% y bosques medianamente intervenidos en 16,54% como se indica en el gráfico 19.

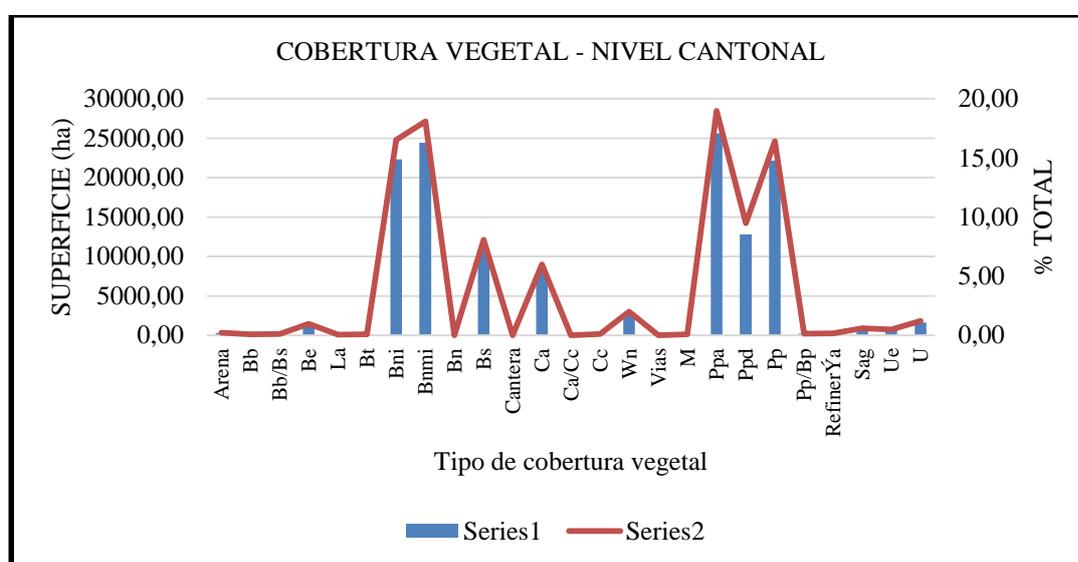


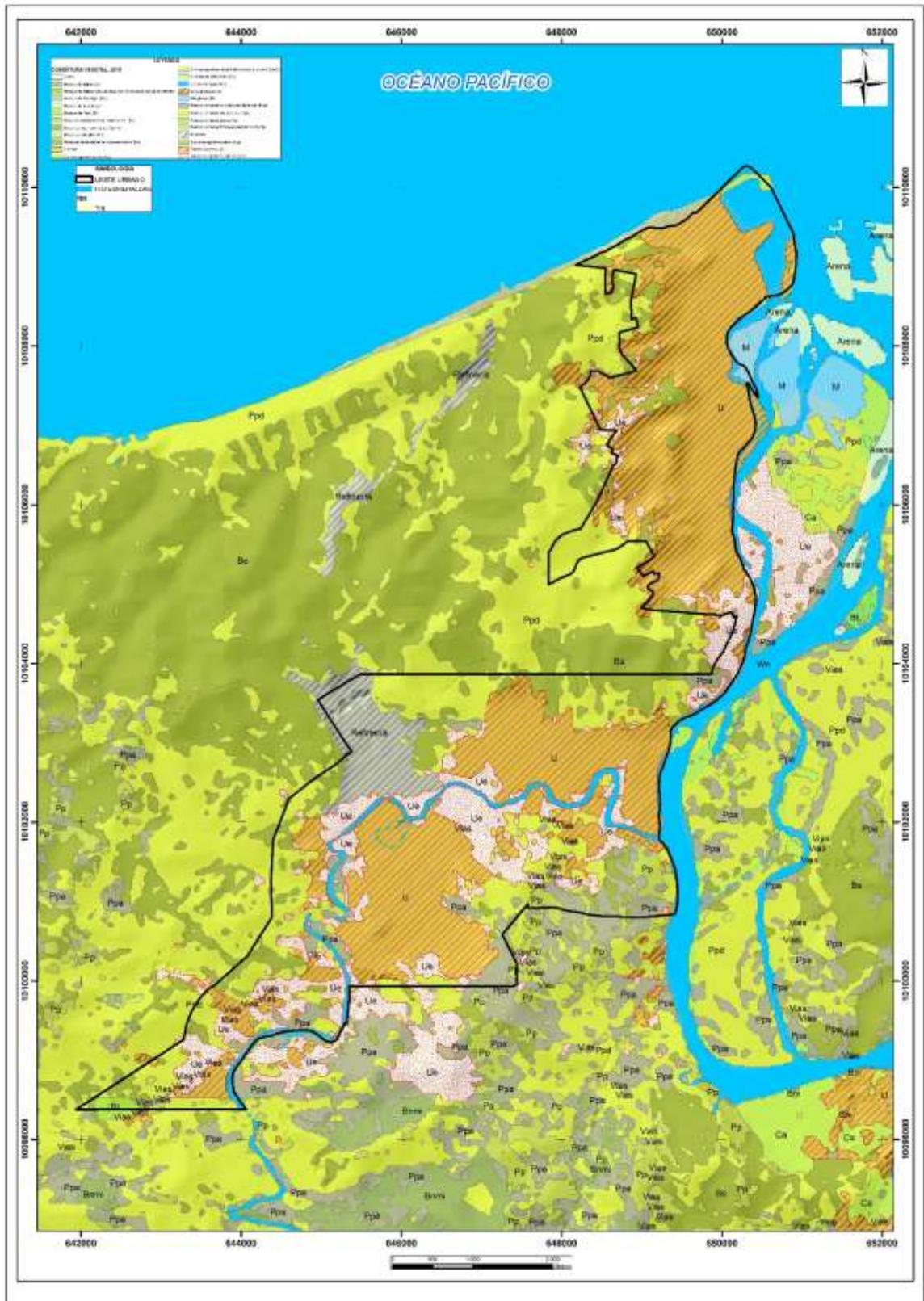
Gráfico 19. Tipo de cobertura vegetal actual a nivel cantonal

Dentro del perímetro urbano se concentra la cobertura vegetal en zonas verdes, pastos plantados característicos de urbanizaciones en un 17,09%; bosques secundarios en un 8,44%; área destinada a zona urbana 45,91% y finalmente área para expansión futura de 12,79% como indica la tabla 6. (Ver mapa 11)

Tabla 6. Características de cobertura vegetal

CARACTERÍSTICAS DE COBERTURA VEGETAL	PORCENTAJE	OBSERVACIONES
Zona Urbana.	45,91%	Predomina la zona urbana.
Zonas Verdes.	17,09%	
Expansión Futura.	12,79%	
Bosques Secundarios.	8,44%	

Mapa 11. Cobertura vegetal actual de la ciudad de Esmeraldas



4.11 Incidencia de riesgos ambientales del cantón Esmeraldas

A través de la historia los desastres naturales han dejado grandes secuelas tanto sociales como de destrucción, lo cual en muchos de los casos no pueden ser predecibles como es el caso de los registros sísmicos que no tienen una secuencia en tiempo, al igual que los deslizamientos de tierra (movimientos en masa), pero al mismo tiempo los riesgos de inundaciones pueden ser preventivos debido a que existen registros más continuos de mareas (INOCAR), y caso particular el Tsunami ocurrido en 1906 con niveles catastróficos.

Con respecto al cantón Esmeraldas, al estar ubicado en la placa tectónica de Sudamérica en el perfil costero ecuatoriano, soporta movimientos sísmicos debido al efecto fricción entre la placa tectónica y la placa tectónica de Nazca que se encuentra en proceso de subducción, generando movimientos tectónicos con efecto sísmico.

La ocurrencia de los deslizamientos de tierra se encuentran influenciados por la pérdida de cobertura vegetal, debido a que al estar los suelos sin la presencia de vegetación o cambiar el tipo de vegetación en zonas no aptas, los suelo empiezan procesos de erosión y mucho más al asociarse al tipo de roca y tipo de pendiente.

La pérdida de vegetación, es otro factor influyente en procesos de inundaciones, debido a que en las periferias de las vertientes no hay una barrera protectora como es la vegetación; de la misma forma en el perfil costero al no existir barreras protectoras, las variables de un evento Tsunamigenico (viento, oleajes, etc.) pueden afectar directamente al perfil costero como es la reseña histórica de 1906 que existió un evento de esta tipo.

4.12 Riesgos por movimientos sísmicos del cantón Esmeraldas

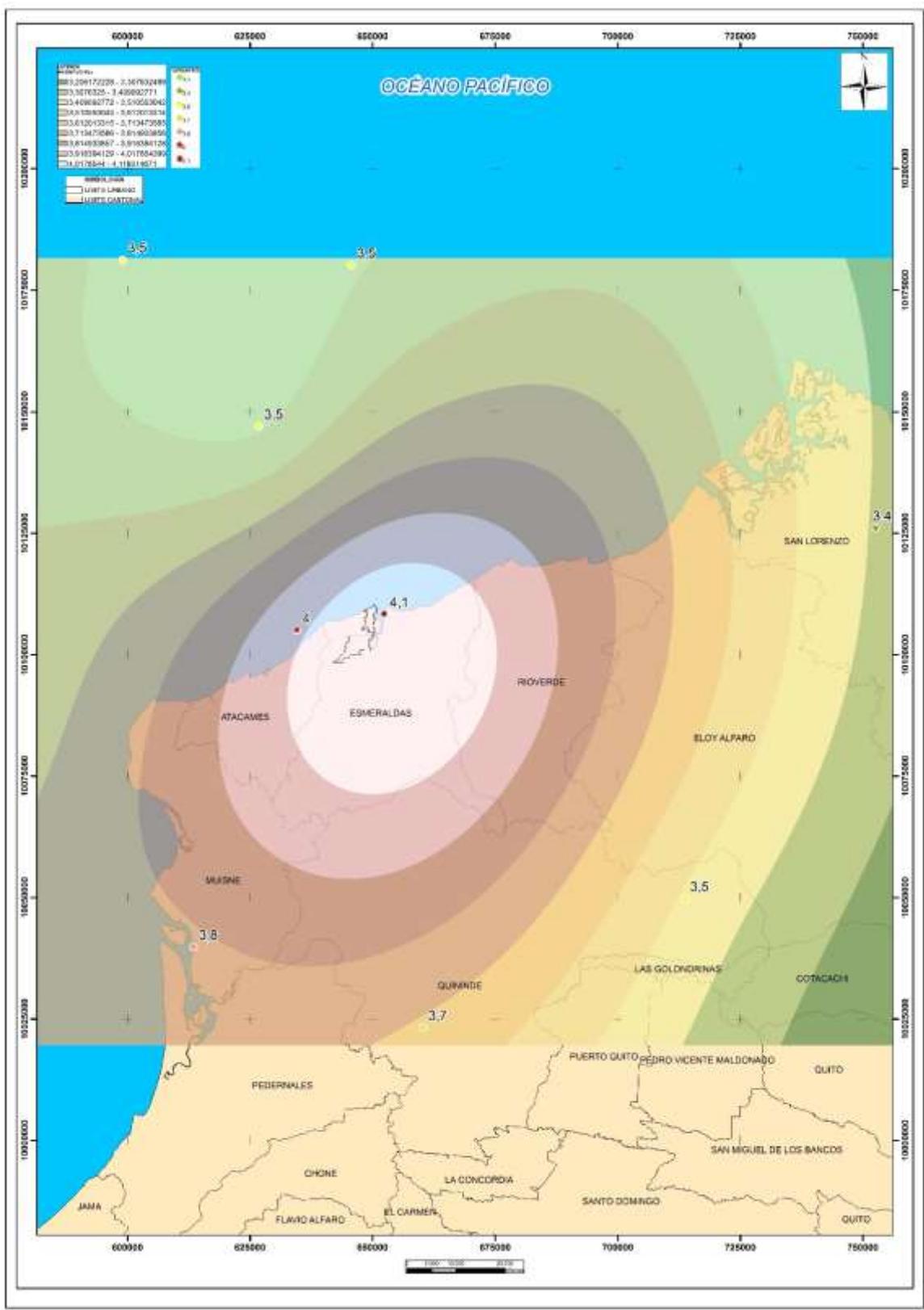
Los riesgos por movimientos sísmicos en el cantón Esmeraldas producto de la interpolación de puntos epicentrales proporcionados por Instituto Geofísico de la Politécnica Nacional (IGPN), muestran que el perfil costero y el cantón se encuentra altamente influenciado por magnitudes que oscilan entre 3 y 5,5 MLv como se muestra en el cuadro 32.

El epicentro que más influye en la ciudad de Esmeraldas se ubica en la desembocadura del río Esmeraldas con una magnitud de 4,1 MLv, mientras que a 18,11 km hacia el oeste en el cantón de Atacames se ubica otro epicentro de magnitud 4,0 MLv, lo que hace referencia a que el cantón Esmeraldas este en constante movimiento sísmico por la influencia de los dos puntos epicentrales. (Ver mapa 12)

Cuadro 32. Mapa de puntos epicentrales

MAGNITUD MLv	COOR X	COOR Y	PROFUNDIDAD km	FECHA/HORA TL	ZONA	PAAMETROS
3.5	598998	10181292	10.00	13/07/2012 13:04	O. PACIFICO	Fases P=NaN; Fases S=NaN; RMS=0.9; Gap=330°
3.5	626828	10147035	12.00	24/06/2012 22:05	O. PACIFICO	Fases P=NaN; Fases S=NaN; RMS=0.7; Gap=324°
4.0	634634	10105027	12.00	25/06/2012 6:49	O. PACIFICO	Fases P=NaN; Fases S=NaN; RMS=0.6; Gap=277°
4.1	652439	10108351	12.00	24/06/2012 20:46	Prov. ESMERALDAS	Fases P=NaN; Fases S=NaN; RMS=0.8; Gap=309°
3.8	613504	10039797	2.00	09/06/2012 16:18	Prov. ESMERALDAS	Fases P=9; Fases S=19; RMS=0.5; Gap=281°
3.5	713682	10049767	15.00	18/07/2012 9:16	Prov. ESMERALDAS	Fases P=NaN; Fases S=NaN; RMS=0.2; Gap=267°
3.3	758213	10070798	12.00	20/06/2012 4:22	Prov. ESMERALDAS	Fases P=NaN; Fases S=NaN; RMS=0.8; Gap=236°
3.4	752611	10126104	24.00	21/07/2012 18:31	Prov. ESMERALDAS	Fases P=NaN; Fases S=NaN; RMS=0.3; Gap=326°
3.5	645724	10180212	12.00	09/09/2012 0:30	O. PACIFICO	Fases P=NaN; Fases S=NaN; RMS=1.1; Gap=309°
3.7	570104	10019897	12.00	13/08/2012 1:02	O. PACIFICO	Fases P=NaN; Fases S=NaN; RMS=0.9; Gap=272°
3.7	660252	10023219	12.00	16/08/2012 20:24	Prov. ESMERALDAS	Fases P=NaN; Fases S=NaN; RMS=0.8; Gap=223°

Mapa 12. Riesgos sísmicos del cantón Esmeraldas



4.13 Riesgo por deslizamientos de tierra (movimientos en masa) del cantón Esmeraldas

Los riesgos por movimientos en masa del cantón Esmeraldas producto del análisis vectorial como se muestra en el gráfico 20, indica que el 17,10% se encuentran sin amenaza, el 39,34% del territorio se encuentra en amenaza baja, el 18,14% en amenaza media, el 15,52% está en amenaza alta y el 9,90% está en amenaza muy alta a deslizamientos.

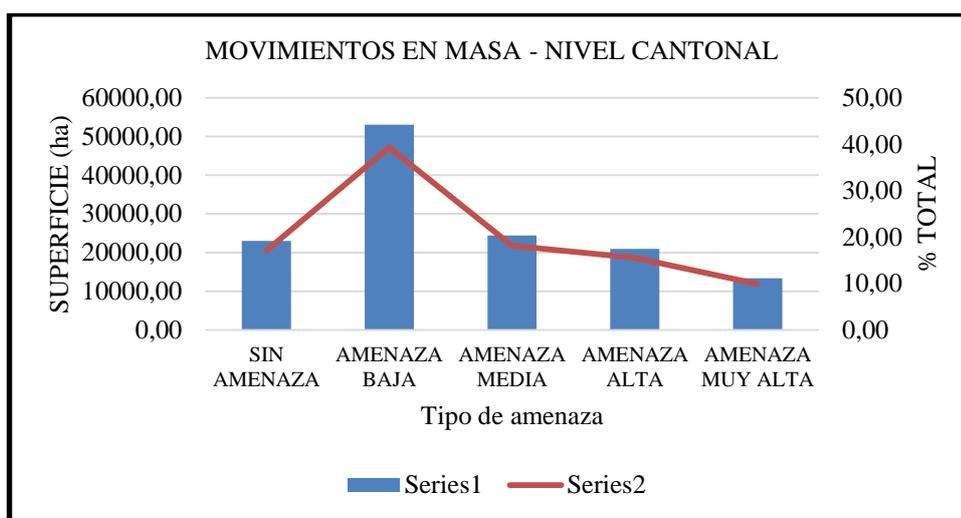


Gráfico 20. Movimientos en masa a nivel cantonal

La cobertura de vegetación intervenida presenta una tendencia polinómica de grado 2 con $R^2 = 0,48$, como se indica en el gráfico 21. La característica temporal indica que es una pendiente creciente y decreciente de estructura variable.

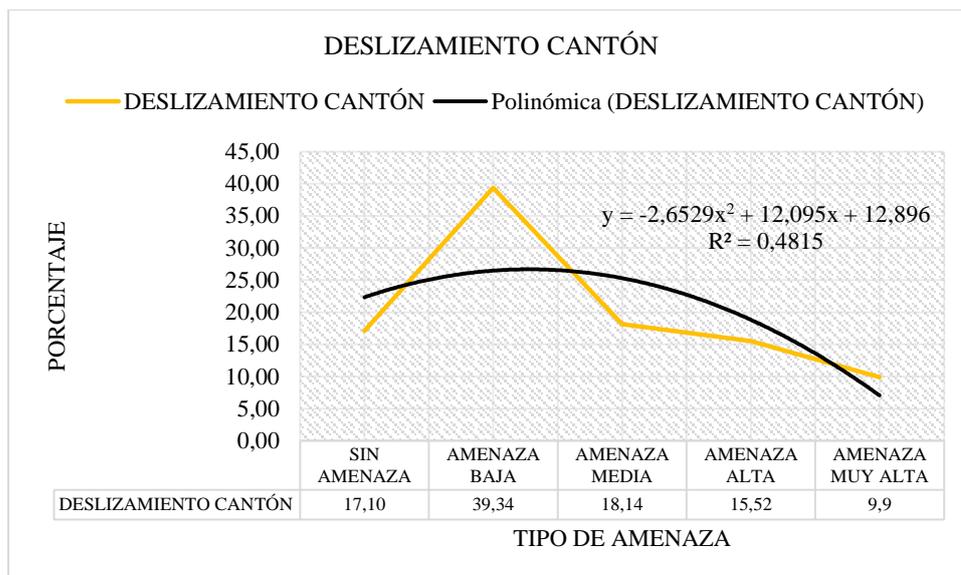


Gráfico 21. Curva tendencial para movimientos en masa

La distribución de los poblados a nivel cantonal que se encuentran en diferentes niveles de amenaza se indica en el cuadro 33.

Cuadro 33. Poblados que se encuentran en riesgo de deslizamientos

Nivel de amenaza	Poblados
Sin amenaza	Bolívar, Caimito, Chaupara, Danila, Majua, Rio Ene, Santa Lucia, Tabuele, Taquigue;
Amenaza baja	Agua Fría, Camarones, Chigue, Chontaduro, Ciudad de los Muchachos, Coronel Carlos Concha, El Salto, El Treita, Estero Seco, Isla Propicia, La Vaina, La Victoria, Las Minas, Los Magos, Medio Mundo, Meribe, Pueblo Nuevo, San José, San Mateo, Tachito, Tanales, Taripita, Tibunga, Usanque, Zapote;
Amenaza media	Bajae, Chaflu, Chichivine, El Tigre, La Cubera, Tanigue;
Amenaza alta	Achiluve, Ballesteros, Chinca, Subere, Tabante, Tabiazo, Zapallo;
Amenaza muy alta	Moncaune, Taquisquele.

En el límite urbano mediante la tabla 7 que la población puede afectarse en amenaza baja en forma directa en un 63,42%; el 21,53% del área no presenta amenaza alguna; el 10,81% está expuesta a amenaza media; mientras que el 3,33% en amenaza alta y por último el 0,91% se encuentra en amenaza muy alta. (Ver mapa 13)

Tabla 7. Riesgos por deslizamientos en masa

RIESGOS POR DESLIZAMIENTOS EN MASA	PORCENTAJE	OBSERVACIONES
Sin amenaza	21,53%	Predomina la amenaza baja.
Amenaza baja	63,42%	
Amenaza media	10,81%	
Amenaza alta	3,33%	
Amenaza muy alta	0,91%	

La cobertura de cultivos presenta una tendencia exponencial con $R^2 = 0,79$, como se indica en el gráfico 22. La característica temporal indica que es una pendiente creciente muy acelerada.

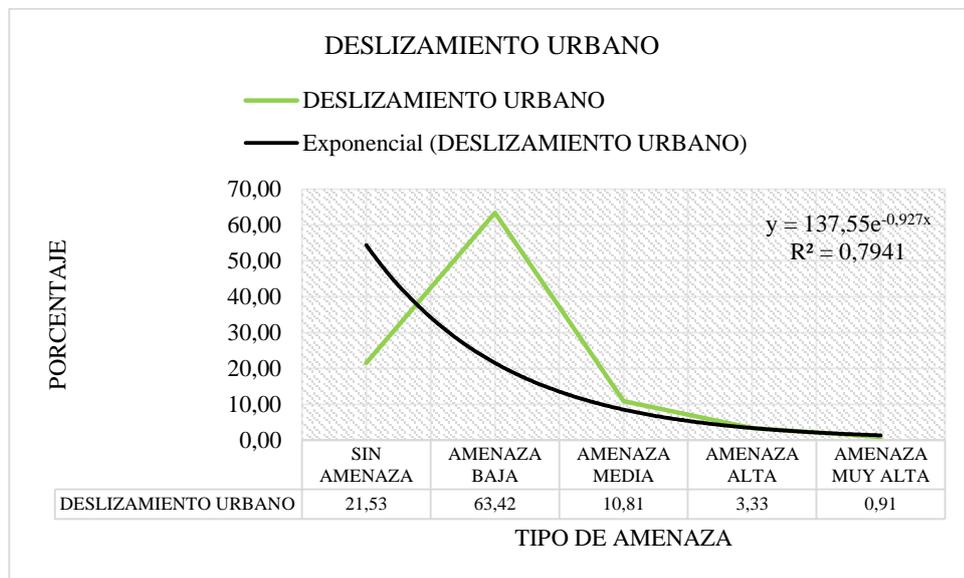
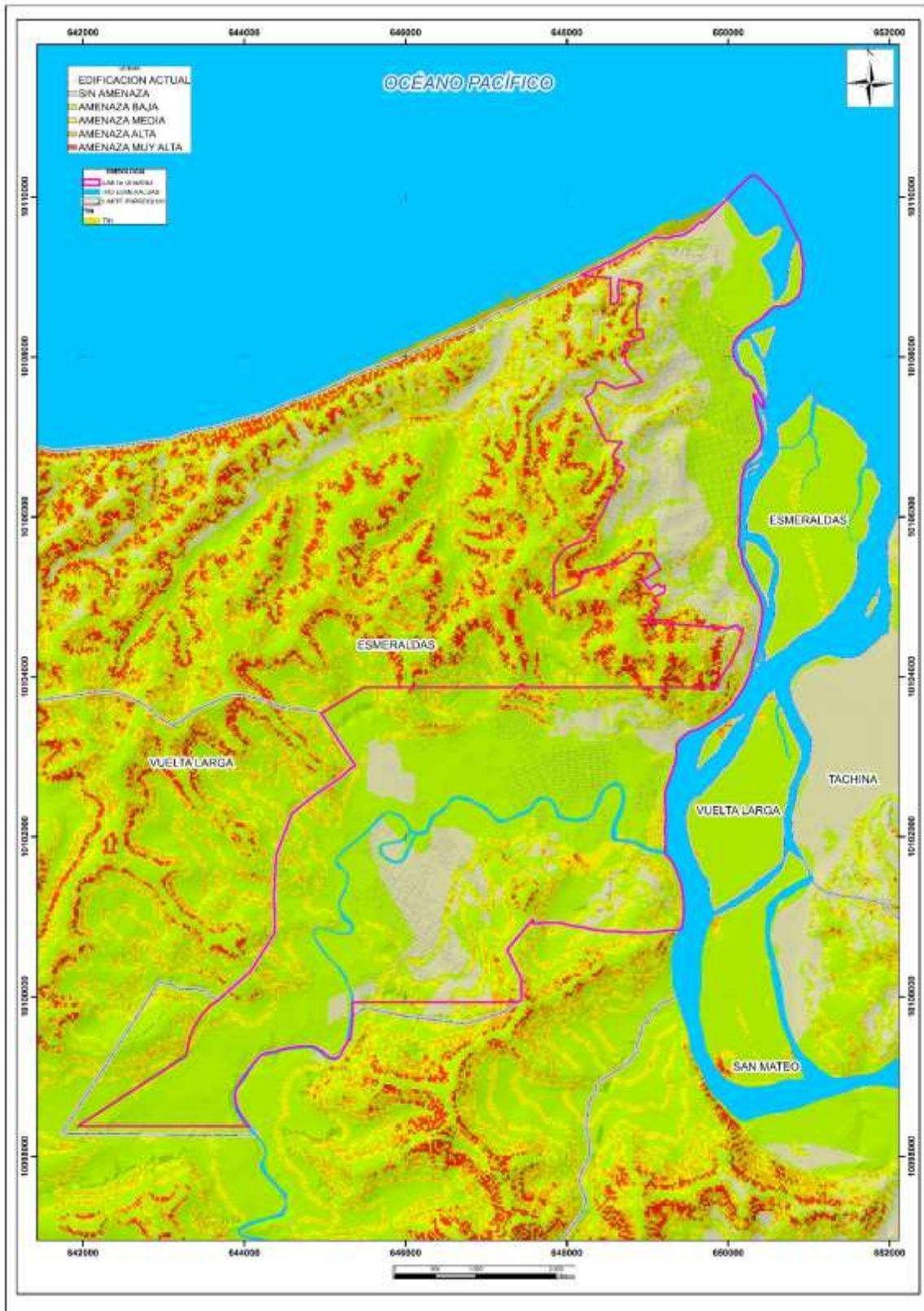


Gráfico 22. Curva tendencial de deslizamientos de tierra a nivel urbano

Mapa 13. Riesgos por movimientos en masa de la ciudad de Esmeraldas



4.14 Riesgo por inundaciones del cantón Esmeraldas

A nivel cantonal las inundaciones pueden afectar sectores como muestra el gráfico 23 en los siguientes porcentajes: 0,17% ningún tipo de amenaza; 53,32% amenaza baja; 36,91% está en amenaza media; 9,25% cuenta con una amenaza alta y el 0,35% se encuentra en amenaza muy alta.

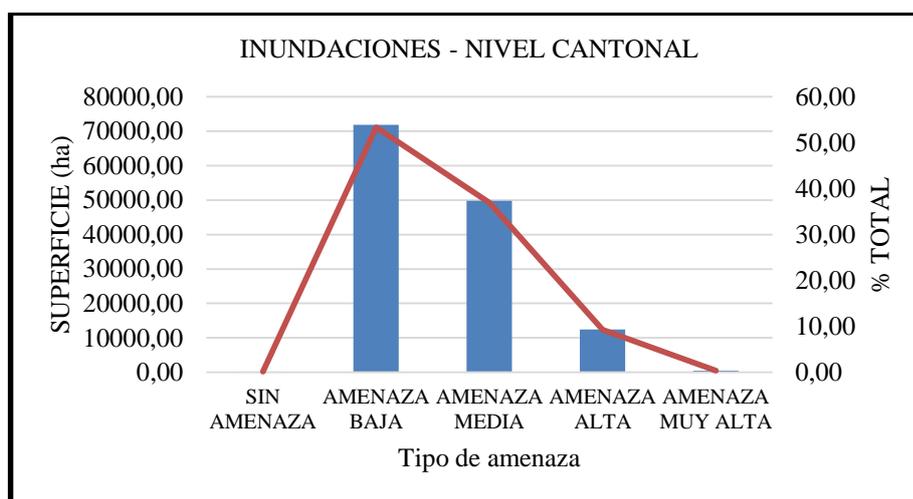


Gráfico 23. Tipo de amenaza por inundaciones a nivel cantonal

La cobertura de vegetación intervenida presenta una tendencia polinómica de grado 2 con $R^2 = 0,65$, como se indica en el gráfico 24. La característica temporal indica que es una pendiente creciente y decreciente de estructura variable.

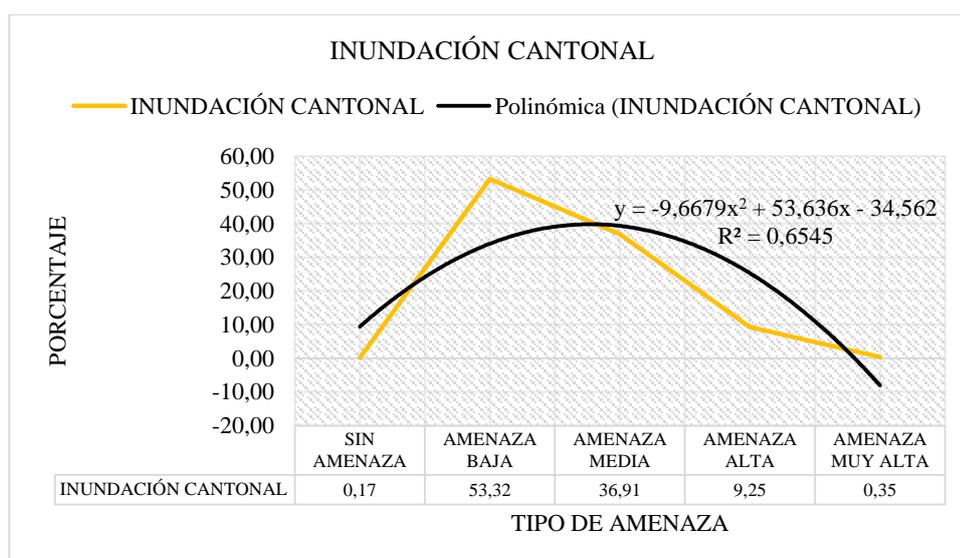


Gráfico 24. Curva tendencial de inundaciones a nivel cantonal.

La distribución de los poblados en diferentes niveles de amenaza se indica en el cuadro 34.

Cuadro 34. Poblados que se encuentran en amenaza de inundación

Nivel de amenaza	Poblados
Baja inundaciones	Achiluve, Ballesteros, Chontaduro, Meribe, Pueblo Nuevo, Río Ene, San José, Tabante, Tabiazo, Tachito, Tanigue, Taquisquele, Taripita, Zapallo;
Amenaza media	Bajae, Bolívar, Caimito, Camarones, Chaflu, Chaupara, Chichivine, Chigue, Chinca, Coronel Carlos Concha, Danila, El Salto, El Tigre, El Treita, Isla Propicia, Las Minas, Majua, Medio Mundo, Moncaune, Santa Lucía, Subere, Taquigue, Usanque, Zapote;
Amenaza alta	Agua Fría, Ciudad de Los Muchachos, Estero Seco, La Cubera, La Vaina, La Victoria, Los Magos, San Mateo, Tabuele, Tanales, Tibunga

En cuanto al área correspondiente al límite urbano ésta puede presentar inundaciones, de manera que el 0,08% se encuentra sin amenaza; 17,23% pertenece a una amenaza baja; 51,48% posee amenaza media; el 30,51% amenaza alta y el 0,69% está en amenaza muy alta según la tabla 8. (Ver mapa 14)

Tabla 8. Características de riesgos por inundaciones

CARACTERÍSTICAS DE RIESGOS POR INUNDACIONES	PORCENTAJE	OBSERVACIONES
Amenaza media	51,48%	Predomina la amenaza media.
Amenaza alta	30,51%	
Amenaza baja	17,23%	
Amenaza muy alta	0,69%	
Sin amenaza	0,08%	

La cobertura de vegetación intervenida presenta una tendencia polinómica de grado 2 con $R^2 = 0,85$, como se indica en el gráfico 25. La característica temporal indica que es una pendiente creciente y decreciente de estructura variable.

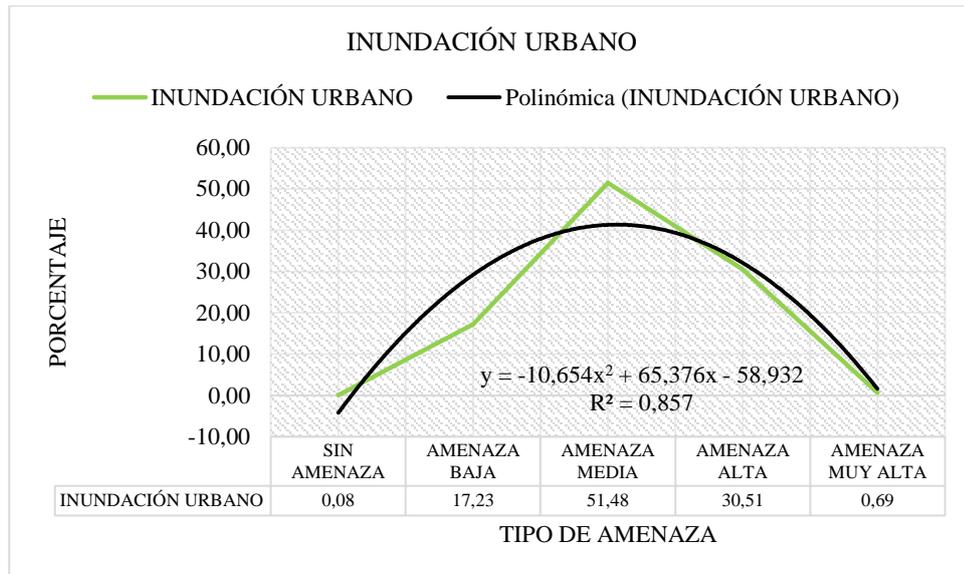
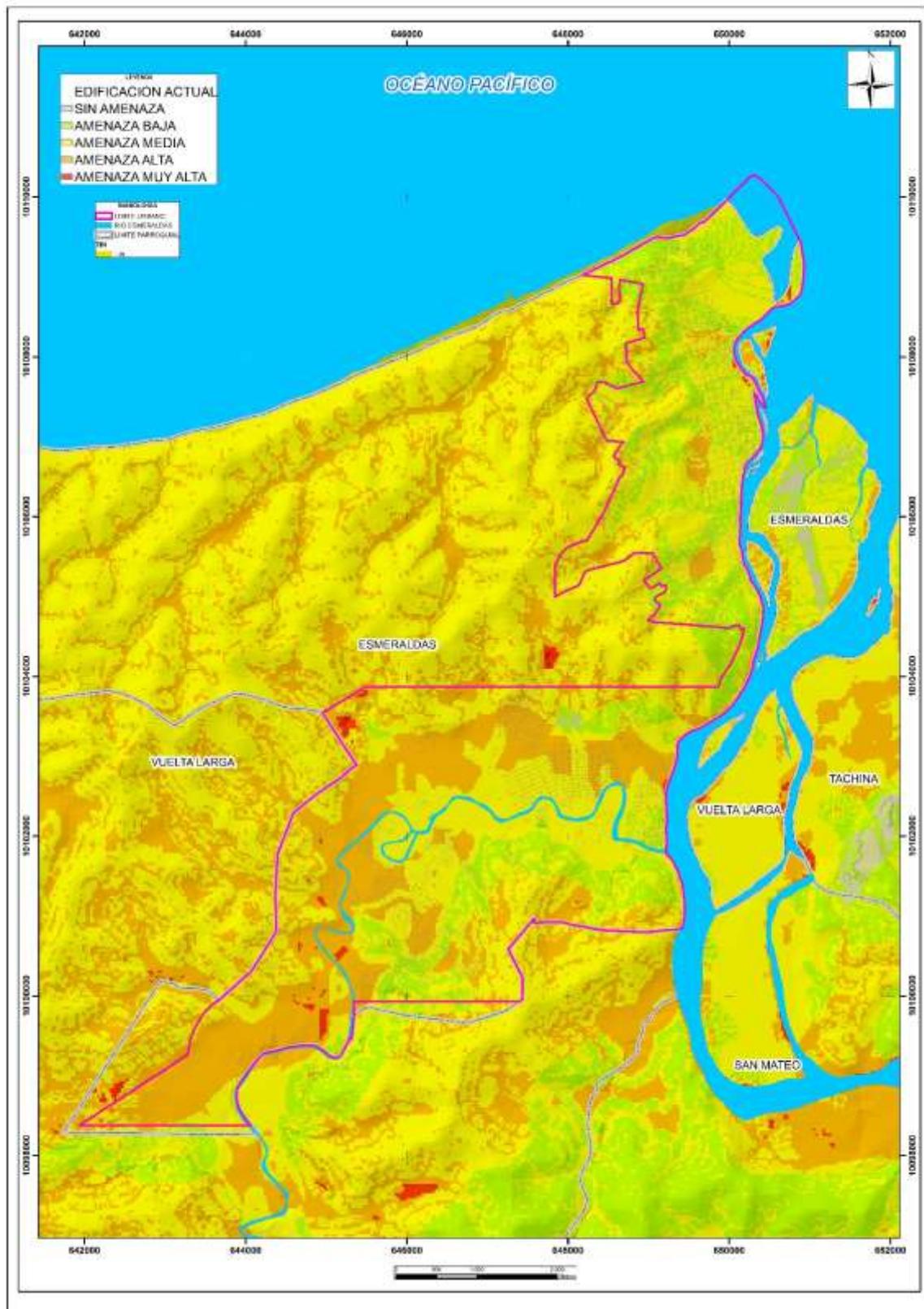


Gráfico 25. Curva de tendencia de inundaciones a nivel urbano

Mapa 14. Riesgos por inundaciones de la ciudad de Esmeraldas



4.15 Riesgos por susceptibilidad ante tsunamis

Los registros del INOCAR, muestran que en el año 1906 un Tsunami arrasó con la ciudad de Esmeraldas alcanzando olas de hasta 10 m, indicando como referencia de eventos Tsunamigénicos para la prevención de riesgos.

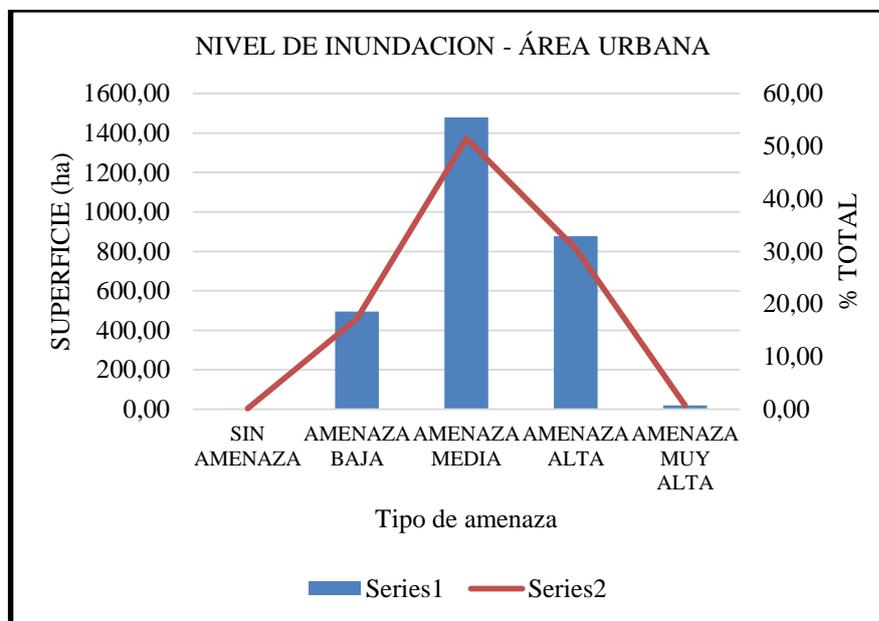


Gráfico 26. Nivel de inundación en el área urbana

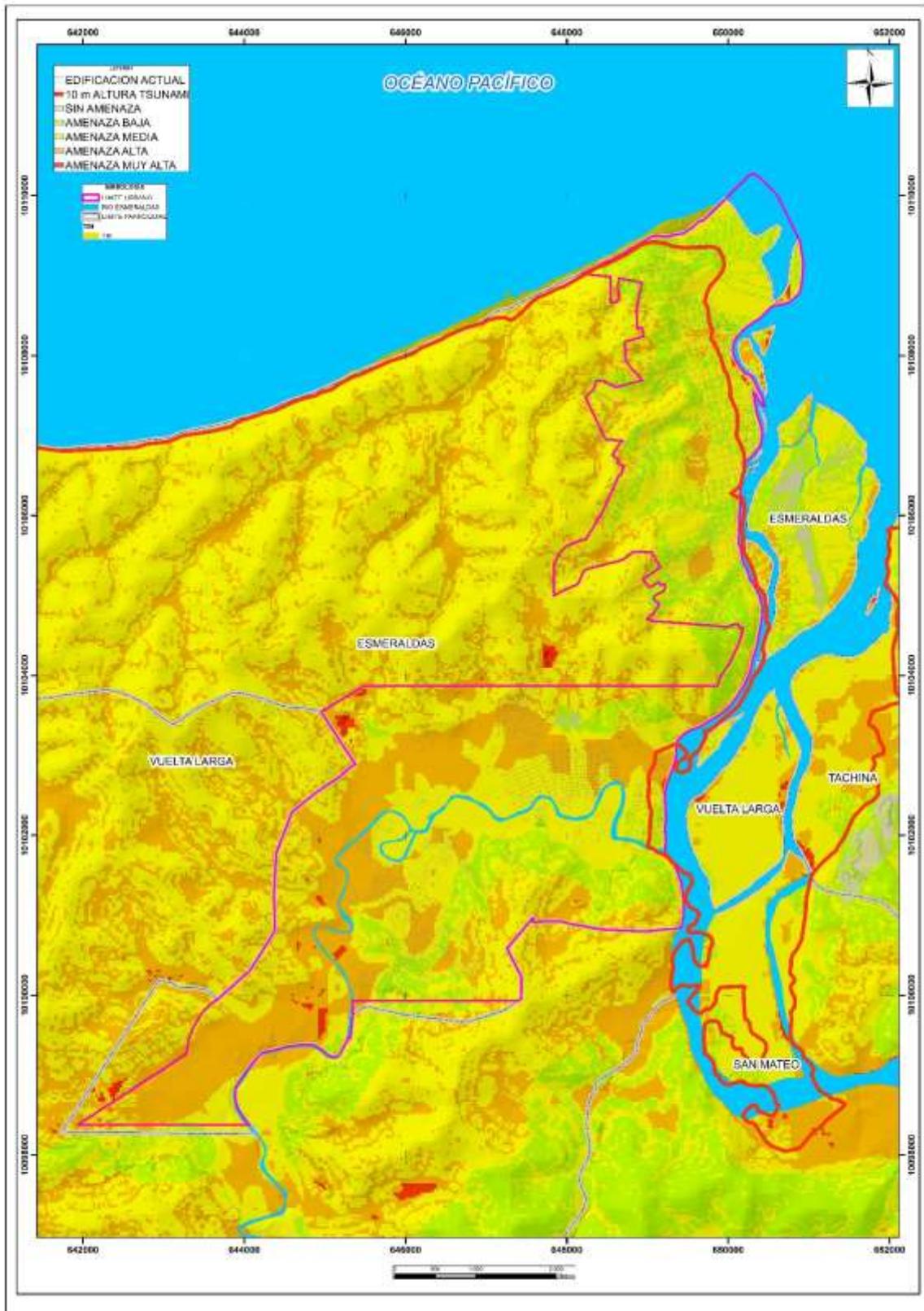
Los poblados que son directamente afectados ante un evento Tsunamigenico son: Achiluve, Tabuele e Isla Propicia.

Como se muestra en el grafico 26 en cuanto al área correspondiente al perímetro urbano se encuentra que el 51,48% posee amenaza media, el territorio en amenaza alta se encuentra en 30,51%, el 17,23% pertenece a una amenaza baja; sobreponiendo una altura registrada de eventos Tsunamigénicos se podrá explicar el nivel de impacto causado como se muestra en el tabla 9. (Ver tabla 9, Mapa 15)

Tabla 9. Características de inundaciones

CARACTERÍSTICAS DE INUNDACIONES	PORCENTAJE	OBSERVACIONES
Amenaza media	51,48%	Predomina la amenaza media.
Amenaza alta	30,51%	
Amenaza baja	17,23%	

Mapa 15. Riesgos por susceptibilidad ante tsunamis



a) **Modelo de inundación mediante la referencia de TSUNAMIS a 10 msnm**

Mediante el modelo de inundación con el antecedente de inundaciones del INOCAR, datos históricos y el evento Tsunamigénicos registrado en 1906 se muestra algunos aspectos importantes como:

- El nivel de afectación del río Esmeraldas a una altura de 10 msnm como evento tsunamigénico.
- El perfil altitudinal que incide en las inundaciones propensas a las que pueden generarse la desembocadura del río Esmeraldas.
- El nivel de afectación directa con la ciudad.

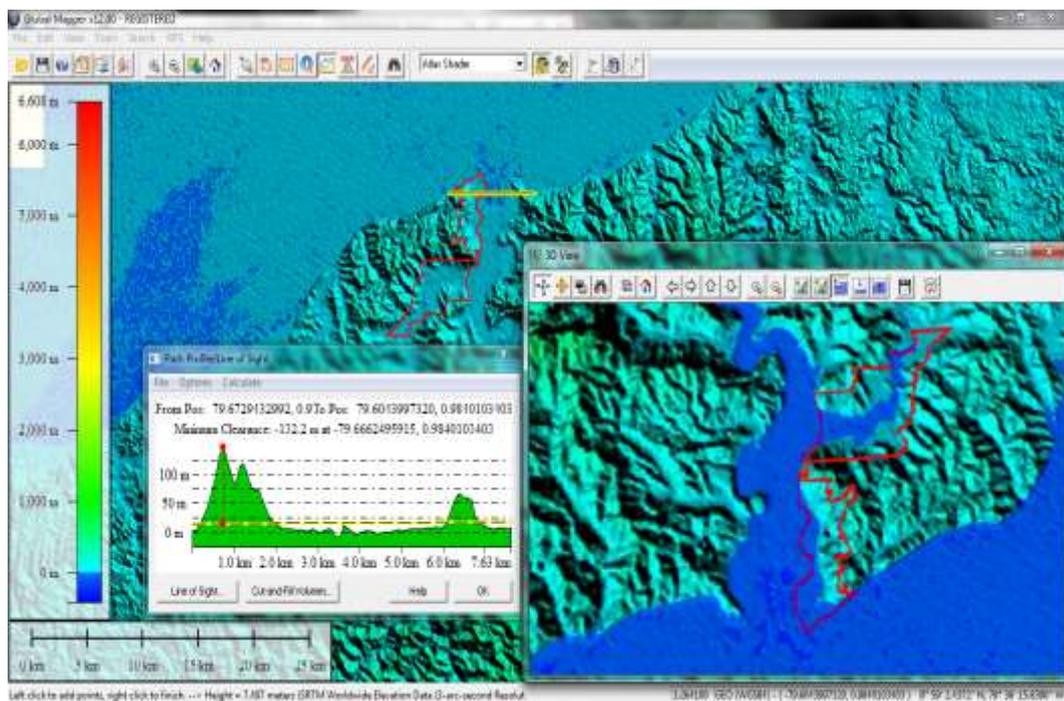


Gráfico 27. Modelo de inundación aplicado en Global Mapper 12.0.

En el gráfico 27 se indica el perfil de elevación en la desembocadura del río Esmeraldas con la sobre posición de la altura de 10 msnm, siendo el indicador de eventos tsunamigénicos como es la reseña histórica de 1906 (ver mapa 15). En el gráfico anterior se estima el área del límite urbano de ante dicho evento.

4.16 Evaluación de riesgos ambientales y vulnerabilidades mediante la matriz de modos y niveles de daño de elementos expuestos. Adaptada de Leone (1996)

El resultado de la calificación en la matriz adaptada de Leone (1996), para la exposición a riesgos ambientales y vulnerabilidad de los elementos esenciales, se muestra en el cuadro 35; mediante la matriz se evaluaron los elementos esenciales que se encuentran afectados por la exposición a diferentes efectos de riesgos ambientales como es el caso de los riesgos por inundaciones, tsunamis, sísmico y deslizamientos. (Ver anexo 21.)

Los resultados generados en la metodología del PNUD, para evaluar los elementos esenciales se sobrepusieron a la matriz de evaluación adaptada de Leone, para generalizar las vulnerabilidades y los riesgos de cada elemento esencial.

Cuadro 35. Evaluación de vulnerabilidades y riesgos, mediante la matriz de modos y niveles de daño de elementos expuestos. Adaptada de Leone (1996)

Área (Elemento Expuesto)	Nombre del Elemento	Tipo de riesgo ambiental y vulnerabilidades (niveles)
Educación	Universidad Luis Vargas Torres	El EE se encuentra en un nivel de exposición media ante riesgos ambientales y su vulnerabilidad es alta en TN y alta en TC.
	Pontificia Universidad Católica del Ecuador (PUCESE).	El EE se encuentra en un nivel de exposición media ante riesgos ambientales y su vulnerabilidad es media en TN y media en TC.
	Normal Superior Luis Vargas Torres.	El EE se encuentra en un nivel de exposición media ante riesgos ambientales y su vulnerabilidad es alta en TN y alta en TC.
	Unidad Educativa Nuevo Ecuador	El EE se encuentra en un nivel de exposición media ante riesgos ambientales y su vulnerabilidad es media en TN y media en TC.
	Col. Margarita Cortez	El EE se encuentra en un nivel de exposición alta ante riesgos ambientales y su vulnerabilidad es media en TN y media en TC.
	Col. Sagrado Corazón	El EE se encuentra en un nivel de exposición alta ante riesgos ambientales y su vulnerabilidad es alta en TN y alta en TC.
	Instituto Tecnológico Eloy Alfaro	El EE se encuentra en un nivel de exposición media ante riesgos ambientales y su vulnerabilidad es media en TN y media en TC.
	Instituto técnico superior 5 de Agosto	El EE se encuentra en un nivel de exposición alta ante riesgos ambientales y su vulnerabilidad es alta en TN y alta en TC.
	Unidad Educativa La Inmaculada	El EE se encuentra en un nivel de exposición alta ante riesgos ambientales y su vulnerabilidad es media en TN y media en TC.
	Unidad Educativa María Auxiliadora	El EE se encuentra en un nivel de exposición media ante riesgos ambientales y su vulnerabilidad es alta en TN y alta en TC.
Salud	Hospital Delfina Torres	El EE se encuentra en un nivel de exposición alta ante riesgos ambientales y su vulnerabilidad es alta en TN y alta en TC.
	IESS	El EE se encuentra en un nivel de exposición alta ante riesgos ambientales y su vulnerabilidad es alta en TN y alta en TC.

	Hospital de la Armada	El EE se encuentra en un nivel de exposición alta ante riesgos ambientales y su vulnerabilidad es alta en TN y alta en TC.
	Cruz Roja	El EE se encuentra en un nivel de exposición media ante riesgos ambientales y su vulnerabilidad es baja en TN y baja en TC.
	Subcentro de salud en las parroquias rurales	El EE se encuentra en un nivel de exposición alta ante riesgos ambientales y su vulnerabilidad es media en TN y media en TC.
	Seguro Social Campesino	El EE se encuentra en un nivel de exposición media ante riesgos ambientales y su vulnerabilidad es alta en TN y alta en TC.
	Dirección Provincial, AREA DE SALUD 1	El EE se encuentra en un nivel de exposición alta ante riesgos ambientales y su vulnerabilidad es alta en TN y alta en TC.
	Centro de Salud Santas Vainas	El EE se encuentra en un nivel de exposición media ante riesgos ambientales y su vulnerabilidad es alta en TN y alta en TC.
	Área de Salud N2	El EE se encuentra en un nivel de exposición alta ante riesgos ambientales y su vulnerabilidad es alta en TN y alta en TC.
	Subcentro de salud El Arenal	El EE se encuentra en un nivel de exposición muy alta ante riesgos ambientales y su vulnerabilidad es alta en TN y alta en TC.
	Subcentro de salud La Tolita	El EE se encuentra en un nivel de exposición media ante riesgos ambientales y su vulnerabilidad es alta en TN y alta en TC.
	Subcentro de salud San Rafael	El EE se encuentra en un nivel de exposición alta ante riesgos ambientales y su vulnerabilidad es alta en TN y alta en TC.
Recreación	Estadio Folke Anderson	El EE se encuentra en un nivel de exposición media ante riesgos ambientales y su vulnerabilidad es alta en TN y alta en TC.
	Coliseo Nubia Vallases	El EE se encuentra en un nivel de exposición media ante riesgos ambientales y su vulnerabilidad es baja en TN y alta en TC.
	Parque Central, 20 de Marzo	El EE se encuentra en un nivel de exposición alta ante riesgos ambientales y su vulnerabilidad es baja en TN y alta en TC.
	Parque las Palmas	El EE se encuentra en un nivel de exposición media ante riesgos ambientales y su vulnerabilidad es alta en TN y alta en TC.
	Parque infantil	El EE se encuentra en un nivel de exposición alta ante riesgos ambientales y su vulnerabilidad es alta en TN y alta en TC.
Patrimonial	Casa de la Cultura	El EE se encuentra en un nivel de exposición alta ante riesgos ambientales y su vulnerabilidad es baja en TN y baja en TC.
	Biblioteca Municipal Adalberto Ortiz	El EE se encuentra en un nivel de exposición media ante riesgos ambientales y su vulnerabilidad es media en TN y media en TC.
Equipamientos	Cementerio Cantonal	El EE se encuentra en un nivel de exposición media ante riesgos ambientales y su vulnerabilidad es media en TN y media en TC.
	Cementerio Jardines de la Paz.	El EE se encuentra en un nivel de exposición media ante riesgos ambientales y su vulnerabilidad es media en TN y media en TC.
Abastecimiento de agua	Planta de captación de agua EAPA	El EE se encuentra en un nivel de exposición media ante riesgos ambientales y su vulnerabilidad es alta en TN y alta en TC.
	Tanque de tratamiento de agua	El EE se encuentra en un nivel de exposición media ante riesgos ambientales y su vulnerabilidad es alta en TN y alta en TC.
	Sistema de distribución de agua	El EE se encuentra en un nivel de exposición media ante riesgos ambientales y su vulnerabilidad es alta en TN y alta en TC.
Abastecimiento de alimentos	Mercado de productos alimenticios	El EE se encuentra en un nivel de exposición media ante riesgos ambientales y su vulnerabilidad es media en TN y media en TC.
	Centro comercial	El EE se encuentra en un nivel de exposición media ante riesgos ambientales y su vulnerabilidad es media en TN y media en TC.
	Centro de acopio de mariscos	El EE se encuentra en un nivel de exposición muy alta ante riesgos ambientales y su vulnerabilidad es baja en TN y baja en TC.

	Puerto marítimo	El EE se encuentra en un nivel de exposición muy alta ante riesgos ambientales y su vulnerabilidad es media en TN y media en TC.
	Gran AKI	El EE se encuentra en un nivel de exposición alta ante riesgos ambientales y su vulnerabilidad es media en TN y media en TC.
	Matadero	El EE se encuentra en un nivel de exposición alta ante riesgos ambientales y su vulnerabilidad es media en TN y media en TC.
Abastecimiento de electricidad	Regional Termo Esmeraldas	El EE se encuentra en un nivel de exposición muy alta ante riesgos ambientales y su vulnerabilidad es alta en TN y alta en TC.
	CNEL (red de distribución)	El EE se encuentra en un nivel de exposición muy alta ante riesgos ambientales y su vulnerabilidad es alta en TN y alta en TC.
Abastecimiento de combustibles	Refinería Esmeraldas	El EE se encuentra en un nivel de exposición alta ante riesgos ambientales y su vulnerabilidad es alta en TN y alta en TC.
	Tubería de la refinería Esmeraldas (SOTE-OCP)	El EE se encuentra en un nivel de exposición alta ante riesgos ambientales y su vulnerabilidad es alta en TN y alta en TC.
	Gasolinera de Petrocomercial	El EE se encuentra en un nivel de exposición media ante riesgos ambientales y su vulnerabilidad es alta en TN y alta en TC.
Conectividad/trasporte	Puerto Marítimo	El EE se encuentra en un nivel de exposición muy alta ante riesgos ambientales y su vulnerabilidad es alta en TN y alta en TC.
	Aeropuerto	El EE se encuentra en un nivel de exposición alta ante riesgos ambientales y su vulnerabilidad es media en TN y media en TC.
	Terminal Terrestre	El EE se encuentra en un nivel de exposición alta ante riesgos ambientales y su vulnerabilidad es media en TN y media en TC.
	Vía Esmeraldas –San Mateo-Borbón – San Lorenzo – Ibarra.	El EE se encuentra en un nivel de exposición muy alta ante riesgos ambientales y su vulnerabilidad es alta en TN y alta en TC.
	Vía Esmeraldas Muisne –San José de Chamanga- Pedernales	El EE se encuentra en un nivel de exposición muy alta ante riesgos ambientales y su vulnerabilidad es alta en TN y alta en TC.
	Vía Esmeraldas La Independencia – Los Bancos Quito.	El EE se encuentra en un nivel de exposición muy alta ante riesgos ambientales y su vulnerabilidad es alta en TN y alta en TC.
	Vía Esmeraldas –La Concordia – Santo Domingo de los Colorados	El EE se encuentra en un nivel de exposición muy alta ante riesgos ambientales y su vulnerabilidad es alta en TN y alta en TC.
Comunicación	Corporación Nacional de Telecomunicaciones	El EE se encuentra en un nivel de exposición muy alta ante riesgos ambientales y su vulnerabilidad es alta en TN y alta en TC.
Administración	Municipio	El EE se encuentra en un nivel de exposición media ante riesgos ambientales y su vulnerabilidad es alta en TN y alta en TC.
	COE - SNGR	El EE se encuentra en un nivel de exposición baja ante riesgos ambientales y su vulnerabilidad es alta en TN y alta en TC.
	Consejo Provincial	El EE se encuentra en un nivel de exposición media ante riesgos ambientales y su vulnerabilidad es media en TN y media en TC.
	Autoridad portuaria.	El EE se encuentra en un nivel de exposición muy alta ante riesgos ambientales y su vulnerabilidad es media en TN y media en TC.
	Capitanía de puerto	El EE se encuentra en un nivel de exposición muy alta ante riesgos ambientales y su vulnerabilidad es media en TN y media en TC.

Seguridad y organismos de control	Registro Civil	El EE se encuentra en un nivel de exposición baja ante riesgos ambientales y su vulnerabilidad es media en TN y media en TC.
	Cuartel de Bomberos	El EE se encuentra en un nivel de exposición media ante riesgos ambientales y su vulnerabilidad es media en TN y media en TC.
	Cuartel de Policía	El EE se encuentra en un nivel de exposición baja ante riesgos ambientales y su vulnerabilidad es media en TN y media en TC.
	Armada del Ecuador	El EE se encuentra en un nivel de exposición alta ante riesgos ambientales y su vulnerabilidad es media en TN y alta en TC.

En resumen, los elementos esenciales que se encuentran expuestos a riesgos ambientales, en diferentes niveles que son: 20,96% en un nivel de riesgo muy alto, el 33,87% en un nivel de riesgo alto, el 40.32% se ubican en un nivel de riesgo medio y el 4,83% se hallan en un nivel de riesgo bajo.

CAPÍTULO V

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- ❖ Se levantó información de elementos esenciales georreferenciados por parte del GAD municipal para las matrices de vulnerabilidades de elementos esenciales y riesgos ambientales; se generó información shapefile en formato compatible para Geodatabase a escala 1:50.000 y a escala 1:100.000 con información temática para cada mapa descrito en la metodología.
- ❖ Se aplicó la metodología propuesta por el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo, la metodología de la Secretaria Nacional de Gestión de Riesgos y metodologías propias del autor para la zonificación de riesgos y evaluación de vulnerabilidades.; y se generaron mapas de riesgos ambientales tales como inundaciones, sísmico, tsunamis y deslizamientos de tierra.
- ❖ Durante el estudio realizado se concluye que el desarrollo, crecimiento, mejoramiento e incluso el desarrollo urbano, sea en áreas de consolidación, desarrollo o para expansión urbana ha modificado el uso del suelo de tal manera que influyen en la pérdida de vegetación. Bajo esta condición la ciudad crece hacia el Sur- Oeste a través de la oferta de suelo.

- ❖ La ocupación del suelo con los elementos físicos (elementos esenciales o estructurales), son producto del resultado del ritmo e inestabilidad de la ocupación y distribución del suelo.
- ❖ Referente a la metodología de vulnerabilidades dentro del límite urbano, se obtuvo que el 54,83% se encuentran en una vulnerabilidad alta, el 37,09% se considera en vulnerabilidad media y el 8,06% de los elementos pertenecen a una vulnerabilidad baja, respecto a los elementos esenciales en tiempo normal, mientras que los elementos esenciales en tiempo de crisis, según la matriz aplicada muestra que el 59,68% se encuentran en vulnerabilidad alta, el 35,48 en vulnerabilidad media y el 4,84% se hallan en vulnerabilidad baja.
- ❖ Debido a que la concentración de los elementos esenciales está situada en el centro de la ciudad, hace que su cobertura y funcionalidad se encuentren altamente vulnerables, lo que influye a que si un evento de origen ambiental afecta algún elemento esencial, dicho elemento afectado puede causar gran impacto en el desarrollo de la sociedad; los elementos esenciales que se encuentran expuestos a riesgos ambientales, en diferentes niveles que son: 20,96% en un nivel de riesgo muy alto, el 33,87% en un nivel de riesgo alto, el 40,32% se ubican en un nivel de riesgo medio y el 4,83% se hallan en un nivel de riesgo bajo.
- ❖ La modificación o cambio de la cobertura vegetal se encuentra dada por el análisis multitemporal de la cobertura vegetal de 1982, 1890, 2010, información de ecosistemas y la estimación de deforestación histórica del 2008, donde, el mal uso de la cobertura vegetal que se ha generado con el pasar de los años, en especial en el área que se considera urbana actualmente ha originado que la población realice asentamientos en zonas de riesgo ambiental y debido a la misma situación de asentamientos de la población, los elementos esenciales para el desarrollo de Esmeraldas se encuentran concentrados únicamente en la zona central de la ciudad generalmente.
- ❖ Respecto al límite urbano, el 63.42% del territorio se encuentra en riesgo bajo ante deslizamientos, el 51.48% en riesgo medio ante inundaciones y el 51.48% en riesgo medio ante eventos Tsunamigénicos; respecto al cantón, el 39.34% del territorio se encuentra en riesgo bajo ante deslizamientos, el 53.32% en riesgo bajo ante eventos Tsunamigénicos.

5.2 RECOMENDACIONES

- ❖ Es recomendable que el presente documento sea de ayuda para la gestión de riesgos en el cantón Esmeraldas, debido a que proporciona información de riesgos ambientales y vulnerabilidades de elementos esenciales.
- ❖ Uno de los mayores inconvenientes que se encontró en la realización del presente trabajo es la falta de información del área de estudio, como es el caso de información de vulnerabilidades de elementos que promueven el desarrollo local.
- ❖ Es recomendable que el departamento de avalúos y catastros y gestión ambiental realice estudios previos a la construcción de estructuras físicas, así como también una correcta planificación al momento de zonificar áreas de consolidación u expansión urbana y zonas de desarrollo, debido a que estos factores influyen directamente en las vulnerabilidades de los elementos esenciales y riesgos ambientales.
- ❖ Se recomienda también la implementación de obras por parte del Gad municipal y la prefectura provincial destinadas al control de inundaciones, ya que en época lluviosa servirían para mitigar los riesgos por inundaciones y dar seguimiento a la metodología aplica y a la actualización de la misma.
- ❖ La evaluación de elementos esenciales es necesario incluir en los Planes de Desarrollo y Ordenamiento Territorial, para que sea Es recomendable que el presente documento sea de ayuda para la gestión de riesgos en el cantón Esmeraldas, debido a que proporciona información de riesgos ambientales y vulnerabilidades de elementos esenciales.
- ❖ Es recomendable que el presente documento sea de ayuda para la gestión de riesgos en el cantón Esmeraldas, debido a que proporciona información de riesgos ambientales y vulnerabilidades de elementos esenciales.

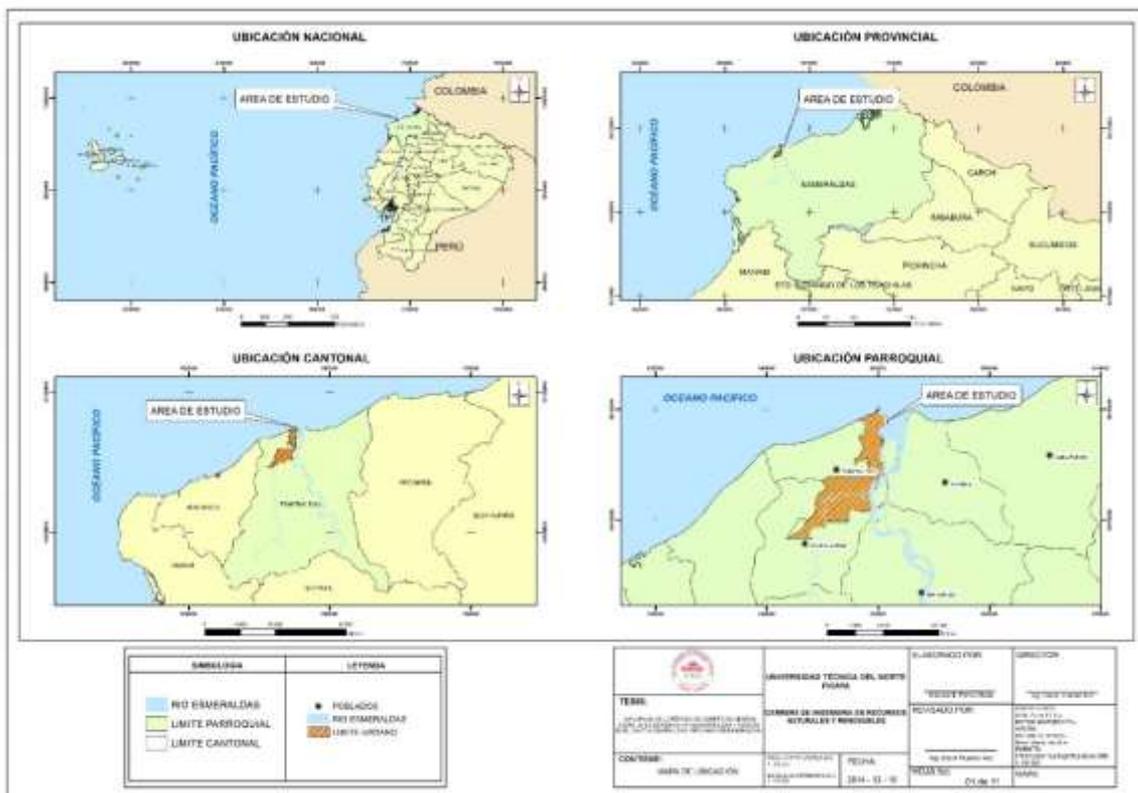
5.3 BIBLIOGRAFÍA CITADA

- Alonso, L. (2012). *Pérdida de cobertura vegetal como efecto de la urbanización en Chutumal, Quintana Roo*. México.
- Alonzo, L. (2010). <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=40115676001>. QUIVERA.
- Beltrán, G. (2006). Informe sobre identificación y mapeo de riesgos naturales.
- Cañadas, L. (1983). *El mapa bioclimático y ecológico del Ecuador*. Quito, Ecuador.
- D'Ercole, R., & Pascale, M. (2004). *La vulnerabilidad del distrito metropolitano de Quito*. Quito, Ecuador: Ekseption.
- D'Ercole, M. y. (2004). Lugares esenciales del distrito metropolitano de Quito.
- Descentralizados, M. d. (2011). *Código orgánico de organización territorial, autonomía y descentralización*. Quito, ECUADOR: VyM Gráficas.
- ESPE. (1996). *Sin plazo para la esperanza, Reporte sobre el desastre de la Josefina-Ecuador 1993*. Quito, Ecuador.
- GAD-E. (2012). Estrategia de gestión de riesgos y desastres, cantón Esmeraldas.
- GAD-E. (2012). Plan de desarrollo y ordenamiento territorial. En GAD-E.
- Gonzáles. (1992). *Evaluación de riesgos por fenómenos de remoción en masa*.
- Gonzáles, M. (1991). *La ecuación universal de pérdida de suelo. Pasado, Presente y Futuro*. Incona, Madrid.
- IGEPN. (s.f.). <http://www.igepn.edu.ec/>.
- IGM. (s.f.). *Catálogo de objetos de cartografía base, Versión 4*. Quito, ECUADOR.
- INEC. (2010). www.ecuadorencifras.com.
- INOCAR. (s.f.). <http://www.inocar.mil.ec/links.php?C=6&S=4&SbS=0&idC=4>.
- MAE. (2012). *Línea base de deforestación del Ecuador continental*. Quito, Ecuador.

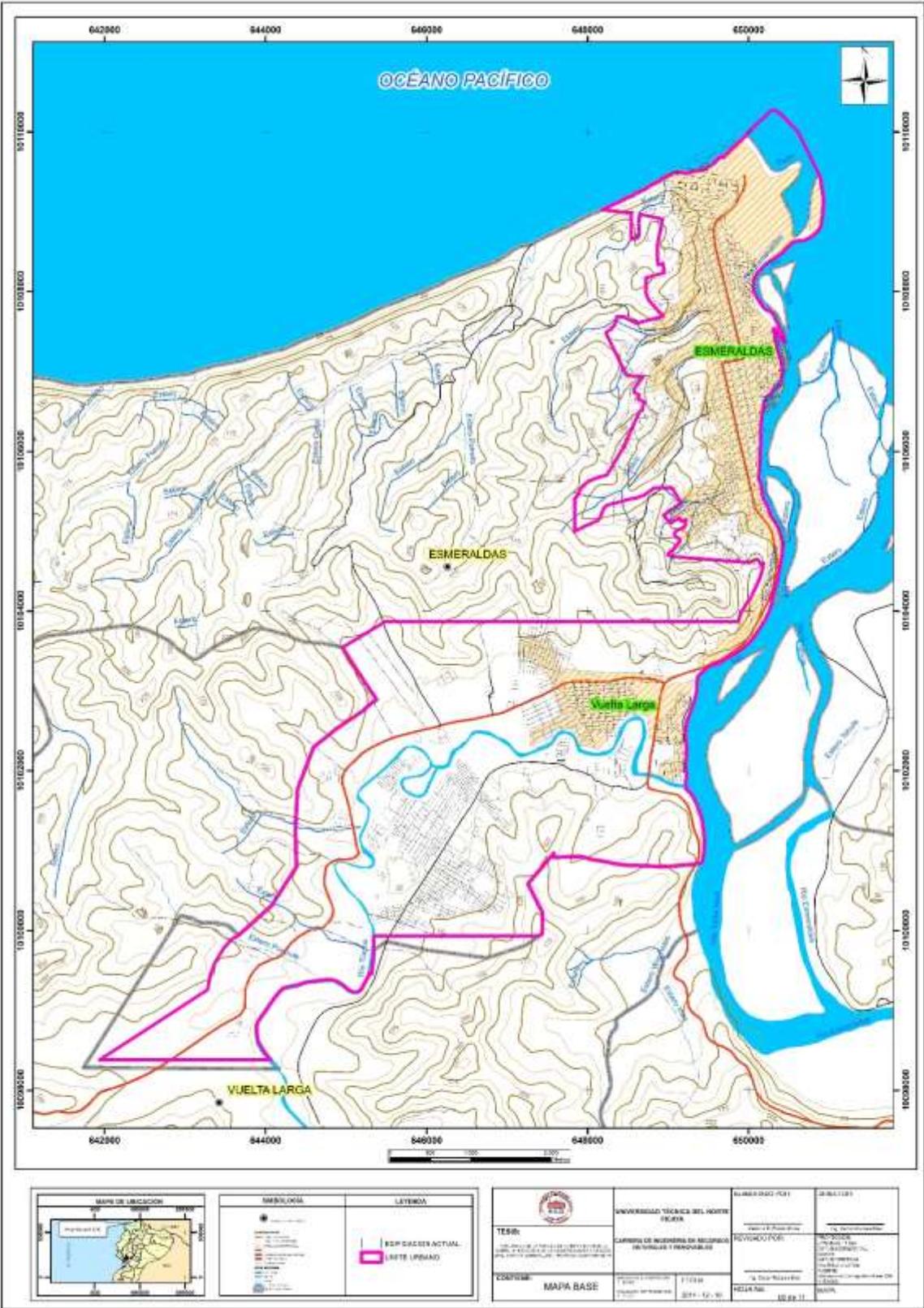
- Mahía, R. (2003). *Técnicas cuantitativas elementales de previsión univariante, (IV) Ajuste de tendencia.*
- Metzger y D'Ercole. (2004). *Lugares esenciales del distrito Metropolitano de Quito.*
- Mora. (1990). *Evaluación de riesgos por fenomenos de remoción en masa.*
- Moreno, A. (2006). *Sistemas y análisis de la información geográfica.* Madrid, España: RA-MA.
- Nel, L. (2010). *Metodología de la investigación.* Lima, Perú: Macro E.I.R.L.
- PDOT. (2012). Plan de desarrollo y ordenamiento territorial. En GAD-E. Esmeraldas, Ecuador.
- PNUD. (2012). *Guía de implementación, Análisis de Vulnerabilidades a Nivel Municipal.* Quito, ECUADOR: AH.
- PNUD. (2012). *Propuesta metodológica, Análisis de Vulnerabilidades a nivel Municipal.* Quito, Ecuador: AH.
- PNUD. (2013). *"Proyecto de análisis de vulnerabilidades a nivel municipal" Perfil territorial del cantón Esmeraldas.* Esmeraldas, Ecuador.
- SENPLADES. (2013). *Plan nacional del buen vivir 2013-2017.* Quito, Ecuador.
- SIISE, S. I. (2010). www.siise.gob.ec.
- SNGR. (2014). <http://www.gestionderiesgos.gob.ec/>.
- TSE. (2008). *Proyecto de la nueva constitución 2008.* Quito, Ecuador.
- UNDRO. (1979). *Evaluación de riesgos por fenomenos de remoción en masa.*
- UNDRO. (1991). *Evaluación de riesgos por fenomenos de remoción en masa.*
- Vargas, G. (1990). *Guía técnicas para la zonificación de la susceptibilidad y la amenaza por movimientos en masa.* Villavicencio, Colombia.

5.4 ANEXOS

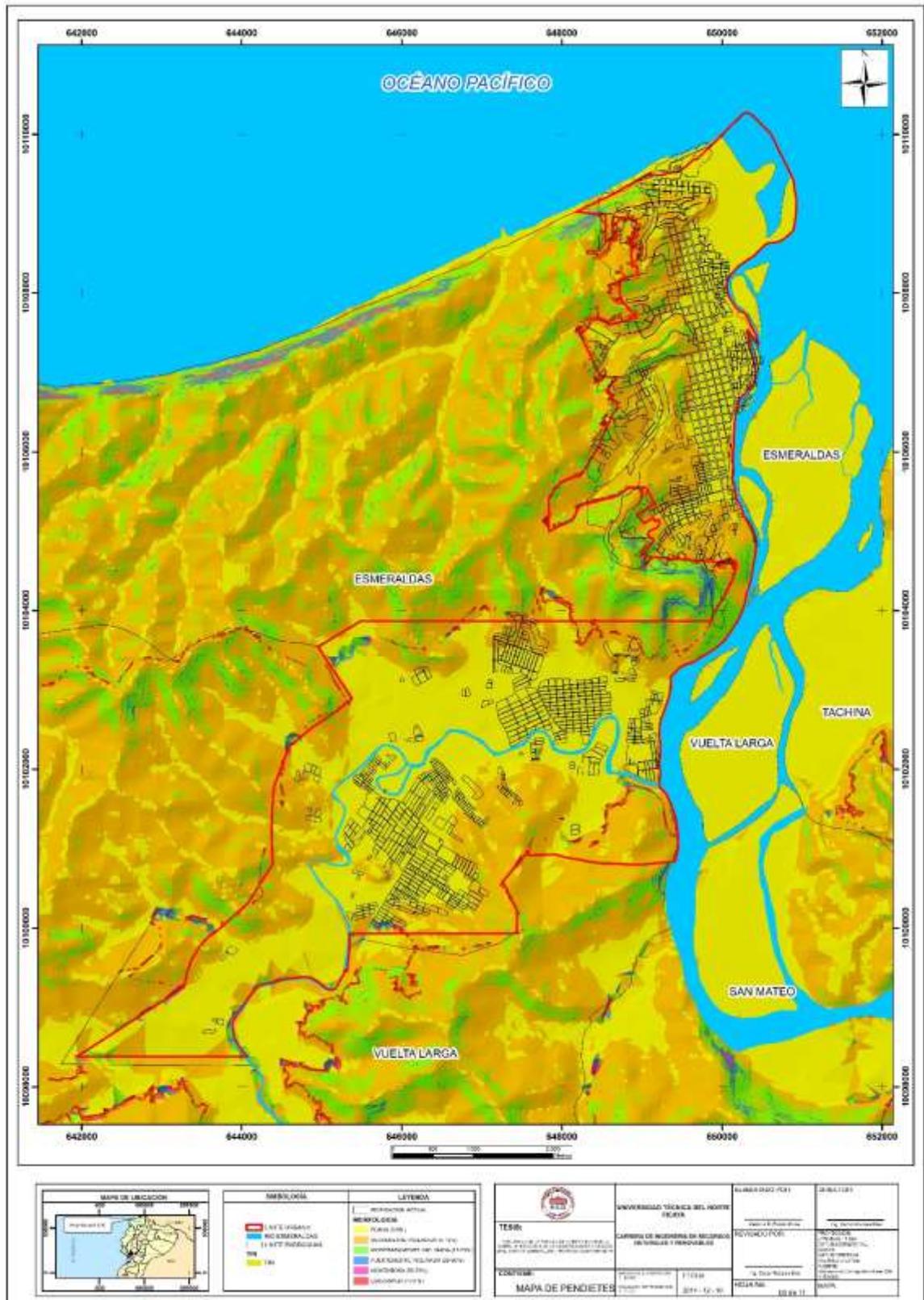
Anexo 1. Mapa de ubicación política administrativa de la ciudad de Esmeraldas.



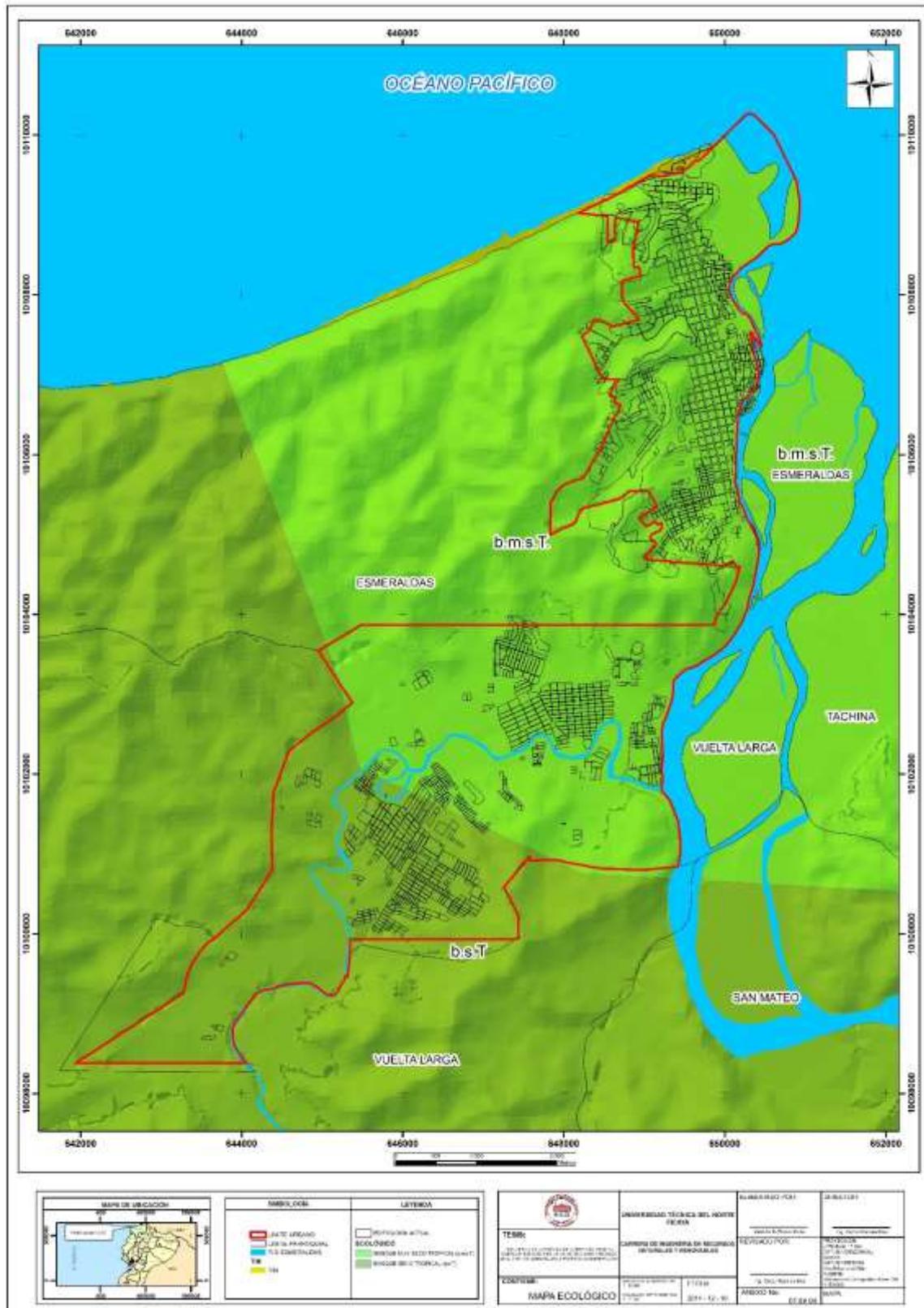
Anexo 2. Cartografía base de la ciudad de Esmeraldas.



Anexo 3. Mapa de Morfología de la ciudad de Esmeraldas.



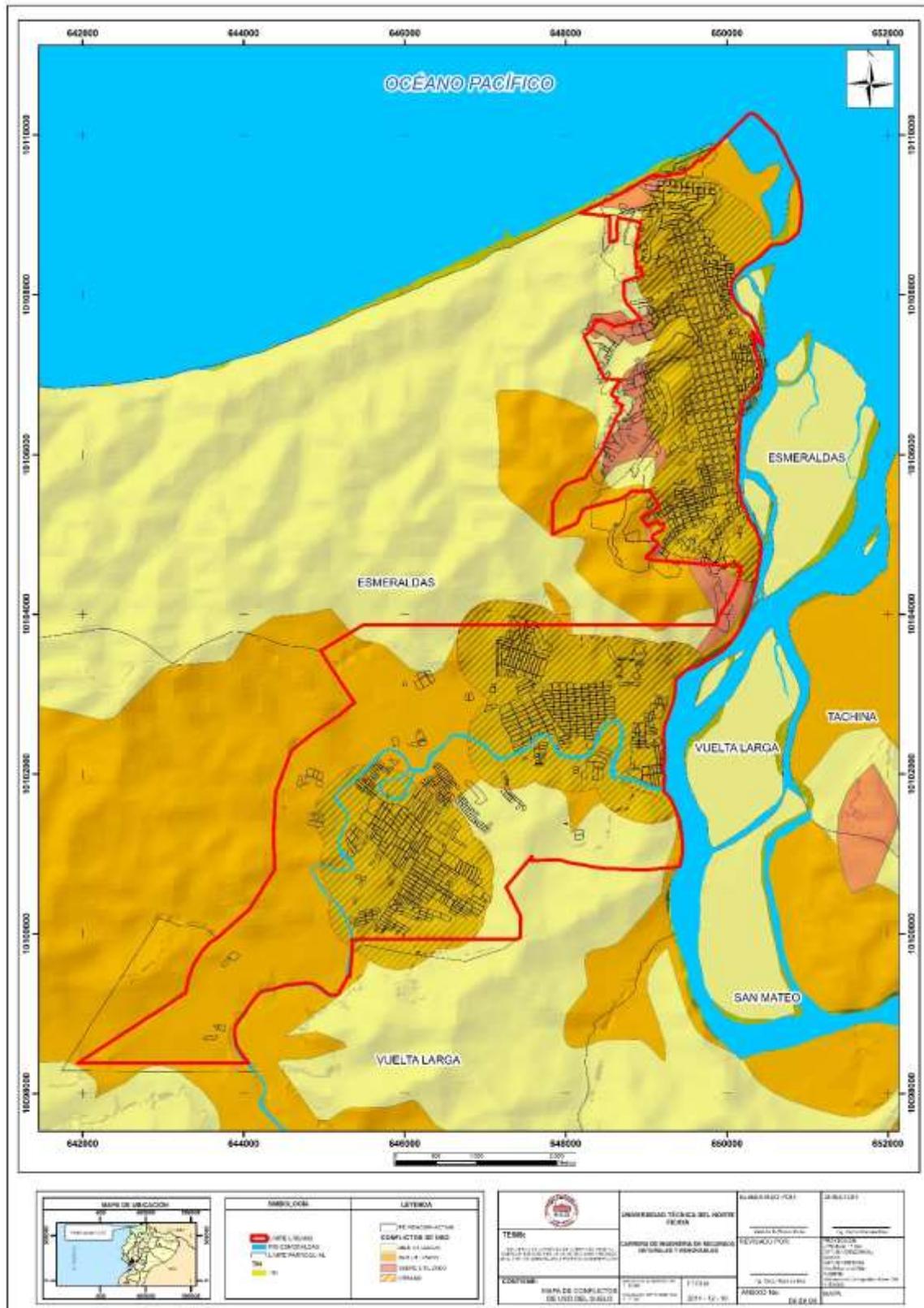
Anexo 4. Mapa de Ecológico de la ciudad de Esmeraldas.



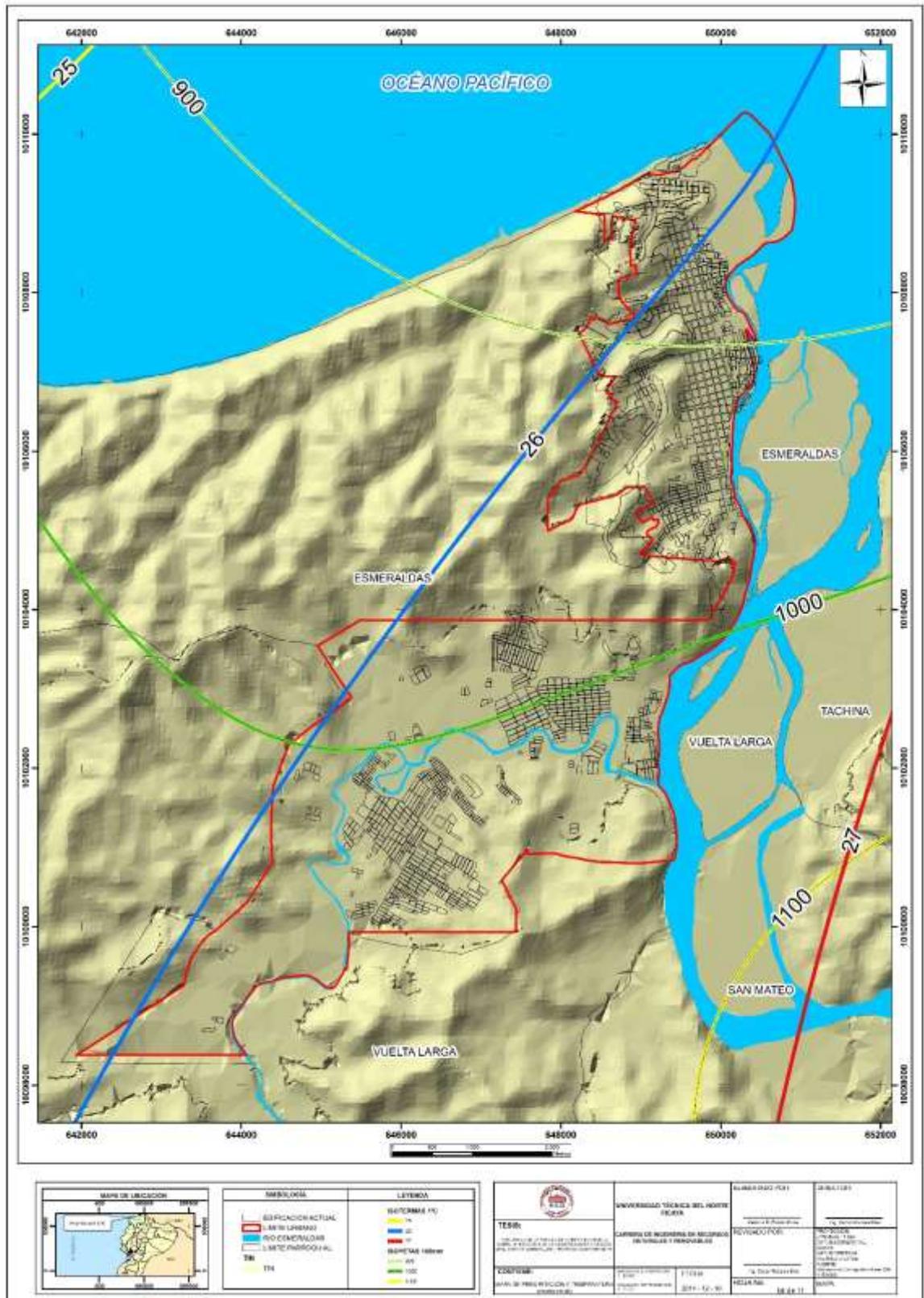
Anexo 5. Mapa de Uso potencial de la ciudad de Esmeraldas.



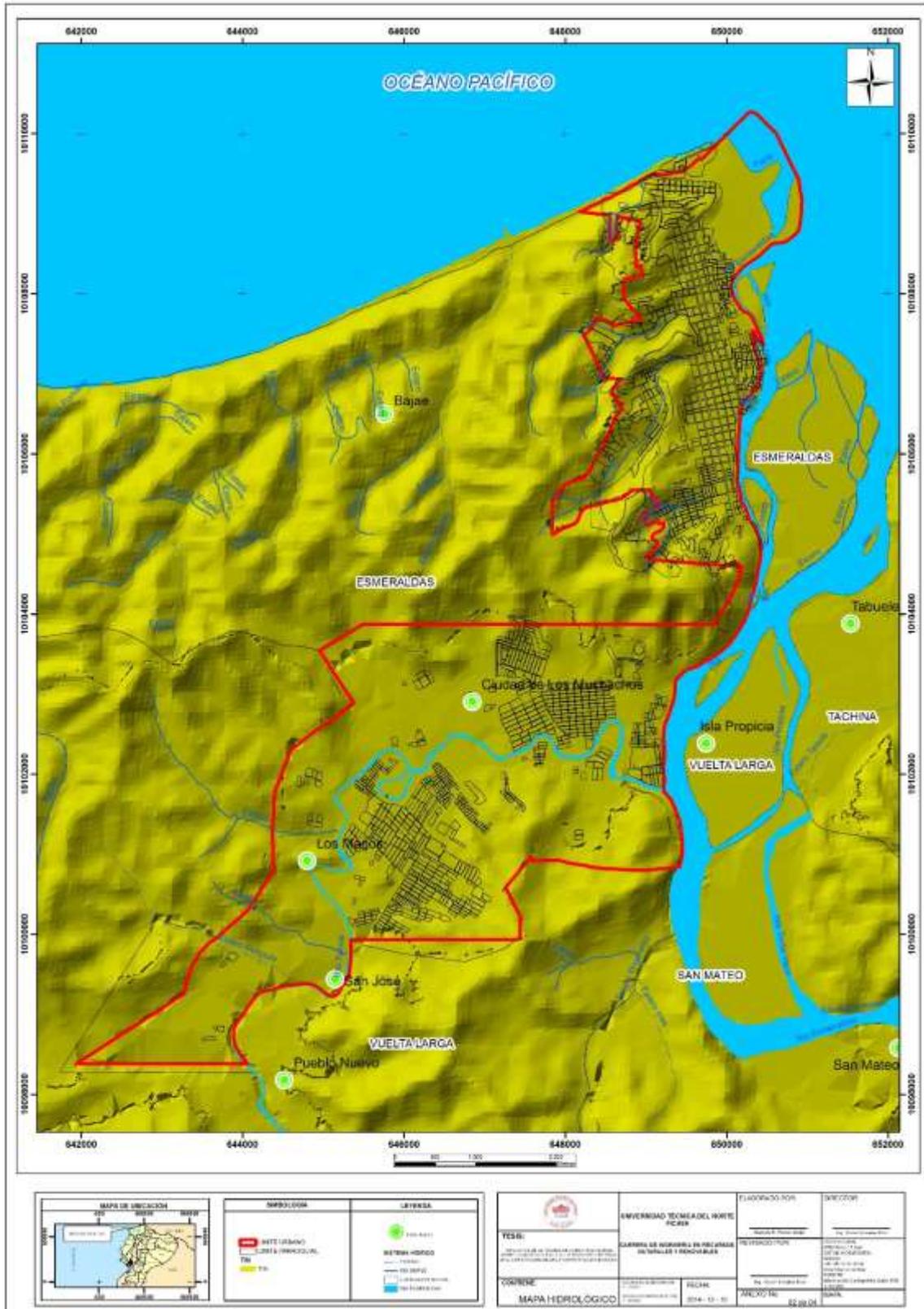
Anexo 6. Mapa de Conflictos de uso del suelo de la ciudad de Esmeraldas.



Anexo 7. Mapa de Isotermas e Isoyetas de la ciudad de Esmeraldas.



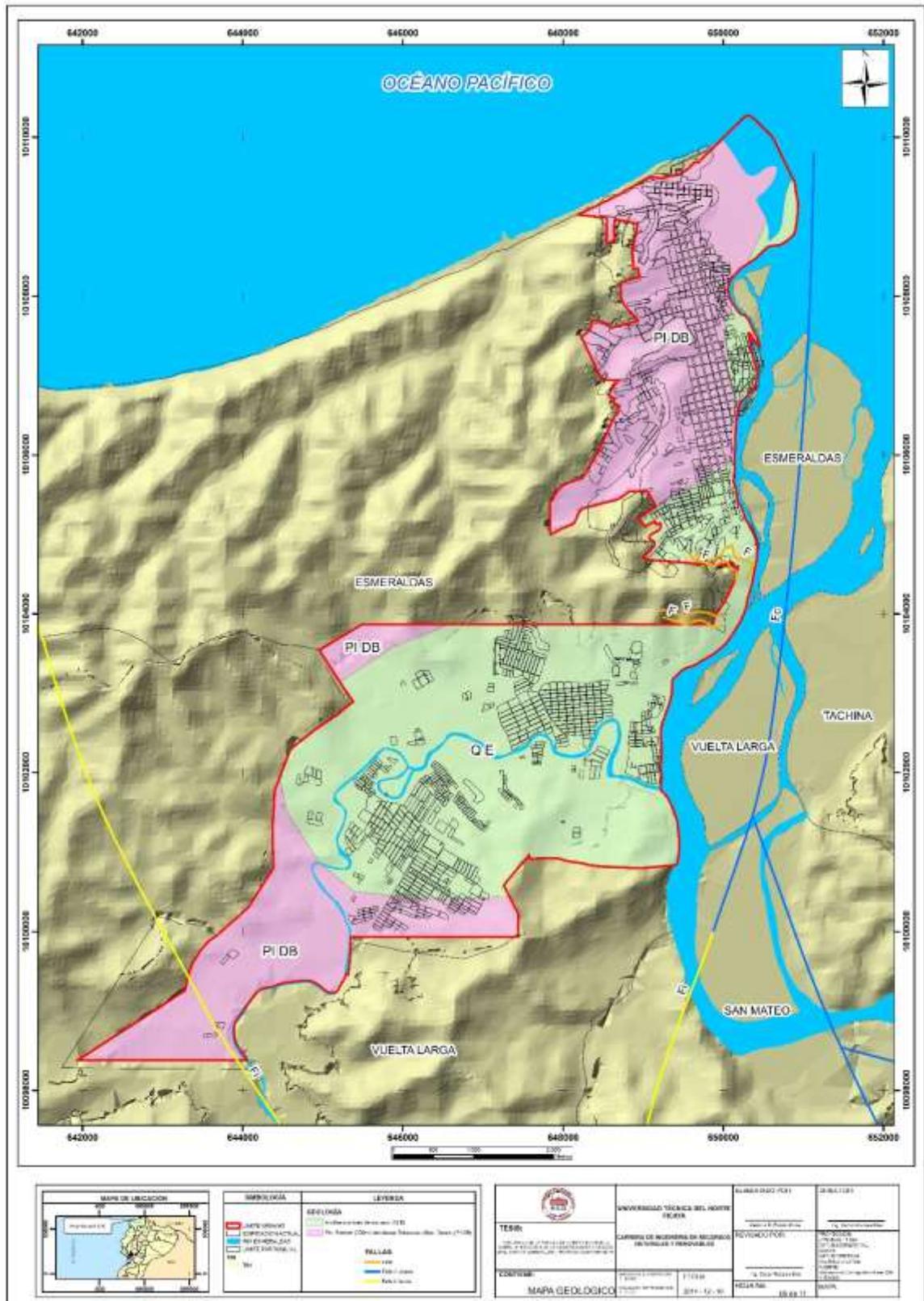
Anexo 8. Mapa hidrológico del cantón Esmeralda.



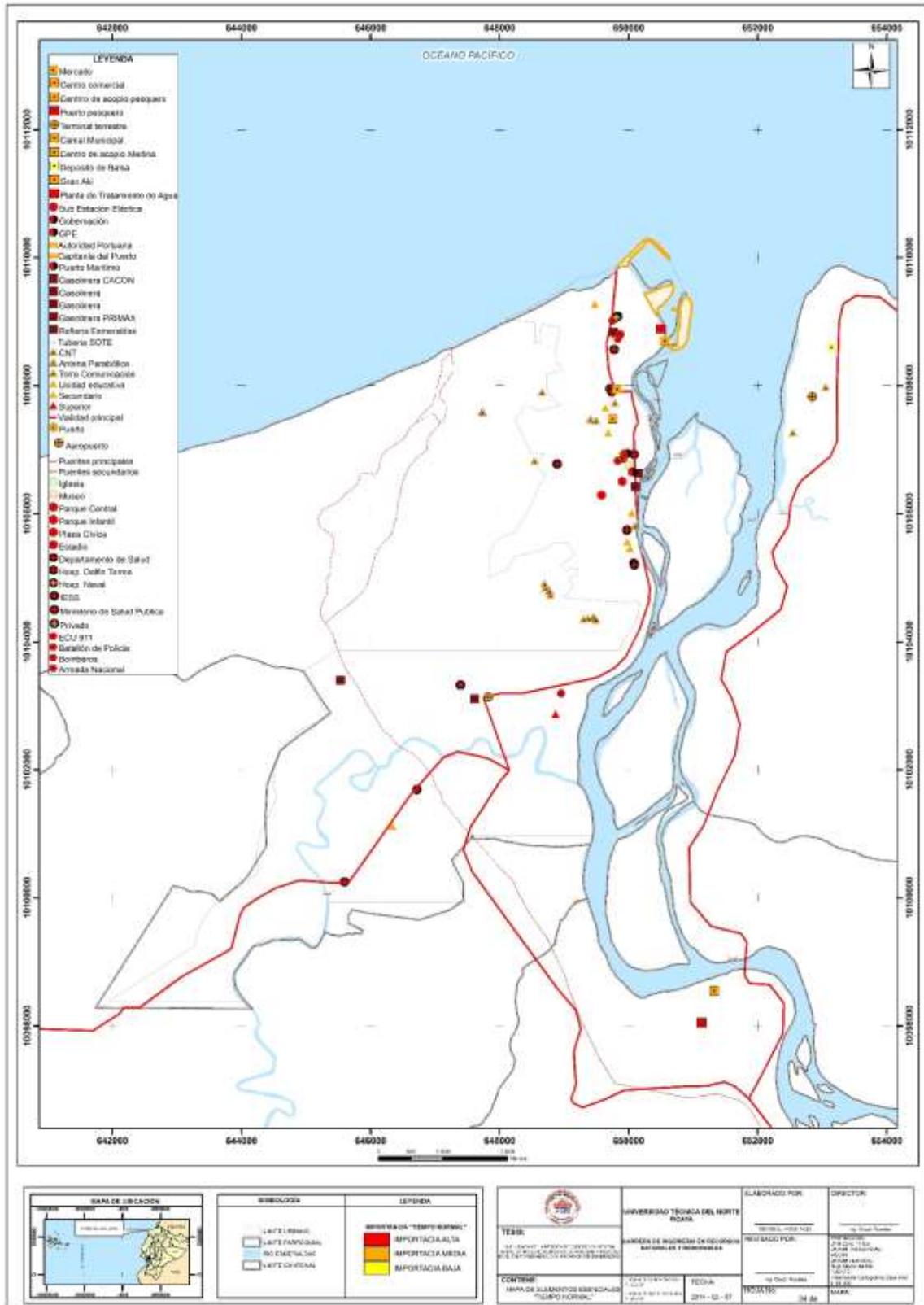
SIMBOLOGÍA		LEYENDA	
	FRONTERA CANTÓN		PUNTO AGUÍ
	CAÑAL (PERMANENTE)		RED VIAL
	TIERRA		RED HIDROGRÁFICA
	AGUA		RED DE DRENAJE

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE YES!	CARRERA DE INGENIERÍA EN INGENIERÍA EN AGUAS DE TALLERES Y FERRAMENTAS	ELABORADO POR	REVISADO POR
		Ing. Juan Carlos Rodríguez	Ing. Juan Carlos Rodríguez
COORDINADO POR Ing. Juan Carlos Rodríguez	FECHA 2014-12-01	APROBADO POR Ing. Juan Carlos Rodríguez	FECHA 2014-12-01
MAPA HIDROLÓGICO		ESCALA 1:50,000	NÚMERO 02/09/01

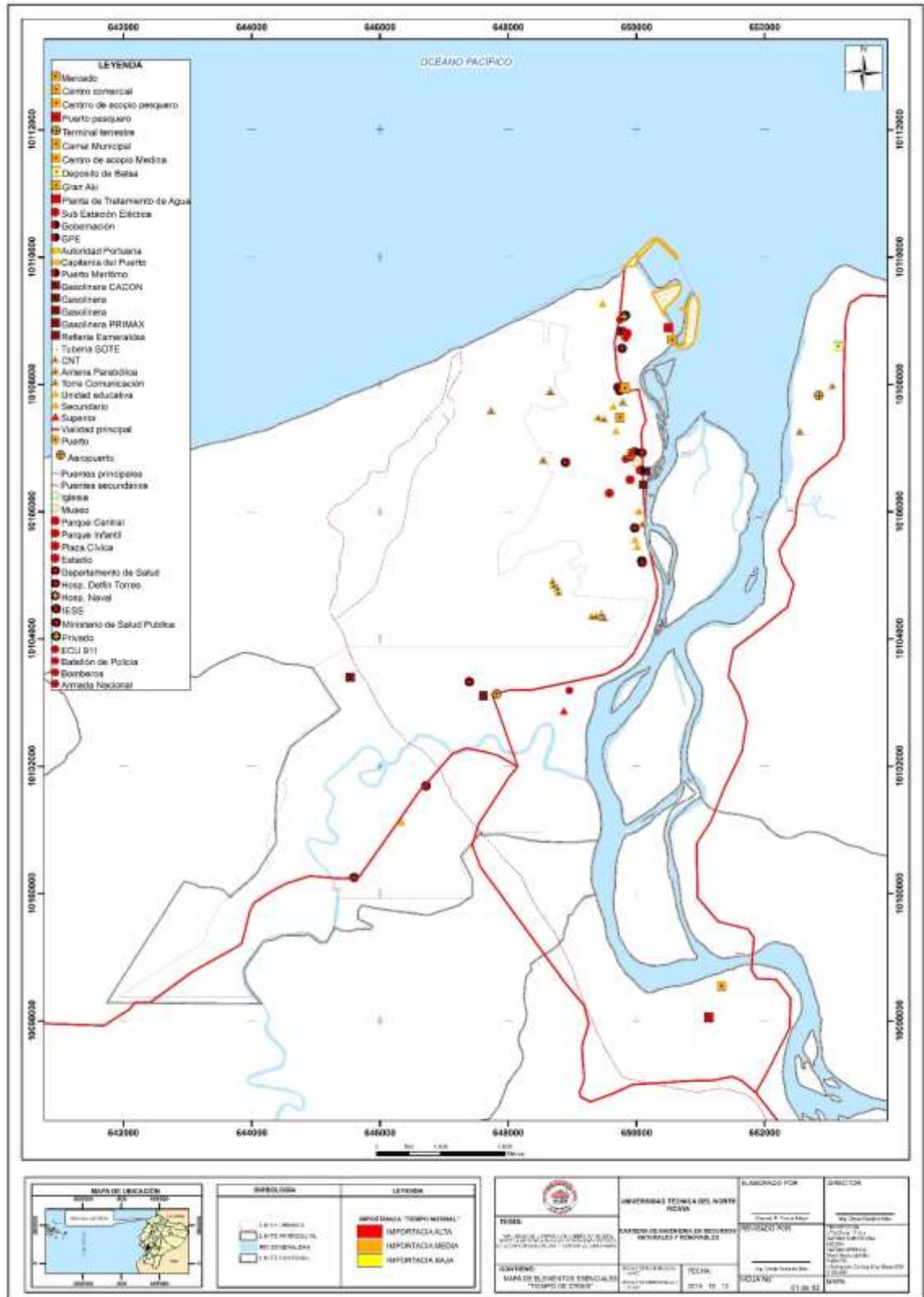
Anexo 9. Mapa Geológico de la ciudad de Esmeraldas.



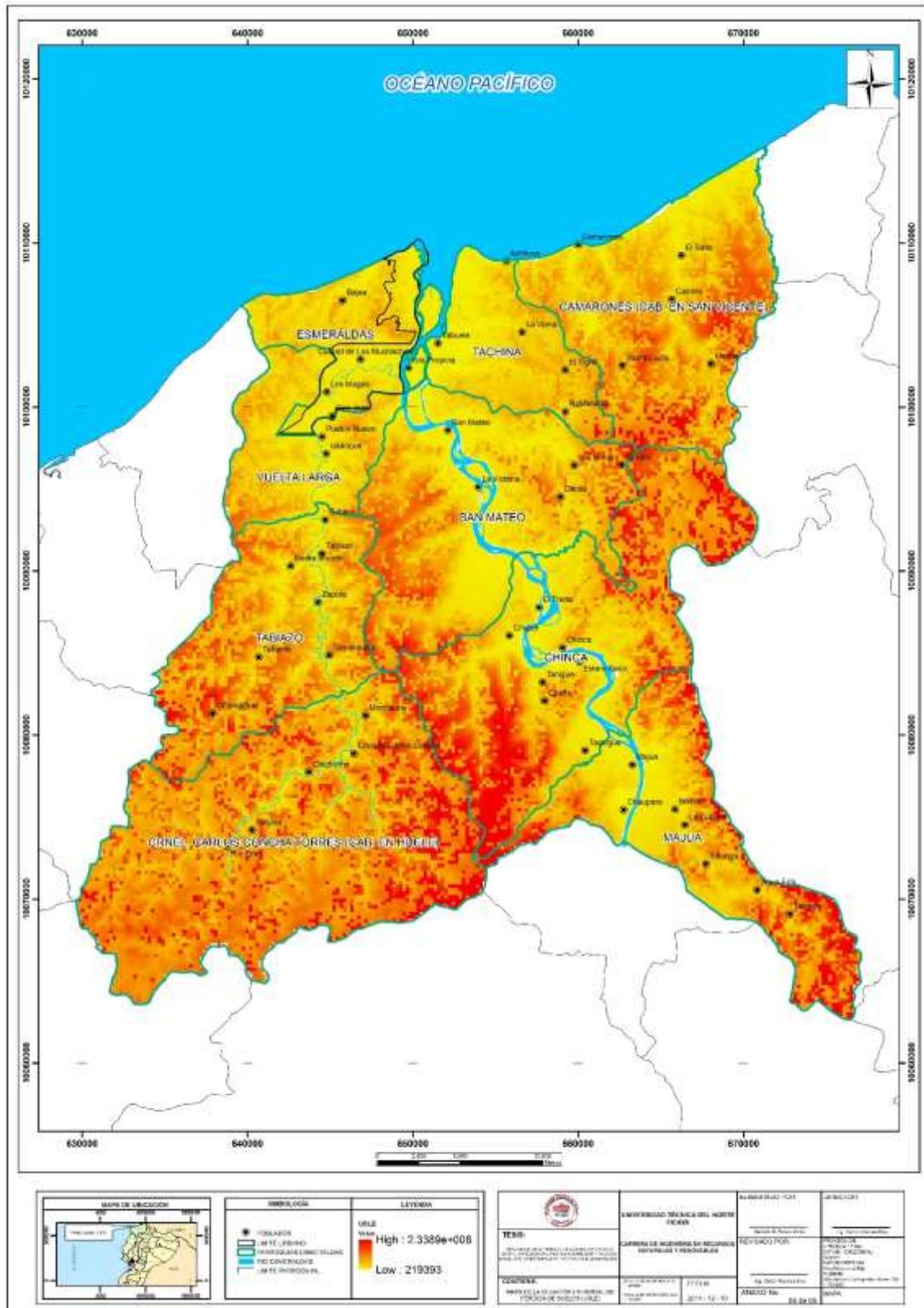
Anexo 10. Mapa de elementos esenciales en tiempo normal de la ciudad de Esmeraldas.



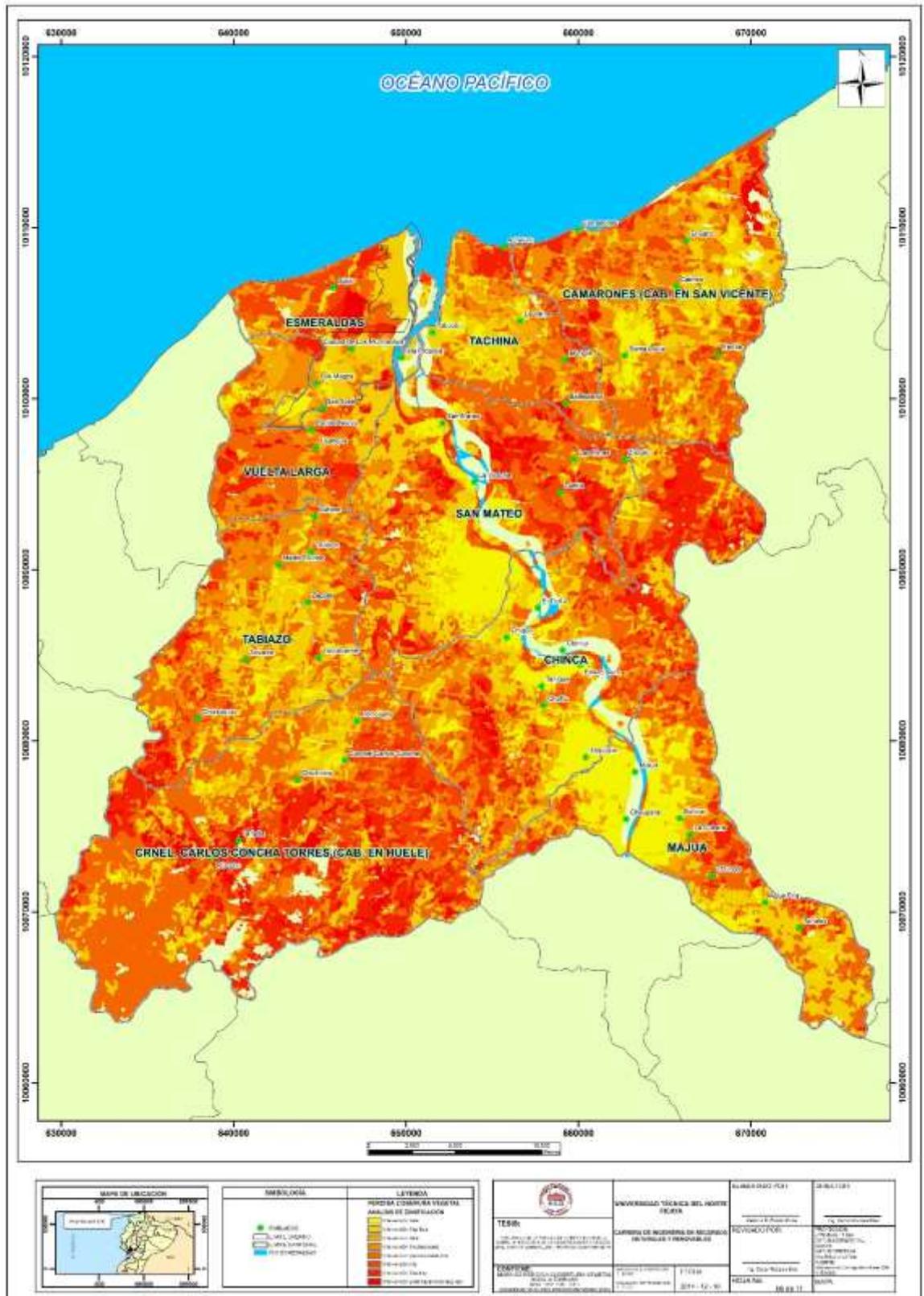
Anexo 11. Mapa de elementos esenciales en tiempo de crisis de la ciudad de Esmeraldas.



Anexo 12. Mapa de ICP



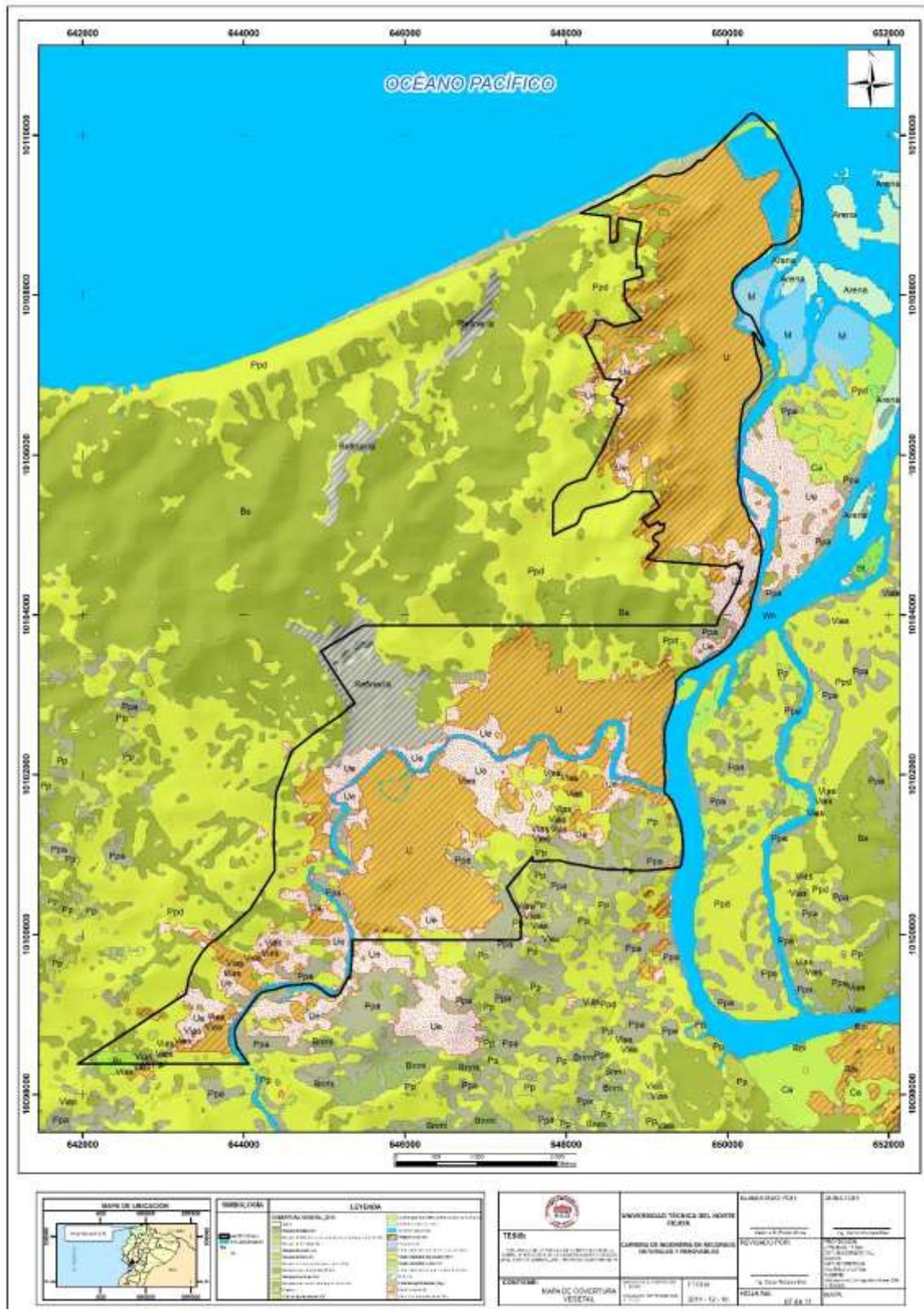
Anexo 13. Mapa de pérdida de cobertura vegetal de la ciudad de Esmeraldas.



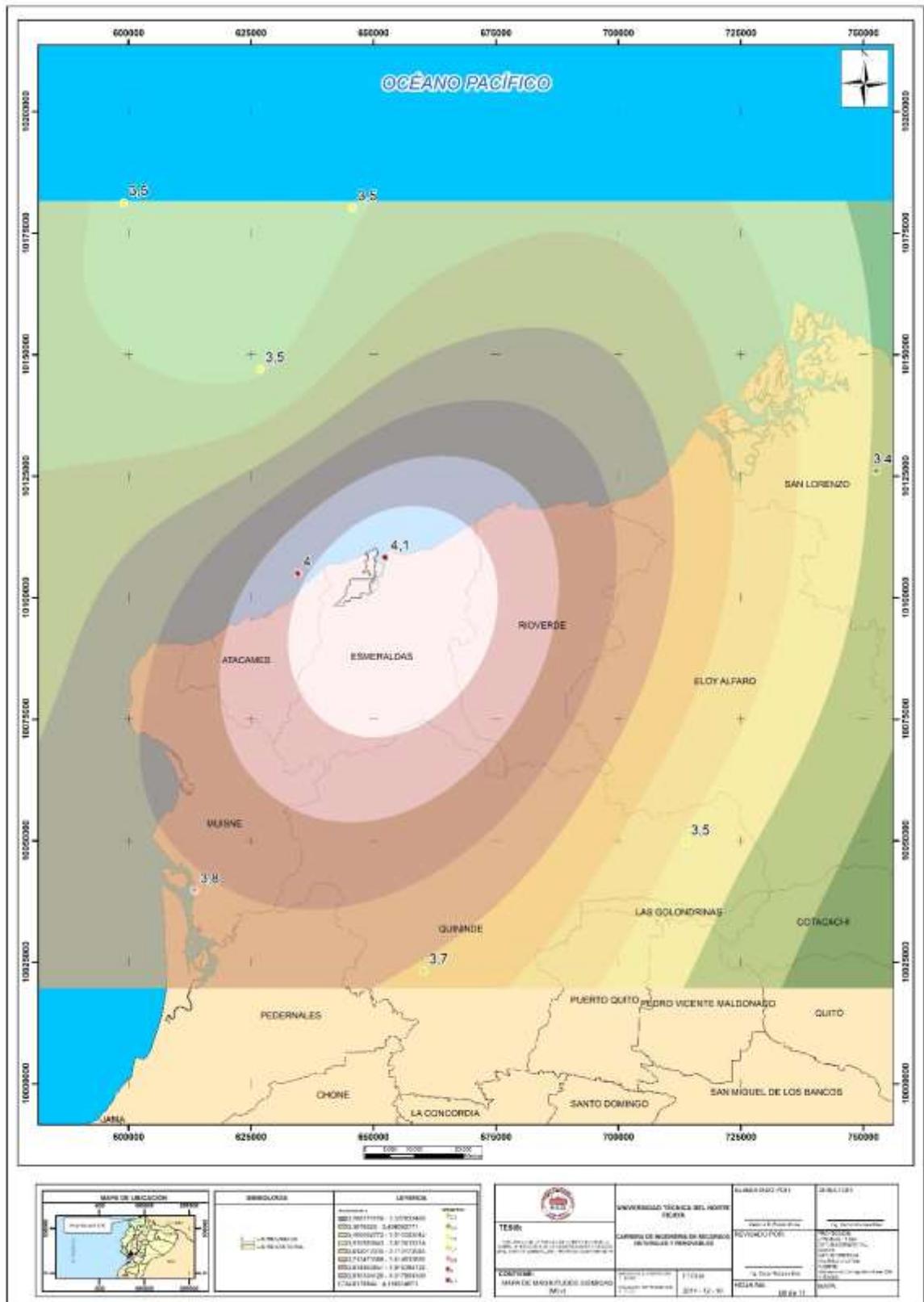
LEGENDA	LEYENDA
<ul style="list-style-type: none"> ESMERALDAS LA MANA LA JIJONA LA MANA 	PÉRDIDA COMPARATIVA VEGETAL ANÁLISIS DE DIVERSIDAD <ul style="list-style-type: none"> 0-10% 10-20% 20-30% 30-40% 40-50% 50-60% 60-70% 70-80% 80-90% 90-100%

 UTN UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE CARRERA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS DE TELECOMUNICACIONES Y TRANSMISIÓN DE DATOS	NÚMERO DE FONIA 0600 000000	DIRECCIÓN Av. General Rúa Esmeraldas, Esmeraldas Esmeraldas, Esmeraldas Esmeraldas, Esmeraldas
	FECHA DE ELABORACIÓN 2014 - 12 - 01	FECHA DE IMPRESIÓN 2014 - 12 - 01

Anexo 14. Mapa de cobertura vegetal de la ciudad de Esmeraldas.



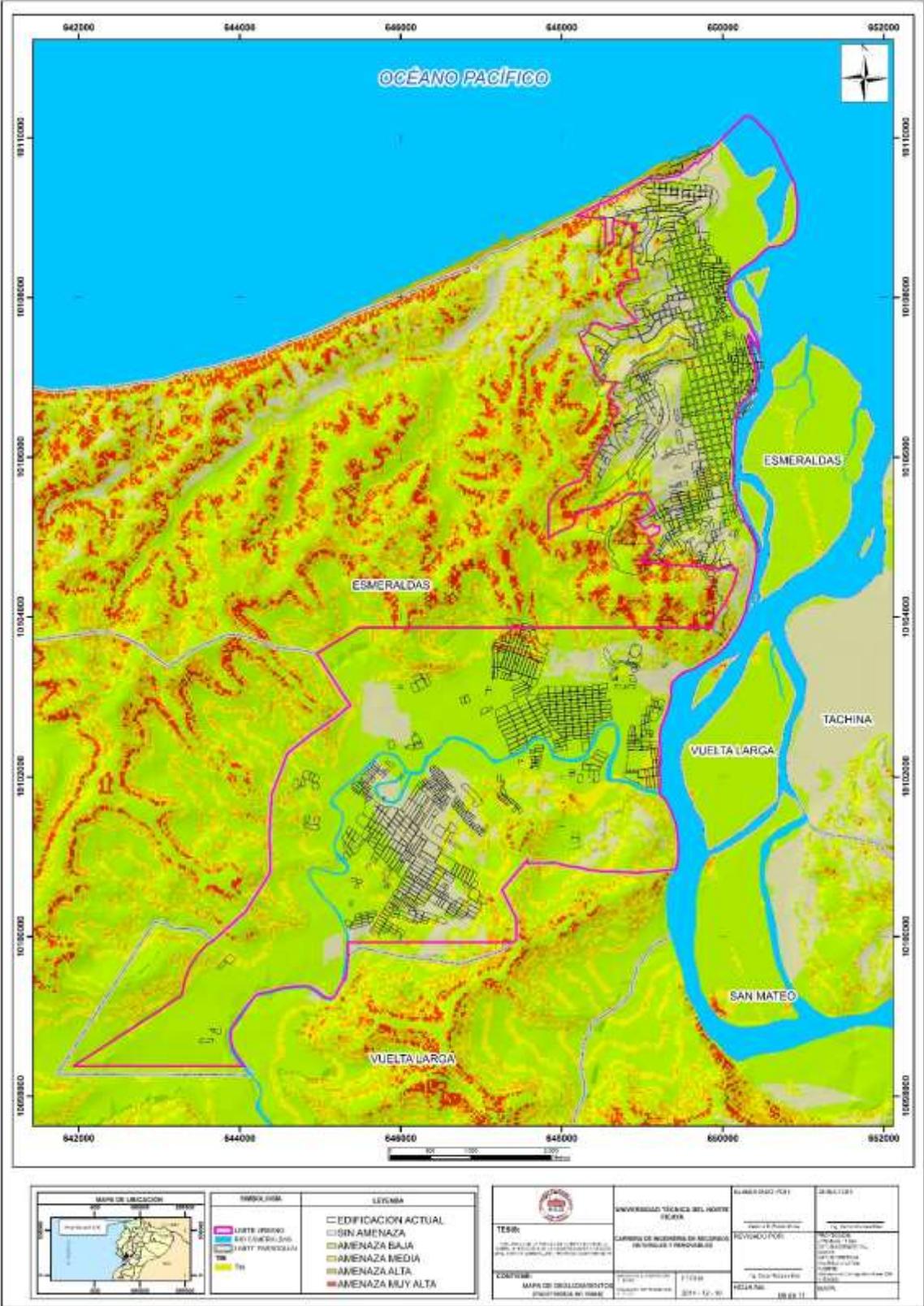
Anexo 15. Mapa de magnitudes sísmicas del cantón Esmeraldas.



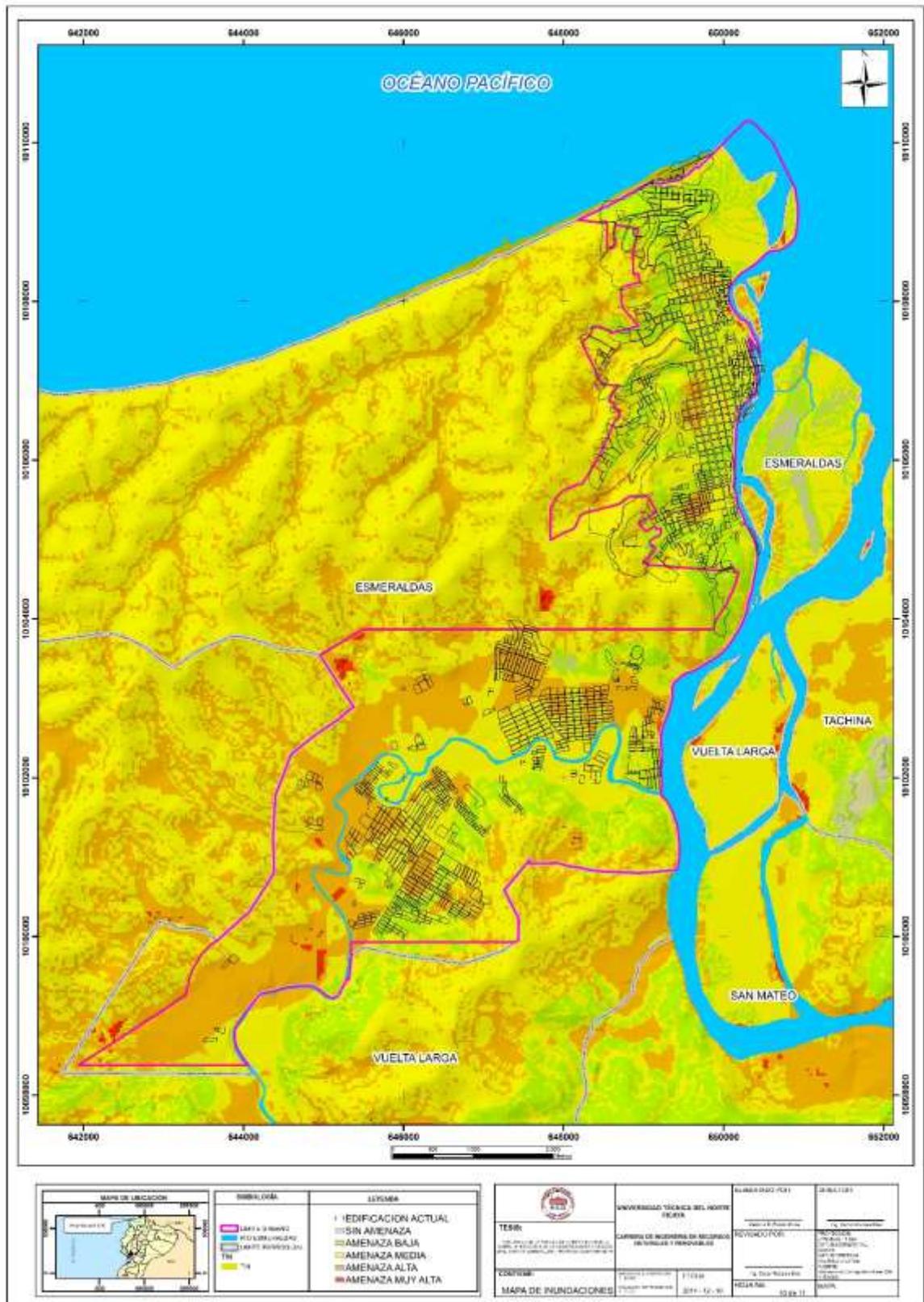
PROYECTO	LEYES
001-1997-11996 - 1-07023440	TC
001-1997-11996 - 3-43820771	TC
001-1997-11996 - 1-07023441	TC
001-1997-11996 - 1-07023442	TC
001-1997-11996 - 1-07023443	TC
001-1997-11996 - 1-07023444	TC
001-1997-11996 - 1-07023445	TC
001-1997-11996 - 1-07023446	TC
001-1997-11996 - 1-07023447	TC
001-1997-11996 - 1-07023448	TC
001-1997-11996 - 1-07023449	TC
001-1997-11996 - 1-07023450	TC
001-1997-11996 - 1-07023451	TC
001-1997-11996 - 1-07023452	TC
001-1997-11996 - 1-07023453	TC
001-1997-11996 - 1-07023454	TC
001-1997-11996 - 1-07023455	TC
001-1997-11996 - 1-07023456	TC
001-1997-11996 - 1-07023457	TC
001-1997-11996 - 1-07023458	TC
001-1997-11996 - 1-07023459	TC
001-1997-11996 - 1-07023460	TC
001-1997-11996 - 1-07023461	TC
001-1997-11996 - 1-07023462	TC
001-1997-11996 - 1-07023463	TC
001-1997-11996 - 1-07023464	TC
001-1997-11996 - 1-07023465	TC
001-1997-11996 - 1-07023466	TC
001-1997-11996 - 1-07023467	TC
001-1997-11996 - 1-07023468	TC
001-1997-11996 - 1-07023469	TC
001-1997-11996 - 1-07023470	TC
001-1997-11996 - 1-07023471	TC
001-1997-11996 - 1-07023472	TC
001-1997-11996 - 1-07023473	TC
001-1997-11996 - 1-07023474	TC
001-1997-11996 - 1-07023475	TC
001-1997-11996 - 1-07023476	TC
001-1997-11996 - 1-07023477	TC
001-1997-11996 - 1-07023478	TC
001-1997-11996 - 1-07023479	TC
001-1997-11996 - 1-07023480	TC
001-1997-11996 - 1-07023481	TC
001-1997-11996 - 1-07023482	TC
001-1997-11996 - 1-07023483	TC
001-1997-11996 - 1-07023484	TC
001-1997-11996 - 1-07023485	TC
001-1997-11996 - 1-07023486	TC
001-1997-11996 - 1-07023487	TC
001-1997-11996 - 1-07023488	TC
001-1997-11996 - 1-07023489	TC
001-1997-11996 - 1-07023490	TC
001-1997-11996 - 1-07023491	TC
001-1997-11996 - 1-07023492	TC
001-1997-11996 - 1-07023493	TC
001-1997-11996 - 1-07023494	TC
001-1997-11996 - 1-07023495	TC
001-1997-11996 - 1-07023496	TC
001-1997-11996 - 1-07023497	TC
001-1997-11996 - 1-07023498	TC
001-1997-11996 - 1-07023499	TC
001-1997-11996 - 1-07023500	TC

<p>UTN UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE ECUADOR</p>	<p>RECTOR: DR. JUAN CARLOS GARCÍA</p>	<p>DECANO: DR. JUAN CARLOS GARCÍA</p>
	<p>PROVINCIA: COTACACHI</p>	<p>RECTOR: DR. JUAN CARLOS GARCÍA</p>
<p>TESIS: TÍTULO: MAPA DE MAGNITUDES SÍSMICAS DEL CANTÓN ESMERALDAS</p>	<p>UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE ECUADOR</p>	<p>RECTOR: DR. JUAN CARLOS GARCÍA</p>
<p>COADJUTOR: MAPA DE MAGNITUDES SÍSMICAS DEL CANTÓN ESMERALDAS</p>	<p>FECHA: 2014</p>	<p>RECTOR: DR. JUAN CARLOS GARCÍA</p>

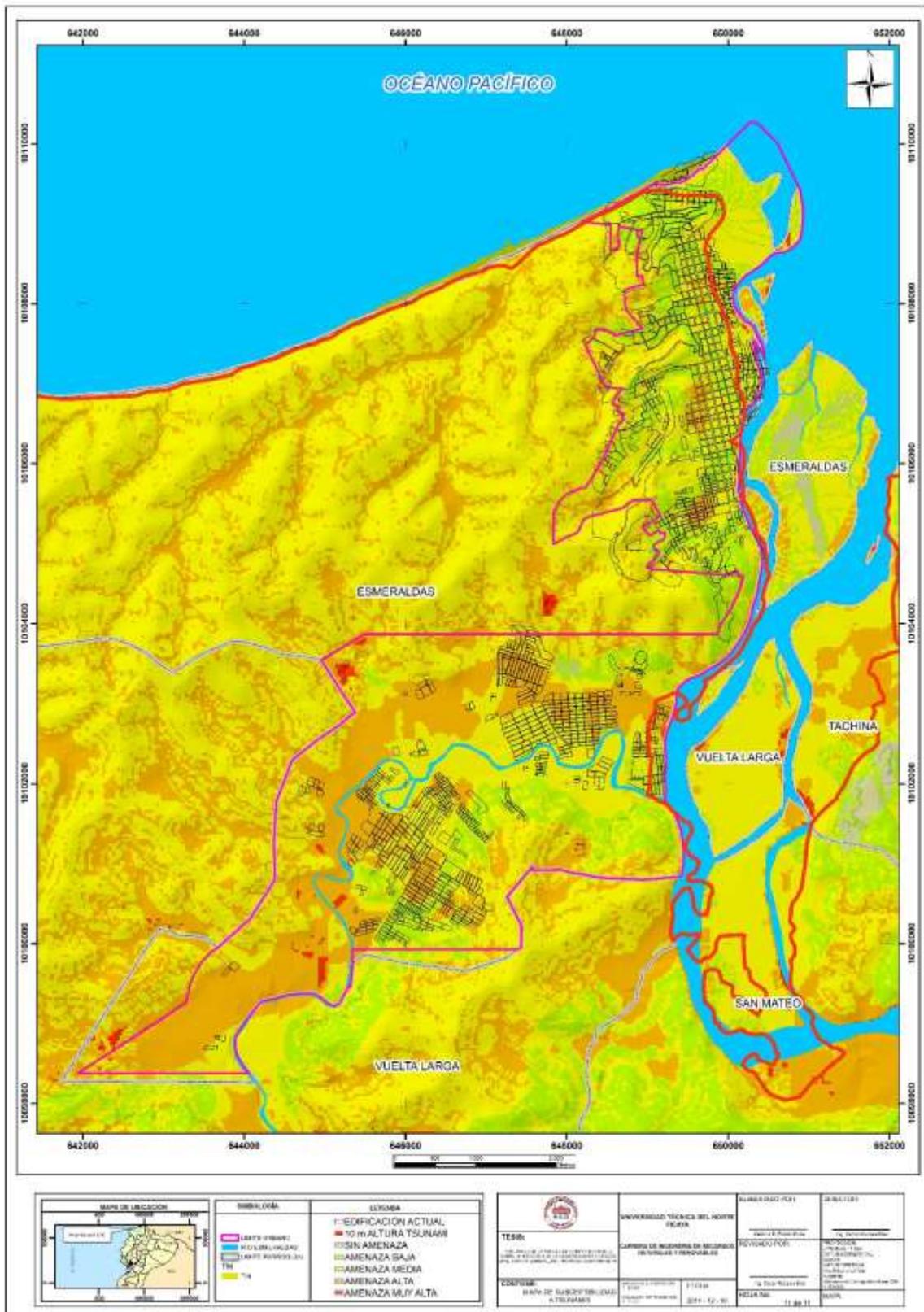
Anexo 16. Mapa de movimientos en masa de la ciudad de Esmeraldas.



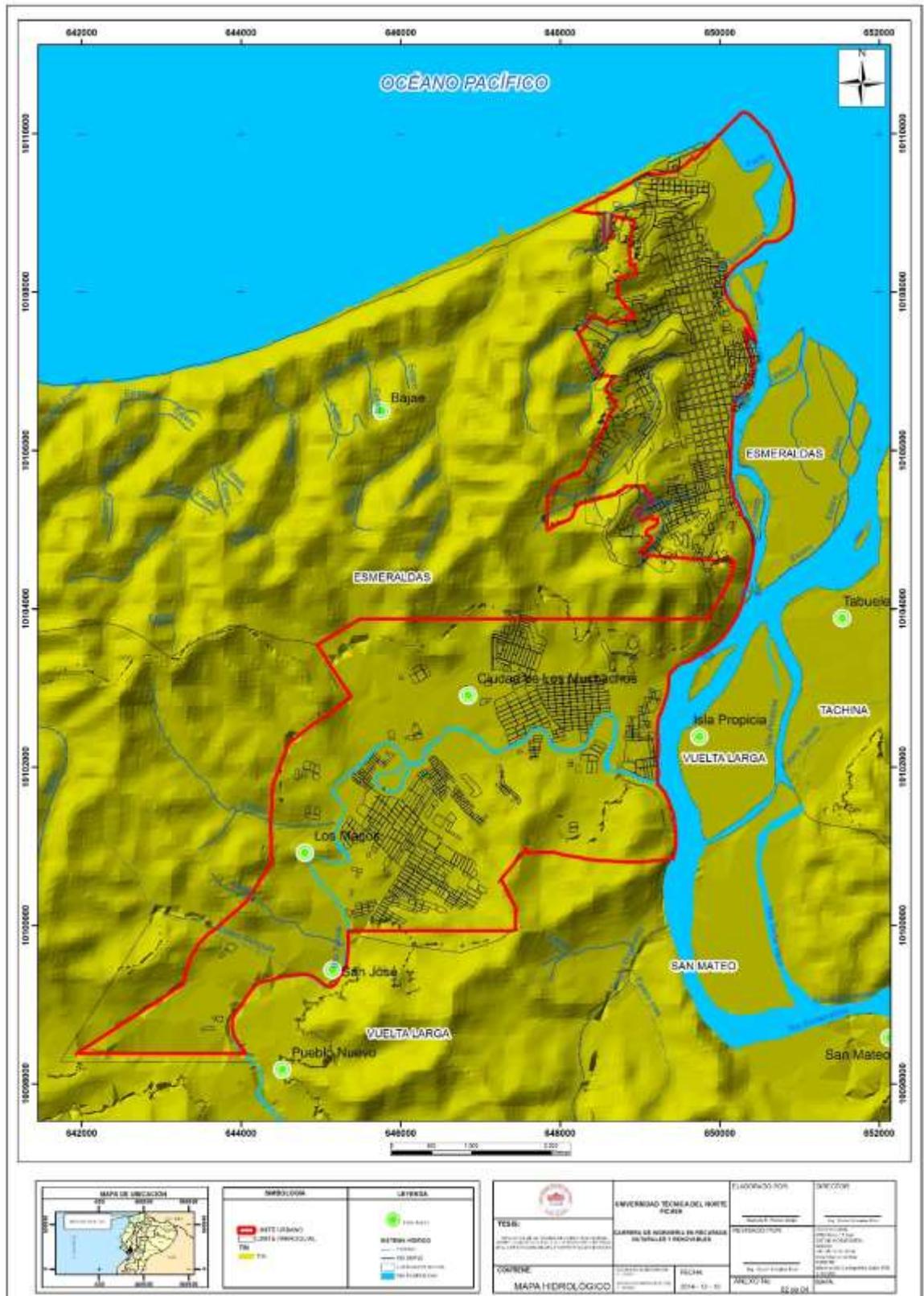
Anexo 17. Mapa de inundaciones de la ciudad de Esmeraldas.



Anexo 18. Mapa de susceptibilidad ante Tsunamis de la ciudad de Esmeraldas.



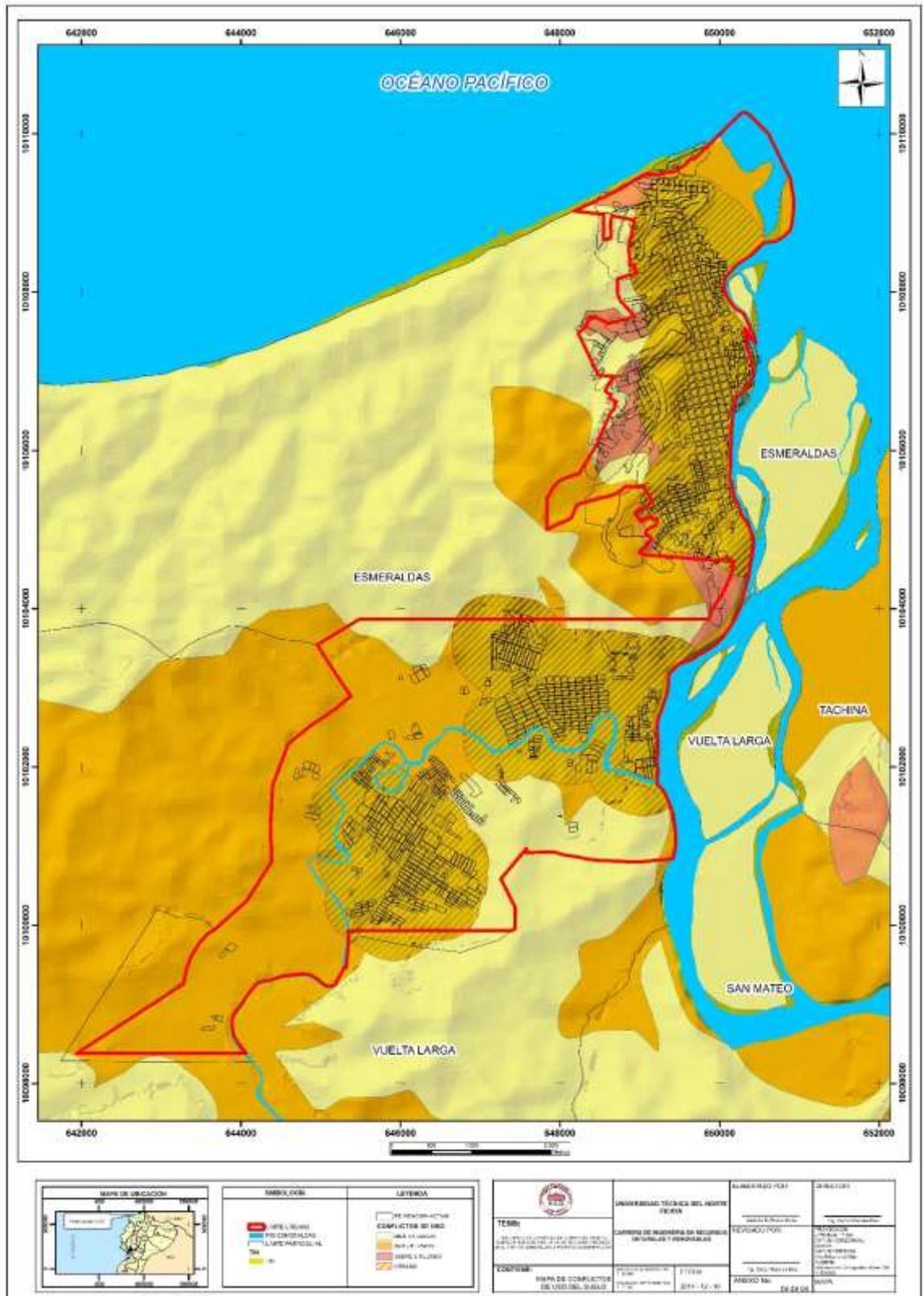
Anexo 19. Mapa hidrológico de la ciudad de Esmeraldas.



Anexo 20. Mapa de uso potencial del suelo de la ciudad de Esmeraldas.



Anexo 21. Mapa de conflictos del suelo de la ciudad de Esmeraldas.



Anexo 22. Matriz de modos y niveles de daño de elementos expuestos. Adaptada de Leone (1996)

Área (Elemento Expuesto)	Nombre del Elemento	Exposición a Amenazas Ambientales				Elementos Esenciales		Tipo de riesgo ambiental y vulnerabilidades (niveles)		
		Deslizamientos	Tsunamis	Inundación	Sismos	EET Normal	EET Crisis	Nivel de Exposición a Riesgos Ambientales	Nivel de Vulnerabilidad	
Educación	Universidad Luis Vargas Torres	0	0	1	1	Alta	Alta	MEDIO	El EE se encuentra en un nivel de exposición media ante riesgos ambientales y su vulnerabilidad es alta en TN y alta en TC.	
	Pontificia Universidad Católica del Ecuador (PUCESE)	0	0	1	1	Media	Media	MEDIO	El EE se encuentra en un nivel de exposición media ante riesgos ambientales y su vulnerabilidad es media en TN y media en TC.	
	Normal Superior Luis Vargas Torres	0	0	1	1	Alta	Alta	MEDIO	El EE se encuentra en un nivel de exposición media ante riesgos ambientales y su vulnerabilidad es alta en TN y alta en TC.	
	Unidad Educativa Nuevo Ecuador	0	0	1	1	Media	Media	MEDIO	El EE se encuentra en un nivel de exposición media ante riesgos ambientales y su vulnerabilidad es media en TN y media en TC.	
	Col. Margarita Cortez	1	0	1	1	Media	Media	ALTO	El EE se encuentra en un nivel de exposición alta ante riesgos ambientales y su vulnerabilidad es media en TN y media en TC.	
	Col. Sagrado Corazón	1	0	1	1	Alta	Alta	ALTO	El EE se encuentra en un nivel de exposición alta ante riesgos ambientales y su vulnerabilidad es alta en TN y alta en TC.	
	Instituto Tecnológico Eloy Alfaro	0	0	1	1	Media	Media	MEDIO	El EE se encuentra en un nivel de exposición media ante riesgos ambientales y su vulnerabilidad es media en TN y media en TC.	
	Instituto técnico superior 5 de Agosto	1	0	1	1	Alta	Alta	ALTO	El EE se encuentra en un nivel de exposición alta ante riesgos ambientales y su vulnerabilidad es alta en TN y alta en TC.	
	Unidad Educativa La Inmaculada	1	0	1	1	Media	Media	ALTO	El EE se encuentra en un nivel de exposición alta ante riesgos ambientales y su vulnerabilidad es media en TN y media en TC.	
	Unidad Educativa María Auxiliadora	0	0	1	1	Alta	Alta	MEDIO	El EE se encuentra en un nivel de exposición media ante riesgos ambientales y su vulnerabilidad es alta en TN y alta en TC.	

Salud

Hospital Delfina Torres	1	0	1	1	Alta	Alta	ALTO	El EE se encuentra en un nivel de exposición alta ante riesgos ambientales y su vulnerabilidad es alta en TN y alta en TC.
IESS	1	0	1	1	Alta	Alta	ALTO	El EE se encuentra en un nivel de exposición alta ante riesgos ambientales y su vulnerabilidad es alta en TN y alta en TC.
Hospital de la Armada	1	0	1	1	Alta	Alta	ALTO	El EE se encuentra en un nivel de exposición alta ante riesgos ambientales y su vulnerabilidad es alta en TN y alta en TC.
Cruz Roja	0	0	1	1	Baja	Baja	MEDIO	El EE se encuentra en un nivel de exposición media ante riesgos ambientales y su vulnerabilidad es baja en TN y baja en TC.
Subcentro de salud en las parroquias rurales	1	0	1	1	Media	Media	ALTO	El EE se encuentra en un nivel de exposición alta ante riesgos ambientales y su vulnerabilidad es media en TN y media en TC.
Seguro Social Campesino	0	0	1	1	Alta	Alta	MEDIO	El EE se encuentra en un nivel de exposición media ante riesgos ambientales y su vulnerabilidad es alta en TN y alta en TC.
Dirección Provincial, AREA DE SALUD 1	1	0	1	1	Alta	Alta	ALTO	El EE se encuentra en un nivel de exposición alta ante riesgos ambientales y su vulnerabilidad es alta en TN y alta en TC.
Centro de Salud Santas Vainas	0	0	1	1	Alta	Alta	MEDIO	El EE se encuentra en un nivel de exposición media ante riesgos ambientales y su vulnerabilidad es alta en TN y alta en TC.
Área de Salud N2	1	0	1	1	Alta	Alta	ALTO	El EE se encuentra en un nivel de exposición alta ante riesgos ambientales y su vulnerabilidad es alta en TN y alta en TC.
Subcentro de salud El Arenal	1	1	1	1	Alta	Alta	MUY ALTO	El EE se encuentra en un nivel de exposición muy alta ante riesgos ambientales y su vulnerabilidad es alta en TN y alta en TC.
Subcentro de salud La Tolita	0	0	1	1	Alta	Alta	MEDIO	El EE se encuentra en un nivel de exposición media ante riesgos ambientales y su vulnerabilidad es alta en TN y alta en TC.
Subcentro de salud San Rafael	1	0	1	1	Alta	Alta	ALTO	El EE se encuentra en un nivel de exposición alta ante riesgos ambientales y su vulnerabilidad es alta en TN y alta en TC.

Recreación	Estadio Folke Anderson	0	0	1	1	Alta	Alta	MEDIO	El EE se encuentra en un nivel de exposición media ante riesgos ambientales y su vulnerabilidad es alta en TN y alta en TC.
	Coliseo Nubia Vallases	0	0	1	1	Baja	Alta	MEDIO	El EE se encuentra en un nivel de exposición media ante riesgos ambientales y su vulnerabilidad es baja en TN y alta en TC.
	Parque Central, 20 de Marzo	1	0	1	1	Baja	Alta	ALTO	El EE se encuentra en un nivel de exposición alta ante riesgos ambientales y su vulnerabilidad es baja en TN y alta en TC.
	Parque las Palmas	0	0	1	1	Alta	Alta	MEDIO	El EE se encuentra en un nivel de exposición media ante riesgos ambientales y su vulnerabilidad es alta en TN y alta en TC.
	Parque infantil	1	0	1	1	Alta	Alta	ALTO	El EE se encuentra en un nivel de exposición alta ante riesgos ambientales y su vulnerabilidad es alta en TN y alta en TC.
Patrimonial	Casa de la Cultura	1	0	1	1	Baja	Baja	ALTO	El EE se encuentra en un nivel de exposición alta ante riesgos ambientales y su vulnerabilidad es baja en TN y baja en TC.
	Biblioteca Municipal Adalberto Ortiz	0	0	1	1	Media	Media	MEDIO	El EE se encuentra en un nivel de exposición media ante riesgos ambientales y su vulnerabilidad es media en TN y media en TC.
Equipamientos	Cementerio Cantonal	0	0	1	1	Media	Media	MEDIO	El EE se encuentra en un nivel de exposición media ante riesgos ambientales y su vulnerabilidad es media en TN y media en TC.
	Cementerio Jardines de la Paz.	0	0	1	1	Media	Media	MEDIO	El EE se encuentra en un nivel de exposición media ante riesgos ambientales y su vulnerabilidad es media en TN y media en TC.
Abastecimiento de agua	Planta de captación de agua EAPA	0	0	1	1	Alta	Alta	MEDIO	El EE se encuentra en un nivel de exposición media ante riesgos ambientales y su vulnerabilidad es alta en TN y alta en TC.
	Tanque de tratamiento de agua	0	0	1	1	Alta	Alta	MEDIO	El EE se encuentra en un nivel de exposición media ante riesgos ambientales y su vulnerabilidad es alta en TN y alta en TC.
	Sistema de distribución de agua	0	0	1	1	Alta	Alta	MEDIO	El EE se encuentra en un nivel de exposición media ante riesgos ambientales y su vulnerabilidad es alta en TN y alta en TC.

Abastecimiento de alimentos	Mercado de productos alimenticios	0	0	1	1	Media	Media	MEDIO	El EE se encuentra en un nivel de exposición media ante riesgos ambientales y su vulnerabilidad es media en TN y media en TC.
	Centro comercial	0	0	1	1	Media	Media	MEDIO	El EE se encuentra en un nivel de exposición media ante riesgos ambientales y su vulnerabilidad es media en TN y media en TC.
	Centro de acopio de mariscos	1	1	1	1	Baja	Baja	MUY ALTO	El EE se encuentra en un nivel de exposición muy alta ante riesgos ambientales y su vulnerabilidad es baja en TN y baja en TC.
	Puerto marítimo	1	1	1	1	Media	Media	MUY ALTO	El EE se encuentra en un nivel de exposición muy alta ante riesgos ambientales y su vulnerabilidad es media en TN y media en TC.
	Gran AKI	1	0	1	1	Media	Media	ALTO	El EE se encuentra en un nivel de exposición alta ante riesgos ambientales y su vulnerabilidad es media en TN y media en TC.
	Matadero	0	1	1	1	Media	Media	ALTO	El EE se encuentra en un nivel de exposición alta ante riesgos ambientales y su vulnerabilidad es media en TN y media en TC.
Abastecimiento de electricidad	Regional Termo Esmeraldas	1	1	1	1	Alta	Alta	MUY ALTO	El EE se encuentra en un nivel de exposición muy alta ante riesgos ambientales y su vulnerabilidad es alta en TN y alta en TC.
	CNEL (red de distribución)	1	1	1	1	Alta	Alta	MUY ALTO	El EE se encuentra en un nivel de exposición muy alta ante riesgos ambientales y su vulnerabilidad es alta en TN y alta en TC.
Abastecimiento de combustibles	Refinería Esmeraldas	1	0	1	1	Alta	Alta	ALTO	El EE se encuentra en un nivel de exposición alta ante riesgos ambientales y su vulnerabilidad es alta en TN y alta en TC.
	Tubería de la refinería Esmeraldas (SOTE-OCP)	1	0	1	1	Alta	Alta	ALTO	El EE se encuentra en un nivel de exposición alta ante riesgos ambientales y su vulnerabilidad es alta en TN y alta en TC.
	Gasolinera de Petrocomercial	0	0	1	1	Alta	Alta	MEDIO	El EE se encuentra en un nivel de exposición media ante riesgos ambientales y su vulnerabilidad es alta en TN y alta en TC.

Conectividad/trasporte	Puerto Marítimo	1	1	1	1	Alta	Alta	MUY ALTO	El EE se encuentra en un nivel de exposición muy alta ante riesgos ambientales y su vulnerabilidad es alta en TN y alta en TC.
	Aeropuerto	0	1	1	1	Media	Media	ALTO	El EE se encuentra en un nivel de exposición alta ante riesgos ambientales y su vulnerabilidad es media en TN y media en TC.
	Terminal Terrestre	1	0	1	1	Media	Media	ALTO	El EE se encuentra en un nivel de exposición alta ante riesgos ambientales y su vulnerabilidad es media en TN y media en TC.
	Vía Esmeraldas –San Mateo-Borbón – San Lorenzo – Ibarra.	1	1	1	1	Alta	Alta	MUY ALTO	El EE se encuentra en un nivel de exposición muy alta ante riesgos ambientales y su vulnerabilidad es alta en TN y alta en TC.
	Vía Esmeraldas Muisne –San José de Chamanga- Pedernales	1	1	1	1	Alta	Alta	MUY ALTO	El EE se encuentra en un nivel de exposición muy alta ante riesgos ambientales y su vulnerabilidad es alta en TN y alta en TC.
	Vía Esmeraldas La Independencia – Los Bancos Quito.	1	1	1	1	Alta	Alta	MUY ALTO	El EE se encuentra en un nivel de exposición muy alta ante riesgos ambientales y su vulnerabilidad es alta en TN y alta en TC.
	Vía Esmeraldas –La Concordia – Santo Domingo de los Colorados	1	1	1	1	Alta	Alta	MUY ALTO	El EE se encuentra en un nivel de exposición muy alta ante riesgos ambientales y su vulnerabilidad es alta en TN y alta en TC.
Comunicación	Corporación Nacional de Telecomunicaciones	1	1	1	1	Alta	Alta	MUY ALTO	El EE se encuentra en un nivel de exposición muy alta ante riesgos ambientales y su vulnerabilidad es alta en TN y alta en TC.
Administración	Municipio	1	0	0	1	Alta	Alta	MEDIO	El EE se encuentra en un nivel de exposición media ante riesgos ambientales y su vulnerabilidad es alta en TN y alta en TC.
	COE - SNGR	0	0	0	1	Alta	Alta	BAJO	El EE se encuentra en un nivel de exposición baja ante riesgos ambientales y su vulnerabilidad es alta en TN y alta en TC.
	Consejo Provincial	1	0	0	1	Media	Media	MEDIO	El EE se encuentra en un nivel de exposición media ante riesgos ambientales y su vulnerabilidad es media en TN y media en TC.

Seguridad y organismos de control	Autoridad portuaria.	1	1	1	1	Media	Media	MUY ALTO	El EE se encuentra en un nivel de exposición muy alta ante riesgos ambientales y su vulnerabilidad es media en TN y media en TC.
	Capitanía de puerto	1	1	1	1	Media	Media	MUY ALTO	El EE se encuentra en un nivel de exposición muy alta ante riesgos ambientales y su vulnerabilidad es media en TN y media en TC.
	Registro Civil	0	0	0	1	Media	Media	BAJO	El EE se encuentra en un nivel de exposición baja ante riesgos ambientales y su vulnerabilidad es media en TN y media en TC.
	Cuartel de Bomberos	1	0	0	1	Media	Media	MEDIO	El EE se encuentra en un nivel de exposición media ante riesgos ambientales y su vulnerabilidad es media en TN y media en TC.
	Cuartel de Policía	0	0	0	1	Media	Media	BAJO	El EE se encuentra en un nivel de exposición baja ante riesgos ambientales y su vulnerabilidad es media en TN y media en TC.
	Armada del Ecuador	1	1	0	1	Media	Alta	ALTO	El EE se encuentra en un nivel de exposición alta ante riesgos ambientales y su vulnerabilidad es media en TN y alta en TC.

**Otros elementos de desarrollo con los que cuenta el cantón Esmeraldas , que deben ser también analizados para los futuros estudios de vulnerabilidades a nivel cantonal o local, sea en tiempo normal o de crisis son los parques infantiles, recintos feriales, la clínica metropolitana (especialidades médicas), plantas de agua de la refinería y externas de captación de agua, centros de acopio de gas para consumo doméstico e industrial, las fuerzas armadas y la infantería como entes de socorro y seguridad, entre otros...*

Simbología del tipo de amenaza "Términos generales"	Muy Alta	Alta	Media	Baja	Nula
	4	3	2	1	-

Anexo 23. Dinámica entre la pérdida de la cobertura vegetal, vulnerabilidades y riesgos ambientales

