

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES

Plan de Investigación de fin de carrera titulado:

**“PROPUESTA DE UN MODELO INTEGRAL PARA LA IDENTIFICACIÓN DE
ÁREAS VULNERABLES A LA DESERTIFICACIÓN EN LAS CUENCAS DE LOS
RÍOS MANTA, JARAMIJÓ Y PORTOVIEJO, ESCALA 1:25 000”**

Realizado por:
María Natalia Rumazo Chiriboga

Profesor Auspiciante
Ing. José Salazar Msc.

Como requisito para la obtención del título de:
MAGISTER EN GESTION AMBIENTAL

DECLARACION JURAMENTADA

Yo, MARIA NATALIA RUMAZO CHIRIBOGA, con cédula de identidad 1715646533, declaro bajo juramento que el trabajo aquí desarrollado es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que ha consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración, cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondiente a este trabajo, a la UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normativa vigente.



María Natalia Rumazo Chiriboga

C.C.: 1715646533

DECLARATORIA

El presente trabajo de investigación titulado

"PROPUESTA DE UN MODELO INTEGRAL PARA LA IDENTIFICACIÓN
DE ÁREAS VULNERABLES A LA DESERTIFICACIÓN EN LAS CUENCAS
DE LOS RÍOS MANTA, JARAMIJÓ Y PORTOVIEJO, ESCALA 1:25 000"

Realizado por:

MARÍA NATALIA RUMAZO CHIRIBOGA

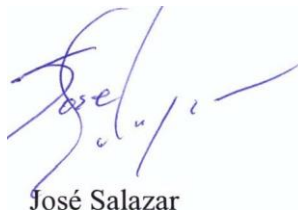
Como Requisito para la Obtención del Título de:

MAGISTEREN GESTION AMBIENTAL

ha sido dirigida por el profesor

JOSE SALAZAR

quien considera que constituye un trabajo original de su autor

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'José Salazar', is placed over a light blue rectangular background.

José Salazar

DIRECTOR


**LOS PROFESORES
INFORMANTES**

Los Profesores¹
Informantes

KATTY CORAL

ALONSO MORETA

Después de revisar el trabajo
presentado,
lo han calificado como apto para su
defensa oral ante el tribunal examinador



Katty Coral



Alonso Moreta

Quito, 10 de febrero de 2015

Dedicatoria

A mi esposo Lenin, por su perseverante y particular apoyo para culminar este estudio;

A mis padres (Martha y Pablo), por el aliento y confianza brindada hacia mí, en todos los momentos y etapas de mi vida.

Agradecimiento

A mis compañeros de la Coordinación General del Sistema de Información Nacional (CGSIN) del Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca, por toda la colaboración, conocimiento y tiempo brindados para la culminación de este proyecto, en especial a:

Mat. Víctor Bucheli León, por su valioso apoyo y confianza brindada;

Ing. Rigoberto Lucero, por sus conocimientos compartidos de manera abierta y sincera;

Ing. Carolina Alarcón y Susana Núñez, por su ayuda incondicional y desinteresada

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	11
OBJETIVOS.....	14
CAPÍTULO I.....	15
MARCO TEÓRICO	15
1.1 LA DESERTIFICACIÓN COMO PROBLEMA AMBIENTAL	15
1.1.1 ZONAS ÁRIDAS, SEMIÁRIDAS Y SUBHÚMEDAS	17
1.1.2 AMBITO MUNDIAL, REGIONAL, NACIONAL Y LOCAL	18
1.2 AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO	21
1.3 CUENCA HIDROGRÁFICA	22
1.4 IDENTIFICACION DE ÁREAS VULNERABLES A LA DESERTIFICACIÓN.....	23
1.5 SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA	27
CAPÍTULO II	31
CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	31
2.1. UBICACIÓN, LÍMITES Y EXTENSIÓN	31
2.2. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA EN ESTUDIO	32
2.2.1. COMPONENTE BIOFISICO	33
2.2.1.1. UNIDADES AMBIENTALES (Anexo Mapa 1)	33
2.2.1.2. SUELOS (Anexo Mapa 2).....	40
2.2.1.3. ECOSISTEMAS (Anexo Mapa 3).....	43
2.2.2. COMPONENTE SOCIOECONOMICO	47
2.2.2.1 USO DE LA TIERRA Y COBERTURA NATURAL (Anexo Mapa 4).....	47
2.2.2.2 SISTEMAS DE PRODUCCIÓN (Anexo Mapa 5)	56
2.2.3. COMPONENTE SOCIODEMOGRÁFICO	63
2.2.3.1 POBLACIÓN (Anexo Mapa 6).....	63
2.2.3.2 DENSIDAD POBLACIONAL	66
2.2.3.3 POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA	66
2.2.3.4 NECESIDADES BÁSICAS INSATISFECHAS (Anexo Mapa 7).....	70
CAPÍTULO III.....	73
METODOLOGÍA	73
3.1 CONCEPTUALIZACIÓN METODOLÓGICA.....	73
3.2 DESCRIPCIÓN DEL MODELO SELECCIONADO	74
3.2.1 SELECCIÓN Y ADAPTACIÓN DE VARIABLES	75
3.2.1.1 INDICE DE CALIDAD DE SUELO	76
3.2.1.2 INDICE DE CALIDAD DE CLIMA.....	77

3.2.1.3	INDICE DE CALIDAD DE VEGETACIÓN	78
3.2.1.4	INDICE DE CALIDAD DE MANEJO.....	79
3.2.2	DETERMINACIÓN DE MATRICES DE PONDERACIÓN	80
3.3	PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN.....	84
3.3.1	PARÁMETROS CARTOGRÁFICOS.....	85
3.3.2	DEFINICIÓN DEL LÍMITE DEL ÁREA DE ESTUDIO – IDENTIFICACIÓN DE TIERRAS ÁRIDAS, SEMIÁRIDAS Y SUBHÚMEDAS SECAS	85
3.3.3	APLICACIÓN DEL MODELO CARTOGRÁFICO (Anexo 1).....	87
3.3.3.1	GENERACIÓN DE INFORMACIÓN PRIMARIA	87
3.3.3.2	RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN SECUNDARIA	89
CAPÍTULO IV		94
PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.....		94
4.1.	IDENTIFICACIÓN DE LOS INDÍCES DE CALIDAD DE SUELO, CLIMA, VEGETACIÓN Y MANEJO	94
4.1.1	ÍNDICE DE CALIDAD DE SUELO (Anexo Mapa 8)	94
4.1.2	ÍNDICE DE CALIDAD DE CLIMA (Anexo Mapa 9)	95
4.1.3	ÍNDICE DE CALIDAD DE VEGETACIÓN (Anexo Mapa 10).....	97
4.1.4	ÍNDICE DE CALIDAD DE MANEJO (GESTIÓN DEL TERRITORIO)(Anexo Mapa 11) .	99
4.2.	IDENTIFICACIÓN DE LAS ÁREAS AMBIENTALMENTE SENSIBLES A LA DESERTIFICACIÓN (Anexo Mapa 12)	100
4.3.	ESTRATEGIAS PARA EL MANEJO SUSTENTABLE Y/O RECUPERACIÓN DE LAS ÁREAS VULNERABLES A LA DESERTIFICACIÓN	105
CAPÍTULO V		106
5.1 CONCLUSIONES.....		106
5.2 RECOMENDACIONES.....		107
ANEXOS		108

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1.- Porcentaje por tipo de tierras secas a nivel mundial	18
Cuadro 2.- Definición de Tipos de Modelos Científicos.....	23
Cuadro 3.- Ventajas y Desventajas de los Modelos Vectorial y Raster.....	30
Cuadro 4.- Principales Características de la Cordillera Costera, Segmento Membrillar.....	33
Cuadro 5.- Principales Características de la Cordillera Costera, Segmento San Lorenzo-Montecristi.....	34
Cuadro 6.- Principales Características Medio Aluvial	36
Cuadro 7.- Principales Características de Relieves Estructurales y Colinados Terciarios	37
Cuadro 8.- Principales Características de Relieves Litorales y Fluvio – Marinos	39
Cuadro 9.- Superficie y porcentaje de Unidades Ambientales.....	40
Cuadro 10.- Superficie y porcentaje de la Clasificación de Suelos a Nivel de Orden	42
Cuadro 11.- Superficie y porcentaje de los Tipos de Ecosistemas	46
Cuadro 12.- Superficie y porcentaje Uso de la Tierra y Cobertura Natural	48
Cultivo de maíz, Vía Rocafuerte – Tosagua, Época de cosecha	49
Cultivo de arroz, Sector Rocafuerte	49
Cuadro 13.- Superficie y porcentaje de Cultivos de Ciclo Corto	50
Cuadro 14.- Superficie y porcentaje de Cultivos Semi Permanentes	51
Cuadro 15.- Superficie y porcentaje de Cultivos Permanentes.....	53
Cuadro 16.- Características de los Sistemas de Producción.....	57
Maíz duro – Epoca de verano Cosecha de coco.....	59
Cuadro 17.- Superficie y porcentaje de Tipos de sistemas de Producción.....	62
Cuadro 18.- Población Total y Ajustada en función del Porcentaje de Ocupación a Nivel Parroquial (Urbano y Rural)	64
Cuadro 19.- Población Ajustada a Nivel Cantonal y Porcentaje de Representación.....	65
Urbano y Rural.....	65
Cuadro 20.- Densidad Poblacional Rural a Nivel Cantonal.....	66
Cuadro 21.- Población Económicamente Activa (PEA) por Rama de Actividad.....	67
a Nivel Cantonal	67
Cuadro 22.- Pobreza y Extrema Pobreza, a partir de NBI, a Nivel Cantonal.....	71
Cuadro 23.- Variables Seleccionadas para la Identifcación de las Áreas Vulnerables a la Desertificación	75
Cuadro 24.- Ponderación por Tipo de Roca	80
Cuadro 25.- Ponderación por Tipo de Textura	81
Cuadro 26.- Ponderación por Tipo de Pendiente	81
Cuadro 27.- Ponderación por Tipo de Pedregosidad.....	81
Cuadro 28.- Ponderación por Tipo de Profundidad	81
Cuadro 29.- Ponderación por Tipo de Drenaje	82
Cuadro 30.- Ponderación por Rangos de Precipitación.....	82
Cuadro 31.- Ponderación por Aridez	82
Cuadro 32.- Ponderación por Protección a la Erosión	83
Cuadro 33.- Ponderación por Riesgo de Incendio.....	83
Cuadro 34.- Ponderación por Resistencia a la Sequía	83
Cuadro 35.- Ponderación por Intensidad de Uso	84

Cuadro 36.- Matriz de Evaluación de Aplicación de Política Ambiental.....	84
Cuadro 37.- Parámetros Cartográficos.....	85
Cuadro 38.- Identificación de Tipos de Tierra por Cuenca Hidrográfica	87
Cuadro 39.- Estaciones Meteorológicas – Cálculo de Índice de Aridez Bioclimático	88
Cuadro 40.- Políticas y Proyectos de los PDOT's cantonales.....	90
relacionados con el Sistema Ambiental	90
Cuadro 41.- Clases de calidad para los Índices de suelo, clima, vegetación y manejo.....	92
Cuadro 42.- Tipos y Subtipos de AASD por rangos de Índice	92
Cuadro 43.- Categorías de Índice de Calidad del Suelo a Nivel Cantonal.....	94
Cuadro 44.- Categorías de Índice de Calidad del Clima a Nivel Cantonal.....	96
Cuadro 45.- Categorías de Índice de Calidad de Vegetación a Nivel Cantonal	97
Cuadro 46.- Categorías de Índice de Calidad de Manejo a Nivel Cantonal	99
Cuadro 47.- Categorías de Áreas Ambientalmente Sensibles a la Desertificación (AASD) a Nivel Cantonal	101

LISTA DE GRAFICOS

Gráfico 1.- Porcentaje de Unidades Ambientales en el Área de Estudio	40
Gráfico 2.- Porcentaje de Tipos de Suelo en el Área de Estudio.....	43
Gráfico 3.- Porcentaje de Tipos de Ecosistemas.....	46
Gráfico 4.- Porcentaje de Uso de la Tierra y Cobertura Natural	48
Gráfico 5.- Superficie de Principales Cultivos de Ciclo Corto	51
Gráfico 6.- Superficie de Principales Semi Permanentes	52
Gráfico 7.- Superficie de Principales Cultivos Permanentes.....	54
Gráfico 8.- Porcentaje de Sistemas de Producción.....	63
Gráfico 9.- Población Ajustada a Nivel Parroquial (Urbana y Rural).....	65
Gráfico 10.- PEA por Rama de Actividad a Nivel Cantonal.....	68
Gráfico 11.- Porcentaje de Representatividad por Rama de Actividad	68
Gráfico 12.- Pobreza y Pobreza Extrema, por NBI, a Nivel Cantonal	72
Gráfico 13.- Diagrama ombrotérmico de la Estación Portoviejo UTM	89
Gráfico 14.- Distribución del Índice de Calidad de Suelo a Nivel Cantonal	95
Gráfico 15.- Distribución del Índice de Calidad de Clima a Nivel Cantonal.....	97
Gráfico 16.- Distribución del Índice de Calidad de Vegetación a Nivel Cantonal	98
Gráfico 17.- Distribución del Índice de Calidad de Manejo a Nivel Cantonal	100
Gráfico 18.- Distribución de AAS a la Desertificación a Nivel Cantonal	104

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.- Relación entre Amenaza, Vulnerabilidad y Riesgo	22
Figura 2. Variables que conforman los Índices de calidad.....	26
Figura 3. Funcionamiento de los Sistemas de Información Geográfica – SIG	28
Figura 4. Niveles de clasificación de Uso y Cobertura de la Tierra.....	47
Figura 5. Cadena Productiva del Maíz Duro Seco	69
Figura 6. Conceptualización metodológica	73
Figura 7. Esquema para la identificación de las Áreas Ambientalmente Sensibles (AAS)	74
Figura 8. Principales Procesos para la Identificación de las AAS	85

LISTA DE MAPAS

Mapa 1.- Mapa de Índice Ombrotérmico a Nivel Nacional	20
Mapa 2.- Mapa de Ubicación del Área de Estudio a Nivel Nacional.....	31
Mapa 3.- Mapa de División Político Administrativa.....	32
Mapa 4.- Tipos de Tierras (Desertificación).....	86
Mapa 5.- Ubicación de Estaciones Metereológicas.....	87

RESUMEN

La desertificación es definida, por la Convención de las Naciones Unidas de Lucha Contra la Desertificación (CNUCLD), como la degradación de las tierras áridas, semiáridas y subhúmedas secas, como resultado de la interacción de diferentes factores, tales como cambios climáticos y actividades humanas. En el Ecuador, este fenómeno ha sido identificado, pero de manera empírica, o asociado a procesos tales como la deforestación, sobrepastoreo o erosión. Esta situación, se había presentado de esta manera, debido a la inexistencia de una metodología integral que permita incluir en un modelo espacial (geográfico) el componente biofísico y socioeconómico; y adicionalmente a la falta de información cartográfica con alto nivel de detalle.

En este contexto, se determinó la necesidad de establecer una metodología que permitiese integrar diferentes variables (biofísicas y socioeconómicas) que lleguen a identificar áreas vulnerables a la desertificación, escogiéndose como área de estudio a tres cuencas hidrográficas (Manta, Jaramijó y Portoviejo) que se localizan en la provincia de Manabí, tomando en cuenta que este territorio, de acuerdo a estudios presentados por el Ministerio del Ambiente (MAE), conjuntamente con Loja y Chimborazo, son las jurisdicciones políticas que presentan mayormente este fenómeno. Así se ha tomado como metodología la aplicada por el Proyecto de Desertificación y Uso del Suelo en el Mediterráneo (MEDALUS), por sus siglas en inglés (Mediterranean Desertification and Land Use), desarrollado por la Unión Europea – UE, durante la década de los '90, que corresponde a un modelo matemático determinista. Este modelo permite identificar la vulnerabilidad a la desertificación, a partir de la evaluación de la calidad del suelo, clima, vegetación y manejo (gestión del territorio), representados por índices, que en su conjunto dan como resultado la identificación de Áreas Ambientalmente Sensibles (AAS) a la desertificación. Para evaluar la calidad de estos cuatro componentes son tomadas en consideración trece variables, cada una de las cuales son ponderadas o calificadas en función de su predisposición a la desertificación, que han sido integradas en un Sistema de Información Geográfica (SIG) para su respectivo análisis.

Como resultado de la aplicación de esta metodología, se ha identificado que la Calidad de Suelo corresponde a la “pobre”, que representa el 75% de la superficie total del área de estudio; mientras que la Calidad de Manejo (Gestión del Territorio), la categoría “buena” es la más representativa. Adicionalmente, se han realizado las estimaciones por clases de AAS a la desertificación, a nivel cantonal, de lo cual se ha determinado que el cantón Montecristi es el más afectado, ya que más del 90% de su territorio corresponde a la clase C3, de las Áreas Críticas.

Palabras Clave:

Desertificación, erosión, Manabí, degradación del suelo, cuenca hidrográfica

ABSTRACT

Desertification is defined by the United Nations Convention to Combat Desertification (UNCCD) , as the degradation of drylands , humid areas , resulting from the interaction of different factors , such as climate change and human activities . In Ecuador, this phenomenon has been identified, but empirically, or associated with processes such as deforestation, overgrazing and soil degradation. This situation was presented in this way, due to the lack of a comprehensive methodology to include in a spatial model (geographic) the biophysical and socio-economic component; and in addition to the lack of cartographic information with high level of detail

In this context, the need to establish a methodology that would allow integrating different variables (biophysical and socioeconomic) arriving to identify areas vulnerable to desertification , being chosen as a study area three watersheds (Manta , Jaramijó and Portoviejo) was determined to be located in the province of Manabí, considering that this territory , according to studies presented by the Ministry of Environment (MAE) , together with Loja and Chimborazo , are mostly political jurisdictions which have this phenomenon. This has been taken as the methodology applied by the Project Desertification and Land Use in the Mediterranean (MEDALUS) developed by the European Union during the decade of the 90, corresponding to a deterministic mathematical model. This model identifies the vulnerability to desertification, from assessing soil quality, climate, vegetation and management (land management) , represented by indices, which together result in the identification of Environmentally Sensitive Areas (AAS) to desertification. To assess the quality of these four components are taken into consideration thirteen variables, each of which are weighted or ranked according to their willingness to desertification , which have been integrated into an Geographic Information System (GIS) for examination.

As a result of the application of this methodology, it has been found that the Soil Quality corresponds to the "poor" , which represents 75 % of the total surface area of study; while the Quality Management (Land Management) , the "good " category is the most representative. Additionally, there have been estimates by type of AAS to desertification, at cantonal level, from which it has determined that Montecristi is most affected, as more than 90% of its territory corresponds to the C3 class, Critical Areas.

Keywords:

Desertification, Manabí, land degradation, watershed

INTRODUCCIÓN

En la Cumbre de la Tierra – Agenda 21, realizada en Río de Janeiro, en 1992, se expuso que la desertificación amenazaba la subsistencia de más de 1.000 millones de personas en unos 100 países, que representa el 25% de la superficie terrestre del planeta y que ocurría en todo el mundo a ritmo acelerado. Entre las causas identificadas para que se suscite este fenómeno se encontraban el cultivo, pastoreo excesivo, las prácticas de riego deficientes, la deforestación y las variaciones climáticas.

Esta consideración, expuesta, durante la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo – Cumbre de la Tierra, conjuntamente con otras situaciones de deterioro del recurso suelo, llegaron a establecer a la desertificación como ***el problema ambiental y de desarrollo más grave que vive la humanidad***, lo cual impulsó la creación de la Convención de las Naciones Unidas de Lucha Contra la Desertificación (CNULD), que fue adoptada en París, Francia, en el año 1994, que entró en vigor el 26 de diciembre de 1996, y que actualmente tiene 193 miembros, dentro de los cuales se encuentra el Ecuador. El objetivo central de la CNULD es el desarrollo de programas de acción nacional, subregional y regional por parte de los gobiernos nacionales, en cooperación con organismos de las Naciones Unidas, donantes, comunidades locales y Organizaciones No Gubernamentales (ONG's).

La CNULD (1994) define a la desertificación como “la degradación de las tierras de zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas, resultante de diversos factores, tales como las variaciones climáticas y las actividades humanas”. Según la misma fuente, corresponden a esta clasificación de tierras, aquellas en las que la proporción entre la precipitación anual y la evapotranspiración potencial se encuentra entre 0,05 y 0,65, excluidas las regiones polares y subpolares.

El Gobierno Ecuatoriano, interesado por la situación ambiental del país, participó activamente en la preparación de dicha Convención y la suscribió. La Convención recibió la aprobación legislativa, que fue ratificada por el Poder Ejecutivo y publicada en el Registro Oficial N° 775 con fecha 6 de septiembre de 1995. Al firmar esta Convención, el Estado se comprometió a desarrollar el Programa de Acción Nacional de Lucha contra la Desertificación y Mitigación de la Sequía (PAND), cuyo proceso inició en octubre de 1995, y que actualmente está a cargo de la Secretaría de Cambio Climático del Ministerio del Ambiente.

En su texto, Morales (2012), establece que las estimaciones sobre las pérdidas de Valor Bruto de Producción (VBP) debido a la degradación de las tierras en Ecuador, ascienden aproximadamente al 7.6% del VBP agrícola, que es el resultado de las pérdidas ponderadas de 10% para la Costa y 6.3% para la Sierra. Adicionalmente, indica que a nivel provincial,

“Manabí es la más afectada”, seguida por El Oro, Imbabura, Loja y Guayas. Por otra parte, INEFAN (1995), indica que la pérdida de la capacidad productiva del suelo, en el país, se manifiesta en una alta tasa de pérdida de suelo netamente agrícola de 80Tn/año.

En consideración a lo citado en el párrafo anterior, en donde se identifica a Manabí como una de las provincias que presentan áreas con este problema ambiental, se ha establecido a tres cuencas hidrográficas, de esta unidad territorial, como el área de estudio para identificar áreas vulnerables a la desertificación, que son las cuencas de los ríos Manta, Jaramijó y Portoviejo.

En el Ecuador se han desarrollado varios estudios, diagnósticos y/o estrategias acerca de la desertificación, enmarcados en el PAND, liderados por el Ministerio del Ambiente, con colaboración de Universidades, Gobiernos Autónomos Descentralizados (GAD's), Organizaciones No Gubernamentales (ONG's), entre otros; sin embargo, todos estos estudios han actuado sobre áreas o zonas probables que presenten desertificación, identificadas de manera empírica, sin haber establecido una metodología que determine las variables o factores que influyan en este proceso de degradación del suelo.

Por otra parte, cabe indicar, que en nuestro país, se han desarrollado metodologías y aplicado modelos cartográficos para la identificación de vulnerabilidad o susceptibilidad a amenazas, por ejemplo a: inundaciones, erosión, peligros volcánicos, entre otros. Sin embargo, para el tema relacionado con la desertificación no se ha definido un modelo específico, únicamente se han considerado indicadores relacionados a este problema. Por ejemplo la erosión, deforestación, sobre pastoreo, entre otros; sin considerar que cada uno de estos, representan únicamente una parte del problema integral que es la desertificación.

Otra causa, por la que no se ha establecido un modelo integral de desertificación ha sido la inexistencia de información cartográfica, insumo indispensable para identificar la vulnerabilidad a cualquier evento natural, ya que este tipo de información permite evaluar el comportamiento de las variables de manera espacial. Sin embargo, desde el año 2009, el Instituto Espacial Ecuatoriano (IEE), conjuntamente con otras instituciones, entre ellas el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP), se encuentran desarrollando el Proyecto de Generación de Geo información para la Gestión del Territorio a Nivel Nacional, Escala 1:25 000.

El Proyecto de Desertificación y Uso del Suelo en el Mediterráneo (MEDALUS), por sus siglas en inglés (Mediterranean Desertification and Land Use), desarrollado por la Unión Europea – UE, durante la década de los '90, cuyo informe final fue presentado en 1999, permite la identificación de la vulnerabilidad a la desertificación, a partir de la evaluación de la calidad del suelo, clima, vegetación y gestión del territorio, las cuales, en su conjunto, permiten identificar Áreas Ambientalmente Sensibles (AAS) al proceso de desertificación.

Con estos antecedentes, y en consideración de que en el país no se ha establecido una metodología integral, que permita determinar áreas vulnerables a la desertificación, y que la metodología MEDALUS, reúne varias de las principales causas identificadas para este fenómeno, según el V Informe Nacional y Actualización del Programa de Acción Nacional de Lucha Contra la Desertificación, generado por el MAE. Adicionalmente se cuenta con información geográfica necesaria, se establecerá un modelo integral de evaluación para la desertificación, basado en esta metodología, adaptado a las condiciones propias del área de estudio, como una propuesta para su aplicación a nivel nacional.

En este contexto, el presente documento se encuentra dividido en cinco capítulos, cada uno de los cuales representan un insumo para cumplir con el objetivo planteado que es la propuesta de un modelo integral que permita la identificación de las áreas vulnerables a la desertificación, tomando en consideración variables de tipo biofísico y socioeconómico. Así el primer capítulo, presenta todo el marco teórico y conceptual sobre el cual se desarrolla esta investigación, incluye la definición del proceso de la desertificación como un problema ambiental, con el correspondiente contexto a nivel mundial, regional, nacional y local; por otra parte, se presenta el papel que tiene la Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación (CNULD), en consideración a que el Ecuador forma parte de esta Convención. Adicionalmente, se presenta la definición de peligro, amenaza, vulnerabilidad y riesgo; y también lo referente a la metodología que se aplicará (MEDALUS) y finalmente a los Sistemas de Información Geográfica (SIG), como herramienta de integración y análisis para la identificación de las Áreas Ambientalmente Sensibles a la Desertificación (AAS).

En el segundo capítulo, se realiza la descripción del área de estudio, dividida en tres secciones, el componente biofísico, socioeconómico y sociodemográfico. A partir de este capítulo, se identificarán las variables que formarán parte del modelo integral de evaluación para la desertificación. El siguiente capítulo, presenta la aplicación de la metodología MEDALUS, con la evaluación de las variables propuestas originalmente y la respectiva validación y adaptación a las características e información disponible para el área de estudio. En este capítulo, se incluye el papel de los SIG, y los procesos seleccionados, donde el álgebra de mapas, constituye el principal. En el capítulo cuatro, se realiza la discusión de resultados obtenidos, a partir de la aplicación de la metodología propuesta, a nivel de cada uno de los índices de calidad: suelo, clima, vegetación y gestión del territorio, con la respectiva integración de estos para finalmente obtener un mapa con la identificación de las Áreas Ambientalmente Sensibles a la Desertificación. Finalmente, en el último capítulo, se presentan las respectivas conclusiones y recomendaciones de la investigación.

OBJETIVOS

GENERAL

Implementar un modelo integral, que incluya variables biofísicas y socioeconómicas, para la identificación de áreas vulnerables a la desertificación en las cuencas de los ríos Manta, Jaramijó y Portoviejo, Escala 1:25 000.

ESPECÍFICOS

- Caracterizar la zona de estudio en sus componentes biofísico y socioeconómico
- Adaptar y aplicar la metodología del proyecto MEDALUS para la identificación de las áreas vulnerables a la desertificación.
- Identificar áreas de vulnerabilidad a la desertificación de las cuencas de los ríos Manta, Jaramijó y Portoviejo, Escala 1:25000.
- Proponer estrategias de manejo sustentable en las áreas de vulnerabilidad a la desertificación identificadas.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1 LA DESERTIFICACIÓN COMO PROBLEMA AMBIENTAL

Quezada y Varnero (2005), exponen que el crecimiento económico de los países en desarrollo se basa principalmente en la explotación de los recursos naturales, la cual se realiza bajo un principio de maximización de los beneficios en el corto plazo, sin considerar su sostenibilidad en el tiempo, para lo cual se utilizan métodos de explotación agresivos que tienen como consecuencia un rápido agotamiento de los recursos y la consecuente degradación de los ecosistemas. De la misma manera, manifiestan que esta situación, se agudiza en las tierras secas, que son áreas donde las lluvias son reducidas o inexistentes y en las que se desarrollan sistemas ecológicos y físicos frágiles, que dificulta y limita las actividades agropecuarias, que asociadas a malas prácticas pueden desencadenar en un proceso de desertificación.

En este contexto, el Programa de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo (PNUMA), durante la Cumbre de la Tierra realizada en Río de Janeiro en 1992, identificó a la desertificación como el problema ambiental y de desarrollo más grave que vive la humanidad, tomando en cuenta que amenaza la subsistencia de más de 1,000 millones de personas en unos 100 países. Adicionalmente, se determinó que este proceso afecta a un 25% de la superficie terrestre del planeta y que ocurre en todo el mundo a ritmo acelerado.

De esta manera, esta Convención, manifestó su preocupación por el fracaso de los esfuerzos previos desarrollados en la lucha contra la desertificación y mitigación de las sequías, e hizo un llamado para la preparación de una Convención Internacional de Lucha contra la Desertificación.

El texto original de la Convención y los anexos correspondientes a América Latina y el Caribe, África, Asia y Región Mediterránea fueron preparados por un Comité Intergubernamental de Negociación de acuerdo con la resolución de la Asamblea General de las Naciones Unidas 47/1-88 del 22 de diciembre de 1992, y fue abierta para la firma en octubre de 1994. La Convención y la comunidad internacional han reconocido a la desertificación y a sequía¹ como graves problemas que trascienden las fronteras de los países y cuyos efectos inciden en todas las regiones del mundo. A su vez estos problemas

¹ Fenómeno que se produce naturalmente cuando las lluvias han sido considerablemente inferiores a los niveles normales registrados, causando un agudo desequilibrio hídrico que perjudica los sistemas de producción de recursos de tierras (CNUCLD, 1994)

están íntimamente relacionados con la pobreza y la falta de un desarrollo sustentable y tienen su origen en complejas interacciones de factores físicos, biológicos, políticos, sociales, culturales y económicos. Así, la Convención resalta la necesidad de que la comunidad internacional aúne esfuerzos para luchar contra la desertificación y mitigar los efectos de la sequía. El objetivo de esta Convención, conforme lo cita en la Asamblea General de su creación, es la siguiente:

Luchar contra la desertificación y mitigar los efectos de la sequía en los países afectados por sequía grave o desertificación, en particular en África, mediante la adopción de medidas eficaces en todos los niveles, apoyadas por acuerdos de cooperación y asociación internacionales, en el marco de un enfoque integrado acorde con el Programa 21, para contribuir al logro del desarrollo sostenible en las zonas afectadas. (CNULD, 1994)

Así, el Gobierno Ecuatoriano, interesado por la situación ambiental del país, participó activamente en la preparación de dicha Convención y la suscribió. La Convención recibió la aprobación legislativa, que fue ratificada por el Poder Ejecutivo y publicada en el Registro Oficial N° 775 con fecha 6 de septiembre de 1995. Al firmar esta Convención, el Estado se comprometió a desarrollar el Programa de Acción Nacional de Lucha contra la Desertificación y Mitigación de la Sequía - PAND, cuyo proceso inició en octubre de 1995, y que actualmente está a cargo de la Secretaría de Cambio Climático del Ministerio del Ambiente.

La Convención de las Naciones Unidas de Lucha Contra la Desertificación (CNULD), para el seguimiento respectivo a los países que forman parte de esta Convención, estableció objetivos estratégicos y objetivos operacionales, que sirven de referente para la evaluación del desempeño de cada uno de los miembros de la Convención. Específicamente el objetivo operacional 3 de la CNULD: Ciencia, tecnología y conocimientos, tiene como resultados esperados identificar la vulnerabilidad a la desertificación, que considere a los factores biofísicos y socioeconómicos y sobre sus interacciones en las zonas afectadas para perfeccionar el proceso de adopción de decisiones.

De esta manera, Ecuador, desde 1996, ha presentado cinco informes relacionados con esta temática, siendo el último, en el año 2012, donde se evalúan las actividades, iniciativas, programas, contribuciones de las fuentes públicas, entre otros, relacionados con esta temática.

La Convención de las Naciones Unidas para la Lucha contra la Desertificación -CNULD (1994) define a la desertificación como “la degradación de las tierras de zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas, resultante de diversos factores, tales como las variaciones climáticas y las actividades humanas”, entendiéndose a zonas áridas, semiáridas y

subhúmedas secas, aquellas en las que la proporción entre la precipitación anual y la evapotranspiración potencial está comprendida entre 0,05 y 0,65.

En este punto, es importante recalcar que el proceso de desertificación, no debe ser confundido con términos como sequía o desecación. De esta manera, Hulme et al. (1993), citado por Guerrero (1997), sostiene que la sequía se refiere a un período de dos años o más con promedios de lluvia ínfimos, y la desecación en cambio es la aridización resultante por un periodo de sequedad una década o más; así, tanto la sequía como la desecación no son la causa directa de la desertificación, pero si la aceleran o la amplifican.

Las causas para que se presente el proceso de desertificación en un área determinada, son variadas, de acuerdo a diferentes estudios que se han realizado; sin embargo, todos los clasifican en dos grupos, aquellos que se refieren a las características biofísicas de un territorio y las actividades humanas que se desarrollan sobre el mismo. Así por ejemplo, Quezada y Varnero (2005) sustentan que no es posible comprender la dinámica de la desertificación tomando en consideración únicamente la dimensión ambiental (componente biofísico), sino que por el contrario, las actividades humanas y la presión que ejercen sobre los recursos naturales también deben ser evaluadas, concluyendo de esta manera que la sociedad es el origen y destino de los fenómenos que ocasionan la degradación del territorio y de la calidad de vida de las personas que habitan en él.

En su texto, el PNUMA (1999) identifica como los principales procesos nocivos relacionados con la desertificación a la degradación de la cobertura vegetal, erosión hídrica y eólica, salinización, reducción de la materia orgánica del suelo, encostramiento, y compactación. Por otra parte, con relación a las consecuencias sociales asociadas a este fenómeno, la CNULD (1994), enumera a los siguientes problemas: disminución de la producción de alimentos, aumento de la pobreza, reducción de la resiliencia² de las tierras derivada de la variabilidad climática y la productividad, las cuales se resumen en el deterioro de la calidad de vida de la población.

1.1.1 ZONAS ÁRIDAS, SEMIÁRIDAS Y SUBHÚMEDAS

La desertificación, es un proceso de degradación que se presenta en las tierras secas, las cuales incluyen a las tierras áridas, semiáridas y sub-húmedas secas, por lo cual es importante tener en cuenta la definición de cada una de ellas, para lo cual se ha considerado la comparación entre dos parámetros climáticos que son la precipitación y la evapotranspiración potencial. A continuación la definición de cada una de ellas, dadas por la CNULD:

a. Tierra árida: Área que tiene una baja relación de precipitación y evapotranspiración potencial ($P/PET = 0,03 - 0,20$). Como resultado, las zonas áridas son regiones de baja

² Capacidad de un ecosistema, para recuperarse o sobreponerse ante la intervención o interrupción de sus procesos naturales y retornar a sus condiciones originales.

productividad biótica y que corresponden a áreas de tierra seca con especies anuales y perennes, que en su forma natural, generalmente, pueden sostener un extenso pastoreo de ganado pero no agricultura de secano.

b. Tierra semiárida: Área con una relación de precipitación a evapotranspiración potencia correspondiente a $P/PET = 0,20 - 0,50$ y una cobertura de vegetación natural herbácea discontinua con una frecuencia mayor de especies perennes que las zonas áridas. Esta zona normalmente puede sostener agricultura de secano y actividades de crianza de ganado con tasas de crecimiento adecuadas que permitan sostener la producción.

c. Tierra sub-húmeda seca: Área con una relación de precipitación a evapotranspiración potencial correspondiente a $P/PET = 0,50 - 0,65$ cubierta con zonas pequeñas de vegetación natral que son más densas. La agricultura en secano es común, para cultivos adaptados a sequías ocasionales.

En el siguiente cuadro se identifica las tierras secas a nivel mundial, según un estudio realizado por el PNUMA:

Cuadro 1.- Porcentaje por tipo de tierras secas a nivel mundial

Tierras Secas	Índice de aridez (IA)*	Porcentaje a nivel mundial
Áridas	0,03 - 0,20	12,1
Semiáridas	0,20 - 0,50	17,7
Subhúmedas secas	0,50 -0,65	9,9
Total		39,7
* IA= Precipitación media anual/Evapotranspiración potencial		

Fuente: Tierras secas mundiales, PNUMA, 2010

1.1.2 AMBITO MUNDIAL, REGIONAL, NACIONAL Y LOCAL

Según datos de las Naciones Unidas, al año 2010, del 40% de tierras secas identificadas a nivel mundial, alrededor del 10% de éstas, sufren ya una o más formas de degradación del suelo, comprometiendo los medios de vida de prácticamente mil millones de personas en unos 100 países que se ven amenazados por la desertificación, lo cual tiene como efecto el desplazamiento interno y la migración internacional de las personas.

Adicionalmente, (FIDA, 2010, “Desertificación”, párr. 3) expresa que a nivel mundial se pierden anualmente unos 12 millones de hectáreas a causa de la degradación de la tierra, que representa anualmente pérdidas de ingresos por un valor de 42.000 millones de dólares; por otra parte, también identifica que la desertificación constituye una amenaza para la diversidad biológica, con la consecuente presencia de episodios de hambruna prolongados en países ya empobrecidos, que no están en capacidad de soportar un nivel elevado de

pérdidas agrícolas, que ocasiona, generalmente que los habitantes de estas zonas migren a otras tierras y a las ciudades en busca de mejorar la calidad de vida.

La desertificación en América Latina y el Caribe (ALC) afecta cerca del 28 por ciento de la tierra – tierras secas, áridas, semi áridas y sub-húmedas – en donde se concentra una población de 125 millones de personas, que incluye el 60 por ciento de los habitantes más pobres de la región. Se estima que las pérdidas económicas como resultado de los problemas relacionados con la desertificación en los países de la región ascienden a mil millones de dólares anuales. Esta cifra aumenta a 4,8 mil millones de dólares si se incluyen las pérdidas causadas por la sequía. (CNUCLD,s.f. “Programa ALC, párr. 1)

Con relación al estado de la desertificación en el país, de toda la bibliografía consultada, se presenta diversidad de cifras; debido a la inexistencia de un modelo que permita identificar de manera objetiva este fenómeno, ya que todas las estimaciones realizadas se desprenden de observaciones subjetivas, determinaciones empíricas o variables asociadas, como por ejemplo: áreas con susceptibilidad a erosión, áreas con pastos, zonas o cantones que registran mayor pobreza (expresado en Necesidades Básicas Insatisfechas – NBI); sin considerar, como se ha mencionado en acápites anteriores, que la desertificación se presenta como un proceso complejo que incluye variables biofísicas y socioeconómicas.

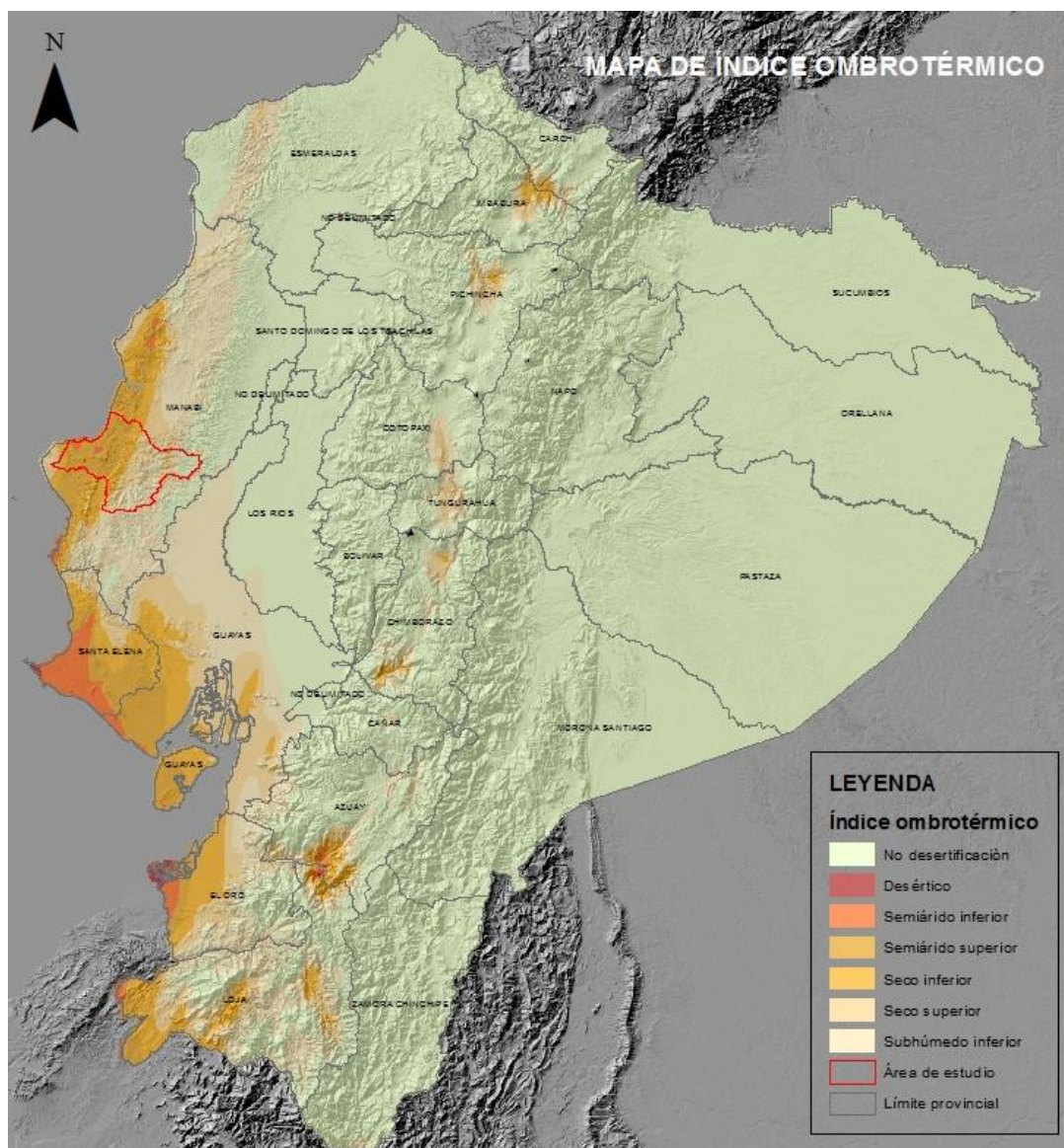
En este contexto, se han presentado algunas aproximaciones, como la presentada por el Ministerio del Ambiente (MAE, 2004), como parte del Informe del Programa de Acción Nacional de Lucha contra la Desertificación y Mitigación de la Sequía, en donde se utilizó la clasificación de los ecosistemas ecuatorianos en zonas de vida, con el Sistema de Holdrige, realizada por Cañadas en el año de 1983. En base a esta clasificación, el Ecuador presenta 25 zonas de vida, de las cuales, 11 corresponden a zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas, las que de acuerdo al criterio definido por la CNUCLD, correspondería a las tierras secas, que constituyen las áreas de degradación dentro de la conceptualización de desertificación. Así, se concluiría que alrededor de 3'144.172 hectáreas corresponden a tierras secas (que estarían expuestas a la desertificación), que representan el 12% del territorio nacional.

La información citada en el párrafo anterior, si bien corresponde a un referente, este se encuentra desactualizado, por lo que se ha considerado al estudio realizado por el MAE, en el año 2013, para el Sistema de Clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental, en lo relacionado con el mapa del índice ombrotérmico anual³, que identifica las áreas resultado de la relación entre la precipitación con las temperaturas medias anuales. Como resultado de este análisis, se establecieron 12 categorías de ombrotipos existentes en el

³ “Mide la disponibilidad relativa y efectiva del monto anual de la precipitación en relación a las temperaturas medias anuales”. MAE, Modelo Bioclimático del Ecuador Continental, 2013, p. 28.

Ecuador Continental, de los cuales 6, corresponden a las áreas áridas, semi áridas y sub húmedas secas, que se consideran para la degradación por desertificación. Estas clases de ombrotipos son: desértico, semiárido inferior, semiárido superior, seco inferior, seco superior y subhúmedo inferior, los cuales suman aproximadamente 5'129.859 de hectáreas que representa el 20% del país. En el siguiente mapa, se muestra su distribución espacial a nivel nacional.

Mapa 1.- Mapa de Índice Ombrotérmico a Nivel Nacional



Fuente: MAE, 2013, *Sistema de Clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental*
Elaboración: Rumazo, N., 2014

Con relación al contexto local, Manabí, por sus condiciones climáticas, constituye una de las zonas afectadas por la desertificación. Esta provincia, por su ubicación geográfica presenta una dependencia hídrica debido a que se encuentra marginada al norte y este, por

los ríos que conducen a Esmeraldas y Guayas. Igualmente la conformación orográfica, ha impedido el desarrollo de cursos de aguas extensos; más bien se multiplican pequeños valles en los que corren ríos y esteros hacia el Océano Pacífico en caudales estacionales procedentes de los excedentes de agua de lluvia en las áreas de aporte. Todos estos antecedentes indican que uno de los problemas más relevantes de Manabí es la insuficiencia de agua disponible, cuyo problema se ha agudizado con el crecimiento de la población urbana.

Guerrero (1997), sostiene que los principales agentes que intervienen en el proceso de desertificación en la provincia de Manabí, están relacionados con: i) desconocimiento de la técnica de uso y manejo adecuado de los suelos y aplicación correcta de dosis de pesticidas y fertilizantes, por parte de los productores, ii) malas prácticas de cultivos realizados como la quema de la biomasa, siembra a favor de la pendiente, mecanización agrícola; iii) deforestación del 85% de los suelos, ausencia de reforestación, presencia de erosión, falta de explotaciones sostenible de especies maderables. Así lo ratifica el V Informe Nacional y Actualización del Programa de Acción Nacional de Lucha Contra la Desertificación, Degradación de Tierras y Sequía, entregado por el Ministerio del Ambiente, en su calidad de Punto Focal Nacional de la CNUCLD, presentado en octubre del año 2012, en donde se indica:

En nuestro país el problema de la desertificación y la degradación de los suelos avanza a una velocidad asombrosa, tres provincias, una en la región costanera y dos en la región andina, son consideradas las más afectadas, Manabí para la primera, Chimborazo y Loja para la segunda. (González, 2012)

1.2 AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO

Según la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos –SNGR, el Ecuador constituye uno de los países de la región con mayor probabilidad de desastres tanto por el incremento de condiciones de vulnerabilidad (inadecuado uso del suelo, densidad poblacional, incremento de la frontera agrícola) otros de origen geológico, como sismos, erupciones volcánicas, deslaves o deslizamientos de tierra; y aquellos asociados a fenómenos meteorológicos (lluvias intensas o sequías extremas). En este contexto, es importante identificar y clarificar los conceptos asociados a esta situación, en donde las definiciones de amenaza, vulnerabilidad y riesgo son indispensables.

Para Lavell (1991), **una amenaza (peligro)**, se define como un factor de riesgo derivado de la probabilidad de que un fenómeno de posibles consecuencias negativas, se produzca en un determinado tiempo y lugar. No existe amenaza sin vulnerabilidad. Tradicionalmente se ha clasificado a la amenaza en tres tipos: naturales, antrópicas, y socio – naturales.

Por otra parte, **la vulnerabilidad**, “es la condición en virtud de la cual una población está o queda expuesta frente a una amenaza. Está asociada a la idea de exposición y susceptibilidad. En una visión activa, hace referencia a la capacidad de una comunidad para recuperarse de los efectos de un desastre (resiliencia)” (Lavell, 1991). Adicionalmente, la

SNGR, indica que la vulnerabilidad es la combinación de diferentes factores ambientales, funcionales, sociales, económicos, institucionales, educativos, etc., donde se encuentra la injerencia de lo social para convertirse en riesgo. Así, esta definición es la que se va a tomar en cuenta durante el desarrollo de la presente investigación.

Finalmente *el riesgo*, según Lavell (1991), se lo considera como la “probabilidad de que ocurra un desastre. Se presenta como el resultado de la coexistencia de la amenaza (factor externo), y la vulnerabilidad (factor interno) en un momento dado y en un espacio determinado. Por ello se dice que el riesgo es función de la amenaza y la vulnerabilidad”.

La interrelación de definiciones establecidas para amenaza, vulnerabilidad y riesgo, se esquematizan en la (Figura 1.1):

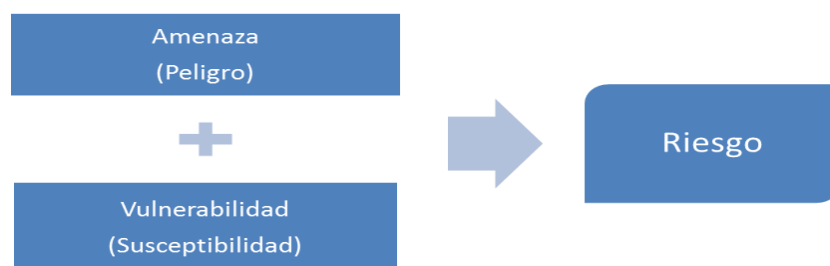


Figura 1.- Relación entre Amenaza, Vulnerabilidad y Riesgo

1.3 CUENCA HIDROGRÁFICA

Montúfar (2012), sostiene “una cuenca hidrográfica es la superficie de terreno definida por un patrón de escurrimiento del agua, es decir, es el área de un territorio que desagua en una quebrada, río, lago, pantano, mar o acuífero subterráneo” (p.5).

Por otra parte, Maas, (2005), define a la cuenca como una especie de embudo natural, cuyos bordes son los vértices de las montañas, denominada como la línea de divorcio de las aguas (*divortium aquarum*), entendiendo ésta como la cota o altura máxima que divide dos cuencas contiguas.

De esta manera, (Dourojeanni *et al.* 2002), citado por Montúfar (2012), establece que esta unidad territorial (cuenca hidrográfica), de manera independiente o interconectada con otras, es la más aceptada para la gestión integrada de los recursos naturales, especialmente los hídricos. En este sentido, aunque es un territorio delimitado naturalmente, la cuenca hidrográfica posee connotaciones amplias dependiendo de los objetivos que se persiga.

Así, específicamente en el Ecuador, la gestión de cuencas hidrográficas se encuentra amparada en la ley, así el Código Orgánico de Organización Territorial y Descentralización – COOTAD, en su Art. 132, párrafo segundo, establece:

En el ejercicio de esta competencia le corresponde al gobierno autónomo descentralizado regional, gestionar el ordenamiento de cuencas hidrográficas mediante la articulación efectiva de los planes de ordenamiento territorial de los gobiernos autónomos descentralizados de la cuenca hidrográfica respectiva con las políticas emitidas en materia de manejo sustentable e integrado del recurso hídrico.

1.4 IDENTIFICACION DE ÁREAS VULNERABLES A LA DESERTIFICACIÓN

El proceso de desertificación contempla la interrelación de variables (biofísicas y socioeconómicas) y el respectivo estado o características de las mismas, que confluyen en una determinada área o espacio geográfico. De esta manera, para realizar la concerniente evaluación, es necesario aplicar un modelo. Así Cuevas (s.f), señala: “Un modelo es una representación ideal de un sistema y la forma en que este opera. El objetivo es analizar el comportamiento del sistema o bien predecir su comportamiento futuro” (p.1). A la definición citada, se puede agregar, que debido a que el modelo corresponde a una abstracción del sistema, para aproximarse a la realidad, se utilizan suposiciones y restricciones y así representar lo más relevante del sistema como tal.

Existen varias clasificaciones de modelos, así de varias fuentes consultadas, se ha tomado como referente la realizada por Ibañez (2008, “Concepto y Tipos de Modelos Científicos, párr. 6), donde cita los siguientes: conceptuales, semánticos, físicos, analógicos, matemáticos y computacionales, lo cual lleva a determinar que un modelo puede pasar desde un simple esquema mental, hasta los sofisticados modelos de simulación numérica. Cada uno de estos modelos tiene sus características o definiciones específicas, sin embargo, todos tienen en común, la manera de representación de los datos de ingreso y salida y la estructura interna que manejará los mismos, a partir de la cual se determina el tipo de modelo a implementarse. En el siguiente cuadro, se presenta la definición para los tipos de modelos mencionados:

Cuadro 2.- Definición de Tipos de Modelos Científicos

Tipo de Modelo Científico	Definición
Modelo Conceptual	Representaciones mentales de rasgos y procesos.
Modelo Semántico	Formalización lingüística de la representación mental. (M. Conceptual)
Modelo Físico	Se basan en estructuras materiales construidas en el laboratorio

Modelo Analógico	para simular el comportamiento de un sistema real. Si utilizan los mismos materiales que en el sistema real corresponden al Modelo Físico; si se utilizan materiales distintos, se denomina Modelo Analógico.
Modelo Matemático	Sistemas de ecuaciones y proposiciones lógicas que intentan representar las relaciones entre variables y parámetros.
Modelo Computacional	Cuando se acude al uso de ordenadores.

***Fuente:** Concepto y Tipos de Modelos Científicos, Ibañez, 2008*

Del listado de modelos citados, para el desarrollo de la presente investigación, se tomará al modelo matemático. En su contexto, Cuevas (s.f), sostiene que para este tipo de modelo, se aplica una técnica matemática, a partir de la cual se obtiene una representación simbólica de la realidad que se desea representar, que pueden ser expresadas a través de letras, números y operaciones con sus respectivas variables, magnitudes y sus relaciones.

Por otra parte, Ibañez (2008, “Concepto y Tipos de Modelos Científicos”, párr. 7), define a los modelos matemáticos como sistemas de ecuaciones y proposiciones lógicas que tienen como objetivo representar las relaciones entre variables (propiedades mensurables del sistema cuyas magnitudes varían en el tiempo) y parámetros (cantidades temporalmente invariables que caracterizan al sistema); y además menciona que si en la elaboración de este tipo de modelos, se sustenta en el uso de ordenados, se trataría de modelos computacionales. A su vez, el mismo autor, subdivide a los modelos matemáticos en: deterministas, probabilísticos y de optimización.

De los tres modelos matemáticos citados, Ibañez, (2008), identifica que en la actualidad, son utilizados con mayor frecuencia los de tipo determinista (lineales o no lineales-caóticos), los cuales se caracterizan por requerir de un gran número, variedad y sofisticación de variables y datos, así como largos procesos de computación.

En consideración a lo expuesto por Cuevas e Ibañez, se concluye que el tipo de modelo a utilizarse para la identificación de áreas vulnerables a la desertificación, correspondería a uno de tipo matemático determinista computacional, en consideración de que utilizarán números y operaciones para un gran número de variables, las cuales serán ingresadas en un Sistema de Información Geográfica – SIG.

Con relación a la conceptualización de modelo y su clasificación, los autores consultados (Cuevas e Ibañez), coinciden en que la precisión del modelo, depende de los datos necesarios y suficientes; así como de su confiabilidad.

Las conclusiones que se pueden obtener de un modelo, tan solo son válidas si sus premisas lo son, así como si se ha hecho uso de los datos necesarios y suficientes. El problema estriba es que muy a menudo la naturaleza es demasiado compleja como para poder captarse por un mero modelo. Por tanto, son aproximaciones a la realidad que deben considerarse como hipótesis científicas, hasta que sean corroboradas por evidencias empíricas suficientes. (Ibañez, 2008, “Concepto y Tipos de Modelos Científicos”, párr. 4)

Luego que se ha identificado, el tipo de modelo a implementarse (matemático determinista), se ha seleccionado como metodología a la aplicada en el Proyecto de Desertificación y Uso del Suelo en el Mediterráneo (MEDALUS), por sus siglas en inglés (Mediterranean Desertification and Land Use), desarrollado por la Unión Europea – UE, durante la década de los '90, cuyo informe final fue presentado en 1999, el cual permite la identificación de la vulnerabilidad a la desertificación, a partir de la evaluación de la calidad del suelo, clima, vegetación y gestión del territorio, a las cuales las denomina Áreas Ambientalmente Sensibles – AAS.

Adicionalmente, y como sustento al principio de evaluación de la calidad de los factores citados en el párrafo anterior, se puede señalar la conceptualización dada por la FAO para la definición de la desertificación, como se presenta a continuación:

La desertificación es el conjunto de factores geológicos, climáticos, biológicos y humanos que provocan la degradación de la calidad física, química y biológica de los suelos de las zonas áridas y semiáridas poniendo en peligro la biodiversidad y la supervivencia de las comunidades humanas. (FAO, s.f., “Desertificación”, párr. 4)

El Proyecto MEDALUS, permite la identificación de áreas vulnerables o sensibles a la desertificación mediante la aplicación de indicadores biofísicos y socio-económicos, a través de la implementación de cuatro índices de calidad de factores relacionados que intervienen directamente en este problema ambiental, que son: suelo, clima, vegetación y gestión del territorio. La metodología desarrollada en este proyecto, inicialmente fue aplicada en Grecia (Isla de Lesbos), Italia (Cuenca del Agri en Basilicata) y Portugal (Región del Alentejo), para posteriormente ser replicada en varias regiones de España, por ejemplo; y también en países de América, como Venezuela.

Kosmas et al. (2002), en el Proyecto de Desertificación y Uso del Suelo en el Mediterráneo – MEDALUS, define áreas ambientalmente sensibles (AAS) en función de las etapas de degradación de la tierra:

- a) Zonas altamente degradadas a través del mal uso de la vegetación, generando riesgos ambientales en áreas circundantes.
- b) Áreas en las cuales sólo un delicado cambio en el balance entre la actividad natural y la humana probablemente de paso a la desertificación.

c) Regiones con riesgo bajo cambios significativos de clima, si una particular combinación de uso de la tierra es aplicada, el impacto puede producir daños severos.

Además, Kosmas et al. (2002), para la definición de las AAS, establece que para este nivel de estudio se deberá tomar como área de investigación a una provincia o cuenca hidrográfica (500-5.000 km²), a escalas 1:25.000 a 1:50.000, con apoyo fundamental de los Sistemas de Información Geográfica – SIG e investigación de campo. Adicionalmente, establece que las AAS, corresponden a una *aproximación multifactorial*⁴ basada tanto en conocimientos generales como locales de los procesos ambientales actuantes, que el autor evalúa a través de la implementación de cuatro índices de calidad de factores: i) Índice de calidad de suelos; ii) Índice de calidad de clima; iii) Índice de calidad de vegetación; iv) Índice de calidad de la gestión del territorio, cada uno de los cuales está conformado por sus respectivas variables, como se muestra en la (Figura 1.2):

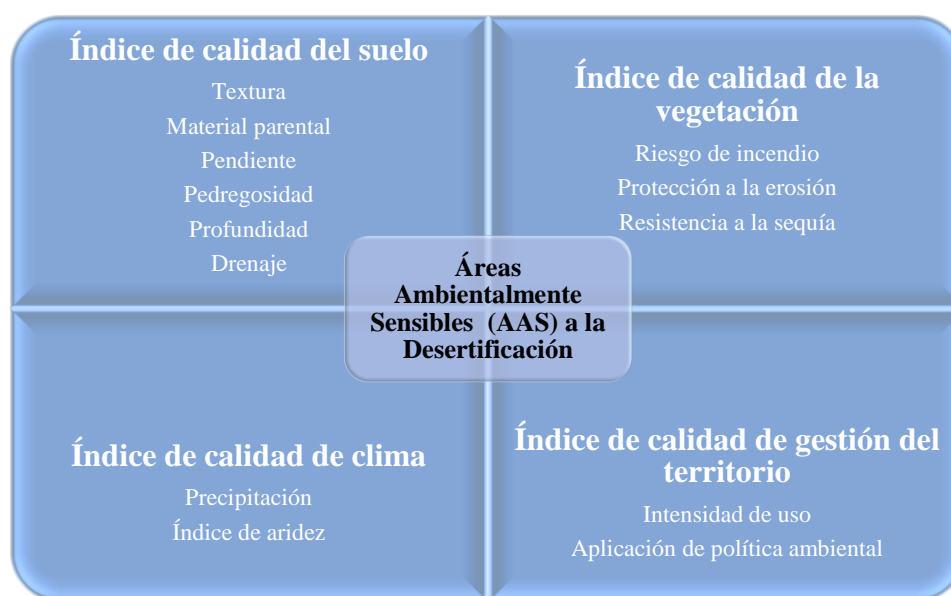


Figura 2. Variables que conforman los Índices de calidad

A continuación se describe los Índices de calidad propuestos con los respectivos componentes para cada uno:

- Índice de calidad de suelos - ICS

ICS: $(\text{Textura} * \text{material parental} * \text{fragmento de roca} * \text{profundidad} * \text{pendiente} * \text{drenaje})^{1/6}$

⁴ Representación inexacta de un fenómeno (desertificación), que utiliza varios factores que se relacionan entre sí.

- Índice de calidad de clima – ICC

$$ICC = (\text{precipitación} * \text{aridez})^{1/2}$$

- Índice de calidad de vegetación – ICV

$$ICV = (\text{Riesgo de incendio} * \text{protección contra la erosión} * \text{resistencia a la sequía})^{1/3}$$

- Índice de calidad de manejo (gestión del territorio) – ICM

$$ICT = (\text{Intensidad de uso} * \text{aplicación de política ambiental})^{1/2}$$

Luego de estimar la calidad del clima, suelo, vegetación y manejo, se utilizaron los cuatro indicadores derivados para calcular el IAASD, según la siguiente relación:

$$IAASD = (ICS * ICC * ICV * ICM)^{1/4}$$

Dónde:

IAASD = índice de áreas ambientalmente sensibles a la desertificación;

ICS = índice de calidad de suelos;

ICC = índice de calidad de clima;

ICV = índice de calidad de vegetación;

ICM = índice de calidad de manejo (Kosmas et al., 1999).

1.5 SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

La identificación de áreas vulnerables a cualquier amenaza o peligro natural (en este caso la desertificación) conlleva la evaluación de diferentes variables en una determinada unidad espacial, para lo cual es necesario contar con la cartografía o mapeo de cada una de ellas. Así, aunque existan los conocimientos y los datos básicos en forma de mapas, documentos y estadísticas, a menudo falta un enfoque sistemático. La cantidad de información necesaria para la identificación de peligros naturales, sobrepasa la capacidad de los métodos manuales y hace casi obligatorio el uso de técnicas computarizadas. Bajo esta concepción, es imprescindible el uso de los Sistemas de Información Geográfica – SIG, actuando como una herramienta para recolectar, organizar, analizar y presentar datos y que a su vez permiten realizar la estimación o influencia de cada variable identificada de manera integral (sobre posición de capas temáticas).

De acuerdo al Glosario de Términos, de los Estándares de Información Geográfica para el Ecuador, publicado por el Consejo Nacional de Geoinformación – CONAGE, (2013), un SIG, está definido como la “Integración organizada de datos, tecnología (software y hardware), y personal especializado para de la captura, almacenamiento, representación y análisis de información espacialmente referenciada”. (pag.122). El SIG constituye un

puente de soporte para la toma de decisiones entre el mundo real y el usuario, como se muestra en la (Figura 1.3)

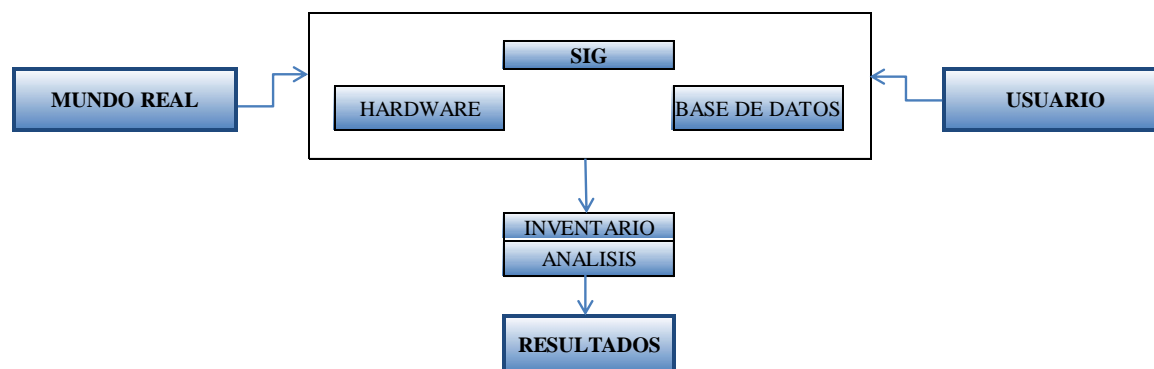


Figura 3. Funcionamiento de los Sistemas de Información Geográfica – SIG

Fuente: Revista CENPER, 1998

Dentro de las diferentes actividades y procesos que son ejecutados por un Sistema de Información Geográfica, estas pueden ser clasificadas en tres fundamentales: i) Visualización de datos en forma espacial; ii) Análisis de información; iii) Modelamiento de información. De esta manera, los datos con su respectiva georeferenciación, permitirán la visualización, y a su vez la sobre posición de capas para una determinada área geográfica. Adicionalmente, se puede obtener información de las bases de datos que caracteriza a las entidades gráficas, que a su vez permiten realizar consultas en función de un criterio de selección. También se generan mapas de salida que tienen el compendio de la temática que se desea representar, acompañado de simbología, leyenda, entre otros.

El segundo grupo de procesos corresponde a los relacionados con el análisis de información, el cual según Mitchel (1999) corresponde a un proceso que consiste en buscar, en la información geográfica, patrones y relaciones entre las características. En este contexto, Reyna (2005) acuña el término de Análisis Exploratorio de Datos Espaciales (ESDA) que lo define como “la cualidad interactiva de los SIG de acceder a bases de datos de diferentes subsistemas y al mismo tiempo mostrar la visualización de estos rasgos geográficamente y apoyándose en métodos visuales y cuantitativos para resumir las propiedades espaciales de una variable” (pag.137). Como resultado de las relaciones indicadas, entre bases de datos y su respectiva información espacial, se pueden establecer hipótesis que a su vez, pueden ser comprobadas o desechadas a través de la aplicación de modelos estadísticos y geográficos.

El último proceso, que desarrolla un SIG, se refiere al de modelos de datos georeferenciados (geográficos, ambientales, estadísticos, sociales o sus combinaciones) de simulaciones, de proyecciones o de tipo explicativo. En este contexto, Reyna (2005),

sostiene que este tipo de análisis permite crear o derivar nueva información espacial en función de los datos primarios que se ingresan, e inclusive permite enlazar resultados de modelos de análisis estadístico con objetos espaciales.

Los Sistemas de información Geográfica - SIG constituyen bases de datos espaciales, los cuales presentan dos modelos lógicos que se denominan formato vectorial y formato raster. Conforme el CONAGE (2013), “el término datos vectoriales se refiere a los datos que representan a la configuración espacial del objeto geográfico (feature) como un conjunto de segmentos de líneas dirigidas” (pag. 131), los cuales se basan en el manejo de entidades gráficas o primitivas geométricas⁵, que se clasifican en puntos, curvas, superficies y sólidos, cuyas definiciones, de acuerdo al Glosario de Términos, de los Estándares de Información Geográfica para el Ecuador, publicado por el Consejo Nacional de Geoinformación – CONAGE (2013), se presentan a continuación:

- a) **Punto.-** Primitiva geométrica adimensional y que representa a una posición. Objeto geométrico que representa un elemento único, conectado y homogéneo del espacio.
- b) **Curva.-** Primitiva geométrica unidimensional que representa la imagen continua de una línea. La frontera de una curva es el conjunto de puntos en cualquier extremo de la curva. Si la curva es un ciclo, los dos extremos son idénticos, y la curva (si es topológicamente cerrada) se considera que no tiene frontera. El primer punto se llama el punto inicial y el último es el punto final. La conectividad de la curva está garantizada por la cláusula “imagen continua de una línea”.
- c) **Superficie.-** Primitiva geométrica bidimensional, que representa localmente una imagen continua de una región de un plano. La frontera de una superficie es el conjunto de curvas orientadas y cerradas, que delinean los límites de la superficie. Las superficies que son isomórficas⁶ a una esfera, no tienen fronteras. Dichas superficies se denominan ciclos.
- d) **Sólido.-** Primitiva Geométrica tridimensional que representa la imagen continua de una región del espacio euclidiano tridimensional. Un sólido es localmente realizable como un conjunto de tres parámetros de posiciones directas. La frontera de un sólido es el conjunto de superficies orientadas y cerradas que comprenden los límites del sólido.

Por otra parte el segundo modelo lógico, se refiere al formato raster, que, según el CONAGE (2013), corresponde a la “forma de representación de datos en una malla o matriz regular conformada por celdas” (pag. 112), cuya unidad mínima de análisis es el pixel.

⁵ Las primitivas geométricas son objetos no descompuestos que presentan información acerca de la configuración geométrica. Éstas incluyen puntos, curvas, superficies y sólidos.

⁶ Que tienen la misma forma.

La selección del tipo de modelo a utilizar, sea este un vector o raster, se basa en el objetivo de la investigación y el tipo de análisis que se va realizar, así, por ejemplo si las propiedades topológicas del objeto representado son importantes, el modelo idóneo es el vector; sin embargo su estructura de datos es compleja y puede desencadenar en la demora de los procesos. De esta manera, si el análisis a realizarse no requiere de propiedades topológicas, se recomienda el uso del formato raster, que es más rápido, sencillo y eficaz, con el cual se puede realizar varios procesos de análisis espacial, como por ejemplo el álgebra de mapas⁷.

A continuación, en el siguiente cuadro, se presenta un resumen de las ventajas y desventajas que presentan el modelo vectorial y modelo raster.

Cuadro 3.- Ventajas y Desventajas de los Modelos Vectorial y Raster

Tipo de Modelo	Ventajas	Desventajas
Modelo Vector	Buena representación por parte de la estructura de datos	Estructuras de datos complejas
	Estructura de datos compacta	La simulación es difícil porque cada unidad tiene una diferente forma topológica
	La topología puede describirse completamente por medio de la unión de arcos o redes	La combinación de diferentes mapas de polígonos vectoriales causa dificultades, por ejemplo la generación de polígonos irrelevantes
	Certeza gráfica	
	Es posible la recuperación, actualización y generación de gráficos y atributos	
Modelo Raster	Estructuras de datos simples	Grandes volúmenes de datos gráficos
	La combinación y sobre posición de los datos de los mapas con datos provenientes de sensores es fácil	El uso de grandes celdas para reducir el volumen de los datos significa que el reconocimiento del fenómeno por parte de la estructura puede perderse y por consiguiente disminuir la precisión de los resultados
	Diferentes clases de análisis espacial son fáciles	Se considera que los mapas tipo raster tienen menos presentación que uno con líneas finas
	La simulación es fácil porque cada unidad espacial tiene el mismo tamaño y forma	Es poco eficiente representando en un mismo mapa una gran variedad de atributos
	La tecnología es relativamente barata	
	Menor ocupación de almacenamiento	

Fuente: Revista CENPER, 1998

⁷ Procedimiento que permite realizar análisis espacial mediante operaciones aritméticas como: sumas, restas, multiplicaciones, etc.

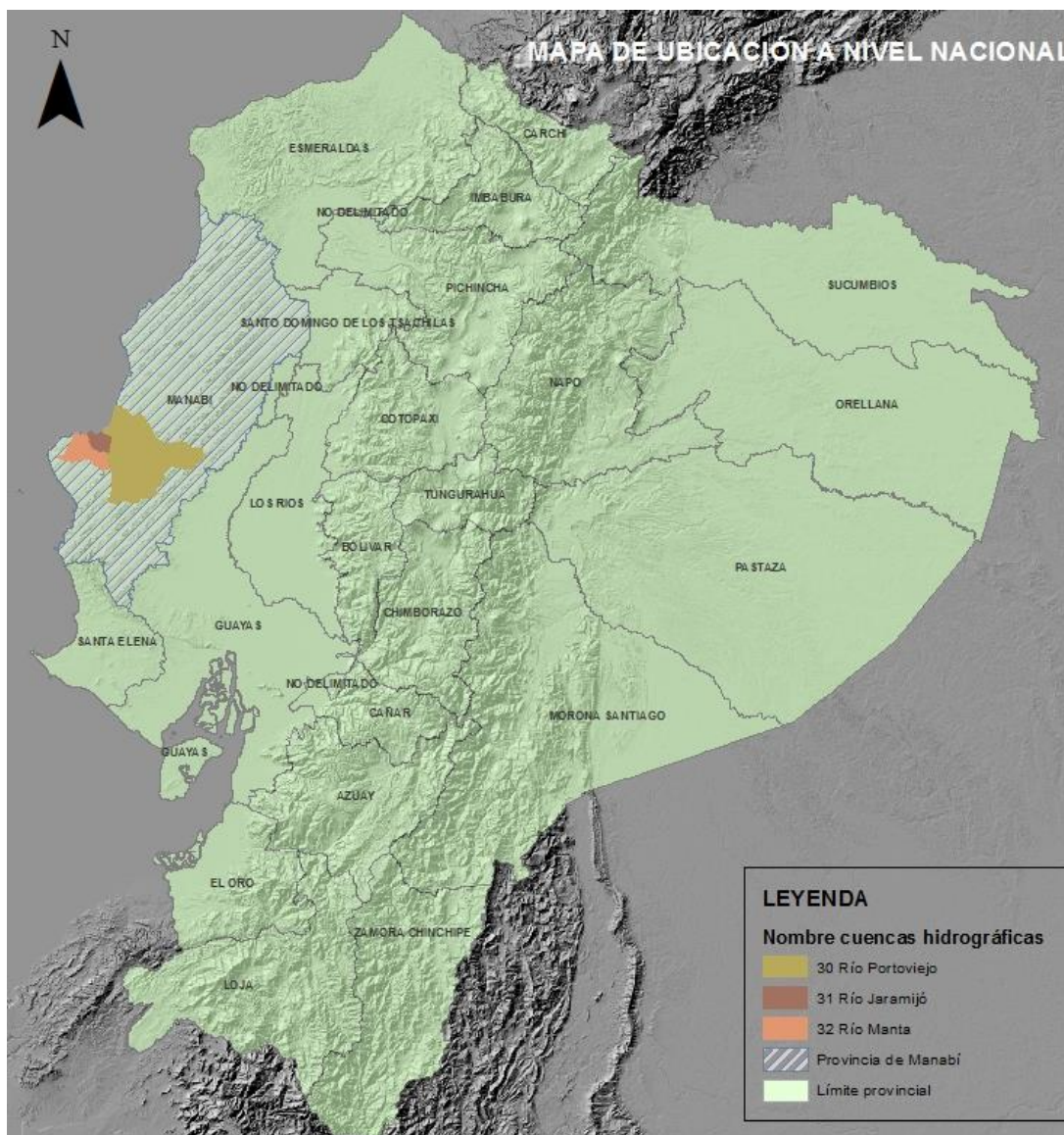
CAPÍTULO II

CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

2.1. UBICACIÓN, LÍMITES Y EXTENSIÓN

El área de estudio para la identificación de las áreas vulnerables a la desertificación corresponde a las cuencas hidrográficas de los ríos Manta, Jaramijó y Portoviejo, que se localizan en la región Costa del territorio ecuatoriano (Mapa 2), específicamente en la provincia de Manabí, que en su conjunto representan una superficie de 266.133 hectáreas (2.661,33 km²).

Mapa 2.- Mapa de Ubicación del Área de Estudio a Nivel Nacional

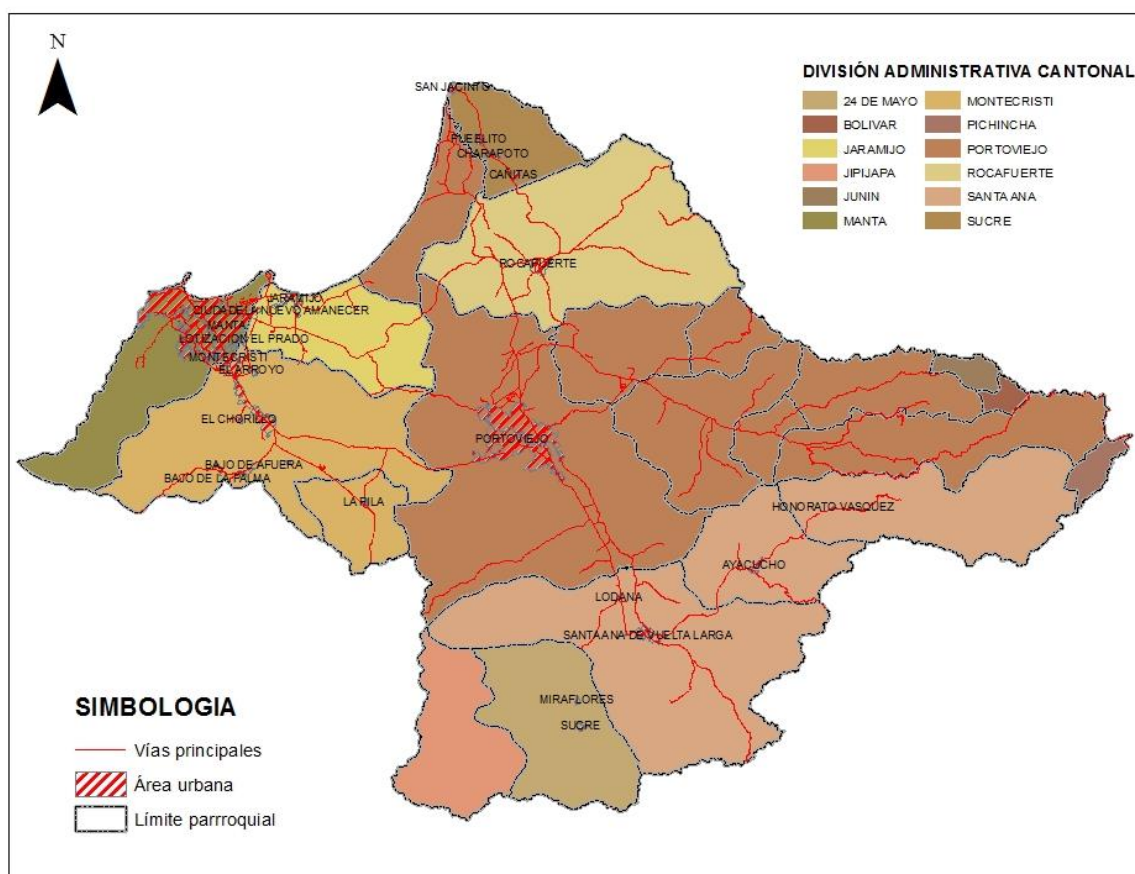


Fuente: Convenio IEE-MAGAP, 2013, *Delimitación de cuencas hidrográficas*, Escala 1:50.000

Elaboración: Rumazo, N., 2014

Las tres cuencas hidrográficas indicadas, para la presente investigación, serán consideradas como una sola unidad, la misma que limita al norte con el Océano Pacífico, cuenca del Estero Pajonal y Río Chone; al Este, con la cuenca del Río Guayas; al Sur, con la cuenca del Río Jipijapa, y al Oeste, con las cuencas de los Ríos Bravo, Cañas y San Mateo. Por otra parte, cabe indicar, que está conformada por 22 parroquias que corresponden a 12 cantones de la provincia de Manabí, de los cuales los más representativos, con relación a la superficie que ocupan, son: Portoviejo, Montecristi, Santa Ana de Vuelta Larga, Jaramijó y Rocafuerte. (Mapa 3).

Mapa 3.- Mapa de División Político Administrativa



Fuente: CELIR, División Político – Administrativa, 2013, Escala 1:25.000

Elaboración: Rumazo, N., 2014

2.2. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA EN ESTUDIO

En esta primera parte de la investigación se procederá a describir el área de estudio, en lo relacionado con el componente biofísico, socioeconómico y sociodemográfico, de los cuales, algunas variables constituyen directamente los insumos para la determinación de los índices de calidad de suelo, vegetación, clima y gestión del territorio, necesarios para la identificación de las áreas vulnerables a la desertificación.

2.2.1. COMPONENTE BIOFISICO

El componente biofísico se refiere a la descripción de las características del área de estudio en lo referente a unidades ambientales, suelos y ecosistemas, para lo cual se ha tomado la cartografía generada por el Instituto Espacial Ecuatoriano (IEE), para el proyecto de “Generación de Geoinformación para la Gestión del Territorio a Nivel Nacional”, escala 1:25000, generado entre los años 2010 – 2013, a excepción de los ecosistemas, para lo cual se tomó la información del MAE, para el Sistema de Clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental.


2.2.1.1. UNIDADES AMBIENTALES (Anexo Mapa 1)

El Instituto Espacial Ecuatoriano (IEE), define a una unidad ambiental como un área homogénea por sus características físicas, bióticas y por su relación con procesos ecológicos, donde el criterio fundamental utilizado para su delimitación es el del paisaje, entendido como la interrelación o articulación de los elementos: relieve, litología, suelos, uso del suelo y vegetación. En consideración a la descripción citada, se determinó utilizar esta clasificación como un referente que pueda describir de manera general las características del área de estudio. De esta manera, se han identificado, cinco unidades ambientales, que se describen con sus principales características:

- **Cordillera Costera, Segmento Membrillal.-** Corresponde a una cordillera costera aislada, formada por cerros basculados, cuya altitud baja en dirección Sur-Norte y Este-Oeste a partir de la falla Jipijapa-Portoviejo. Los relieves más altos alcanzan los 600 metros. Constituye la unidad ambiental menos representativa del área de estudio, representado por el 0,5% (1.360 ha). Se ubica en el extremo suroriental del cantón Montecristi, cerca del poblado La Pila, en las inmediaciones del Estero Zapotillo. A continuación se presentan las principales características de esta unidad ambiental:

Cuadro 4.- Principales Características de la Cordillera Costera, Segmento Membrillal

Ecología	Bosque deciduo de la Cordillera Costera del Pacífico Ecuatorial
Forma de relieve	Relieves colinados muy altos, altos, medios y bajos moderadamente disectados
Geología	Rocas volcánica del Cretácico (Formación Piñón) Rocas sedimentarias del Eoceno (Formaciones San Mateo, San Eduardo y Cerro)
Edafología	Suelos de textura limo-arcillosa
Cobertura natural	Vegetación arbórea

Uso de la tierra	Pastos, cultivos de ciclo corto de invierno, frutales para autoconsumo y comercio local
 <p>Relieves colinados medios en las inmediaciones de La Pila Fuente: Rumazo, N., <i>Investigación de campo</i>, 2014</p>	

- **Cordillera Costera, Segmento San Lorenzo-Montecristi.-** Está conformada por una cordillera volcánica aislada, constituyendo pequeños macizos rocosos como los de Montecristi y Portoviejo. Atraviesa casi todo el territorio central del cantón Montecristi en sentido Este-Oeste (3,5% de la superficie del área de estudio). Específicamente, se incluyen dentro de esta unidad, la ciudad de Montecristi, El Chorrillo, Bajo de Palma, Bajo de Afuera, localizados en la parte Occidental.

Cuadro 5.- Principales Características de la Cordillera Costera, Segmento San Lorenzo-Montecristi

Ecología	Bosque deciduo de la Cordillera Costera del Pacífico Ecuatorial, Bosque semi deciduo de la Cordillera Costera del Pacífico Ecuatorial, Bosque siempre verde de la Cordillera Costera del Pacífico Ecuatorial.
Forma de relieve	Relieves colinados muy altos, altos, medios y bajos moderadamente disectados
Geología	Rocas volcánica del Cretácico (Formación Piñón) Rocas sedimentarias del Eoceno (Formaciones San Mateo, San Eduardo y Cerro) localizados en los flancos o vertientes.
Edafología	Suelos sobre sedimentos antiguos, poco desarrollados y con abundantes fragmentos gruesos.
Cobertura natural	Vegetación arbórea
Uso de la tierra	Pastos, cultivos de ciclo corto de invierno, frutales para autoconsumo y comercio local. Explotación de material pétreo mediante canteras que han transformado el entorno

paisajístico.



Comuna Bajo de Afuera



Cantera d material pétreo – Sector El Chorrillo

Fuente: Rumazo, N., Investigación de campo, 2014

- **Medio Aluvial.-** Se presentan distribuido en todo el territorio de estudio, principalmente asociados a niveles medios de terrazas en dirección Este -Oeste hasta llegar a desembocar al Océano Pacífico, atravesando los cantones 24 de Mayo, Jipijapa, Santa Ana, Portoviejo, Rocafuerte y Sucre. También se evidencian valles que llevan la misma dirección, pero cuya extensión se prolonga hacia el continente. Constituye la segunda unidad ambiental en consideración a la superficie

total, que representa el 13,4% de superficie; sin embargo, en estas áreas, se localiza la mayoría de la población rural, representada por pequeños caseríos que se distribuyen en función de la forma que tiene esta unidad.

Cuadro 6.- Principales Características Medio Aluvial

Ecología	No se establece un ecosistema para esta unidad, ya que debido a que aloja a la mayoría de población rural, estas áreas han sido categorizadas como “Intervenido” .
Forma de relieve	Terrazas bajas, terrazas medias y valles
Geología	Depósitos aluviales principalmente arcillas, arenas y gravas sub redondeadas
Edafología	Los suelos cercanos a los depósitos aluviales tienen mayor contenido de humedad
Cobertura natural	Matorral y vegetación herbácea muy alterada (intervenida)
Uso de la tierra	Cultivos de maíz, cacao, plátano y hortalizas en el valle del río Portoviejo; y cultivos de cacao, coco, limón, maíz en el valle del río Chico.



Cultivo de hortalizas con sistema de riego – Río Portoviejo



Cocoteros – Río Chico

Fuente: Rumazo, N., Investigación de campo, 2014



- **Relieves Estructurales y Colinados Terciarios.-** Esta unidad ambiental está conformada por materiales sedimentarios que se encuentran atravesados por procesos de levantamientos, lo cual ha generado formas estructurales y relieves de distintas características. Está asociada a la unidad de medio aluvial, por lo cual le corresponden los mismos cantones, esto es: 24 de Mayo, Jipijapa, Santa Ana, Portoviejo, Rocafuerte y Sucre. Esta unidad de paisaje es la más representativa dentro del área de estudio, ocupando el 70% de la superficie (185.983 ha).

Cuadro 7.- Principales Características de Relieves Estructurales y Colinados Terciarios

Ecología	Debido a la gran extensión que ocupa esta unidad, le corresponden varios ecosistemas, siendo el más representativo el Bosque siempre verde estacional piemontano de la Cordillera del Pacífico Ecuatorial, localizado al Este de la zona de estudio. Por otra parte, en la zona central y Oeste, le corresponde el Bosque deciduo de tierras bajas del Jama-Zapotillo. Adicionalmente, cabe indicar que la categoría <i>“Intervenido”</i> , ocupa una superficie importante, especialmente en la zona central.
Forma de relieve	Relieves colinados altos, medios y bajos; testigos de cornisa de mesa, cornisas de mesa, superficies disectadas de mesa y vertientes de mesa; coluviones y coluvio aluviales.
Geología	Rocas sedimentarias del Terciario, correspondientes a las Fms. Borbón, Onzole y Mbros. Villingota y Dos Bocas
Edafología	Suelos vérticos arcillosos, son más desarrollados en relieves colinados medios a altos, aparecen como suelos calcáreos sobre pendientes fuertes donde la roca se encuentra parcialmente meteorizada
Cobertura natural	Bosque y matorral húmedo medianamente alterados en la parte oriental; bosque seco medianamente alterado en la parte occidental y suroccidental y matorral seco y herbáceo en la parte norte del cantón
Uso de la tierra	Pastos (ganadería) en la parte oriental; cultivos de café y cacao en la parte suroriental; cultivos anuales de maíz en el

	sector suroccidental; cultivos anules y misceláneos en la parte norte.
--	--



Cultivo de maíz (manejo inadecuado) en relieves estructurados



Presencia de pastos - ganadería

Fuente: Rumazo, N., Investigación de campo, 2014

- **Relieves Litorales Sedimentarios y Fluvio - Marinos.-** Las unidades geomorfológicas correspondientes a esta unidad ambiental se localizan en el límite occidental que bordea el Océano Pacífico. Generalmente estas unidades se encuentran compuestas de sedimentos marinos a excepción de los acantilados que son el producto de la erosión marina. Corresponde al territorio de los cantones de Manta, Jaramijó y Montecristi.

Cuadro 8.- Principales Características de Relieves Litorales y Fluvio – Marinos

Ecología	Bosque deciduo de la cordillera costera del Pacífico ecuatorial, Bosque deciduo de tierras bajas del Jama – Zapotillo, Bosque bajo y arbustal deciduo de tierras bajas del Jama – Zapotillo.
Forma de relieve	Superficie de mesa marina, acantilado, playa marina, planicie costera, cordón litoral, coluvión antiguo-reciente, terrazas, valle fluvial.
Geología	Rocas sedimentarias del Plioceno (Formación Canoa), y cuaternarios (Formación Tablazo)
Edafología	Suelos limo-arcillosos en superficie y más arenosos en profundidad
Cobertura natural	Vegetación arbustiva muy seca
Uso de la tierra	Pastos, cultivos de ciclo corto de invierno para autoconsumo o comercio local



Vegetación arbustiva seca



Forma de relieve: Acantilado

Fuente: Rumazo, N., Investigación de campo, 2014

A continuación se presenta un cuadro resumen, que detalla la superficie y porcentaje respectivo de cada unidad ambiental descrita:

Cuadro 9.- Superficie y porcentaje de Unidades Ambientales

Unidad Ambiental	Superficie (ha)	Porcentaje (%)
Cordillera Costera, Segmento Membrillal	1.360,01	0,5
Cordillera Costera, Segmento San Lorenzo-Montecristi-Portoviejo	9.290,59	3,5
Medio Aluvial	35.778,01	13,4
Relieves Estructurales y Colinados Terciarios	185.983,50	69,9
Relieves Litorales Sedimentarios y Fluvio-Marinos	16.238,73	6,1
No Aplicable (Área Poblada)	12.528,81	4,7
No Aplicable (Cuerpo de Agua)	1.073,76	0,4
No Aplicable (Otros*)	3.880,15	1,5
Total	266.133,56	100,0

*Corresponde a unidades sin cobertura vegetal, infraestructura antrópica, tierras misceláneas y sin información.

Fuente: Convenio IEE-MAGAP, Generación de Geoinformación para la gestión del territorio, 2013

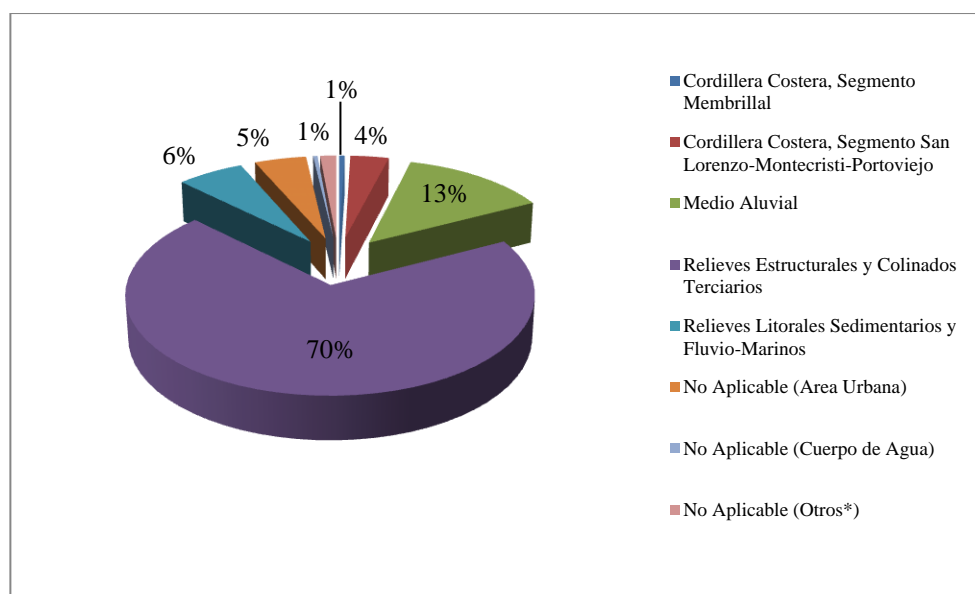


Gráfico 1.- Porcentaje de Unidades Ambientales en el Área de Estudio

Fuente: Convenio IEE-MAGAP, Generación de Geoinformación para la gestión del territorio, 2013

2.2.1.2. SUELOS (Anexo Mapa 2)

Según la United States Department of Agriculture (USDA), Soil Taxonomy (1999), suelo es un cuerpo natural compuesto de sólidos (minerales y materia orgánica), líquido y gas que ocurre sobre la superficie de la tierra, ocupando espacio y es caracterizado por uno o varios horizontes o capas que son distinguibles desde el material inicial y resultando en adiciones, pérdidas, transferencias y transformaciones de energía y materia, o de la habilidad de soportar raíces de plantas en ambiente natural. En consideración, a la definición

presentada, el análisis de suelos y su respectiva caracterización presentan diferentes variables; sin embargo, en el desarrollo de esta sección se describirán los tipos de suelo a nivel de Orden, de los cuales se ha identificado seis tipos, que se describen a continuación:

- **Alfisoles.-** Corresponden a suelos jóvenes de regiones húmedas, por lo que se encuentran en este estado la mayor parte del año. Tienen un porcentaje de saturación de bases superior al 35%. Sus horizontes sub superficiales muestran evidencias claras de partículas de arcilla que provienen posiblemente de Molisoles. Se presentan en pendientes mayores de 8 a 10% y la vegetación de bosque refleja su alta fertilidad, que corresponden a los de tipo deciduo.

Este tipo de suelos ocupa el segundo lugar en importancia, con relación a la superficie que ocupa en el área de estudio, con aproximadamente 35.000 ha (13%), que se distribuyen en dos zonas: la primera, y más relevante, se localiza en el extremo oriental correspondiente al cantón Santa Ana; y la segunda en el sector sur oriental, correspondiente a los cantones Manta, Montecristi y Jaramijó.

- **Aridisoles.-** Son suelos típicos de zonas desérticas. Las bajas precipitaciones producen que sean suelos poco lixiviados. Son pobres en materia orgánica debido a la baja tasa de formación y descomposición. En zonas áridas presentan como vegetación dominante los matorrales xéricos y en zonas menos áridas se presentan gramíneas. El uso está destinado a zonas de cultivo con riego y pastoreo extensivo.

Los Aridisoles se localizan en la región oriental del área de estudio, alrededor de la ciudad de Manta y limitan con la costa del Océano Pacífico. Representa aproximadamente el 3% del área de estudio que corresponde a 7.200 ha.

- **Entisoles.-** Corresponde a suelos jóvenes y sin horizontes genéticos naturales o incipientes, que son formados a partir de aluviones de los cuales dependen mineralmente. Tienen menos del 30% de fragmentos rocosos. Son pobres en materia orgánica, y en general responden a abonos nitrogenados. Debido a que son suelos jóvenes mantienen propiedades de la roca madre.

A este tipo de suelos, le corresponde aproximadamente, 25.000 ha que representa el 9%, y se localiza en tres sectores: en las inmediaciones de la población de Rocafuerte, cerca de las poblaciones de El Jobo y Alajuela (Cantón Portoviejo), y en el sector de El Chorrillo (Cantón Montecristi).

- **Inceptisoles.-** Son suelos con características poco definidas. Presentan alto contenido de materia orgánica, con un pH ácido, tienen mal drenaje y acumulan acillas amorfas. Ocupan relieves de tipo colinado y se desarrollan en rocas recientemente expuestas. Este tipo de suelos es el más representativo en la zona de estudio, ya que abarca más de

la mitad de la superficie (54%), esto es 143.000 ha, distribuidas en todo el territorio, sin identificarse una zona o región específica de concentración.

- **Molisoles.-** Son suelos oscuros, con buena descomposición de materia orgánica gracias los procesos de adición y estabilización que presentan. Están formados a partir de sedimentos minerales en climas templados húmedos a semiáridos. No presentan lixiviación excesiva, con una saturación de bases superior al 50% y dominancia de arcillas. Corresponden a suelos productivos debido a su alta fertilidad.

Estos suelos ocupan el 12% de la superficie del área de estudio (32.000 ha), que se localizan cerca del poblado de Abdón Calderón y Río Chico (Cantón Portoviejo). También se identifican alguna unidades cerca al poblado de Miraflores, perteneciente al Cantón 24 de Mayo.

- **Vertisoles.-** Son suelos minerales que se quiebran en estación seca, formando grietas de 1 cm de ancho. Suelos muy ricos en arcilla, por lo cual presentan una fuerte expansión al humedecerse y contracción al secarse. Hidratados y expandidos en húmedo y bastantes agrietados en seco. Estos suelos constituyen los menos representativos en el área de estudio, con 6.000 ha, aproximadamente que representan el 2%. Se localizan en el margen izquierdo de la vía que une Portoviejo con Montecristi; y alrededor de la población de Abdón Calderón, presidiendo a los suelos Molisoles.

A continuación, se presenta un cuadro resumen de los tipos de suelos a nivel de orden identificados en la zona de estudio:

Cuadro 10.- Superficie y porcentaje de la Clasificación de Suelos a Nivel de Orden

Tipo de Suelos	Superficie (ha)	Porcentaje (%)
Alfisoles	34.834,52	13,1
Aridisoles	7.196,06	2,7
Entisoles	24.856,31	9,3
Inceptisoles	143.607,54	54,0
Molisoles	32.251,95	12,1
Vertisoles	5.904,46	2,2
No Aplicable (Área Poblada)	12.528,81	4,7
No Aplicable (Cuerpo de Agua)	1.073,76	0,4
No Aplicable (Otros*)	3.880,15	1,5
Total	266.133,56	100,0

Fuente: Convenio IEE-MAGAP, Generación de Geoinformación para la gestión del territorio, 2013

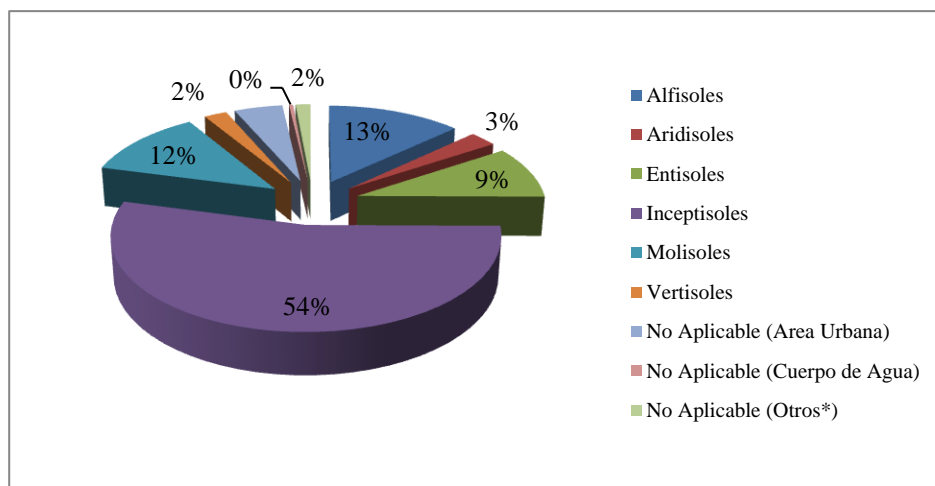


Gráfico 2.- Porcentaje de Tipos de Suelo en el Área de Estudio

Fuente: Convenio IEE-MAGAP, Generación de Geoinformación para la gestión del territorio, 2013

2.2.1.3. ECOSISTEMAS (Anexo Mapa 3)

Comer et al. (2003) define a un ecosistema como “un grupo de comunidades de vegetación a escala local que tienden a coexistir dentro de paisajes con variables biofísicas, gradientes ambientales, y procesos dinámicos similares”. Así, para la identificación de los ecosistemas presentes en el área de estudio, se ha tomado como referente el Sistema de Clasificación de Ecosistemas para el Ecuador Continental, desarrollado por el Ministerio del Ambiente (MAE) en el año 2013, el cual identificó en la región biogeográfica del Litoral 24 ecosistemas, para la región biogeográfica de Los Andes 45, y para la región biogeográfica de la Amazonía 22, dando un total de 91 tipos.

De los 24 ecosistemas identificados en la región biogeográfica del Litoral, siete tipos se localizan en el área de estudio, los cuales corresponden específicamente a dos sectores biogeográficos: Jama-Zapotillo y Cordillera Costera del Pacífico Ecuatorial, que se detallan a continuación:

- **Bosque bajo y arbustal deciduo de tierras bajas del Jama-Zapotillo.-** Galeas et al. (2013), lo define como: “Ecosistema que comprende el arbustal deciduo frecuentemente espinoso de 4 a 6 m de alto con pocos árboles dispersos que pueden alcanzar de 8 a 10 m. Las familias más importantes por su diversidad o abundancia son *Fabaceae*, *Boraginaceae*, *Euphorbiaceae*...” (p.61). Adicionalmente, se indica que este ecosistema se encuentra alterado por procesos de deforestación, pastoreo y sobre explotación de recursos.

Constituye uno de los ecosistemas menos representativos del área de estudio, 3464 ha, que representan un poco más del 1%. Geográficamente se localiza en el cantón

Jaramijó, específicamente al sur occidente de su cabecera cantonal; y al oriente del Río Manta.

- **Bosque deciduo de tierras bajas del Jama-Zapotillo.-** Josse et al.(2003) citado por Galeas et al. (2013), define a este ecosistema como bosques deciduos con un dosel entre 10 y 25 m, con copas expandidas y una ramificación a poca altura del tronco (subdosel de semiabierto a semicerrado, estrato herbáceo escaso e inexistente en época seca. Su característica fundamental es que pierden sus hojas durante la época seca. Está dominado por varias especies de la familia *Bombacaceae* s.s. entre las que se encuentran, principalmente, *Ceiba trischistandra*, *Cavanillesia platanifolia* y *Eriotheca ruizii*.

Este tipo de ecosistema constituye uno de los más representativos, con casi 37.000 ha que representan el 14% de la superficie total. Se localiza en la zona centro – occidental del área de estudio, específicamente alrededor de las ciudades de Manta, Portoviejo y en las inmediaciones de la vía Jaramijó – Rocafuerte.

- **Bosque semideciduo de tierras bajas del Jama-Zapotillo.-** Aguirre y Kvist (2005) citado por Galeas et al. (2013), definen a este ecosistema como un bosque semideciduo donde el dosel varía entre 20 y 25 m de alto, con algunos árboles emergentes aislados de 30 m. Se encuentra en zonas de transición entre bosque deciduo y bosque siempreverde estacional. Entre el 75 y 25% de los elementos florísticos pierden las hojas en la temporada con menos lluvias. Se diferencian de los bosques deciduos, debido a que presentan mayor humedad, por lo cual se pueden observar especies siempreverdes; sin embargo, se mantiene la predominancia de los bosques deciduos.

Abarca una superficie relativamente pequeña dentro del área de estudio, 4.000 ha, que corresponde al 1,5%, cuya unidad más consolidada, se localiza al occidente del poblado de La Pila.

- **Bosque deciduo de Cordillera Costera del Pacífico Ecuatorial.-** Galeas et al. (2013) define a este ecosistema como un bosque cuya fenología de la vegetación es del tipo deciduo; es decir, las especies que la componen pierden sus hojas durante una época del año. Este ecosistema se encuentran en condiciones climáticas especiales, producidas por la acción de la corriente de Humboldt que origina neblina en las partes altas y sequía en el pie de monte de los flancos.

Esta unidad representa aproximadamente el 4% de la superficie del área de estudio (10.000 ha), que se distribuyen en la parte centro – occidental del área de estudio, entre las poblaciones de El Chorrillo y Portoviejo.

- **Bosque semideciduo de Cordillera Costera del Pacífico Ecuatorial.-** Galeas et al. (2013) define a este ecosistema como bosques con un dosel entre 12 y 25 m, que presentan entre 75 y 25% de especies que pierden sus hojas en la temporada seca. Pese a

presentar un clima con una época seca larga reciben humedad adicional por la condensación de nubes y baja insolación que se produce durante esa época del año. Se encuentra en las crestas y laderas de los cerros cuya orientación permite capturar la humedad de las nubes que se forman en el océano. Se puede observar estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo denso pero un subdosel bastante abierto.

Este ecosistema abarca una superficie de más de 15.000 ha, que representa alrededor del 6% de la superficie del área de investigación. Se distribuye de manera dispersa, hacia el occidente y sur occidente, que se localizan de manera adyacente a los bosques deciduos de la Cordillera Costera del Pacífico y Jama-Zapotillo.

- **Bosque siempreverde estacional montano bajo de Cordillera Costera del Pacífico Ecuatorial.-** Galeas (2013), lo define como un bosque multiestratificado con árboles de 20 a 25 m de alto. Se puede encontrar desde los 400 msnm hasta las cimas y crestas más altas de la Cordillera Costera del Pacífico Ecuatorial. En estos bosques concurren especies arbóreas siempreverde estacionales deciduas y de origen andino, las dos primeras aumentan su frecuencia hacia el límite altitudinal inferior del ecosistema que puede ser siempreverde estacional en la misma Cordillera.

Se localiza en el extremo sur del área de estudio, cuyo territorio corresponde a los cantones 24 de Mayo y Jipijapa.

- **Bosque siempreverde estacional piemontano de Cordillera Costera del Pacífico Ecuatorial.-** Valverde (1991); Cerón et al. (1999), citado por Galeas (2013), definen a este ecosistema como bosques que se localizan en el piedemonte de la Cordillera Costera del Pacífico Ecuatorial, entre los bosques semideciduos de tierras bajas y siempreverde estacionales montano bajos. El estrato superior puede llegar a medir en promedio 20m, con árboles emergentes de hasta 30 m. El bioclima regional es xérico pero a nivel local es pluviestacional. El nivel de precipitación es intermedio con respecto al bosque siempreverde estacional montano bajo, pero en la época seca existen intensas garúas, especialmente en terrenos inclinados con orientación a la costa, que interceptan neblina que por condensación sobre la vegetación se transforma en precipitación.

Este ecosistema, al igual que el bosque deciduo de tierras bajas del Jama-Zapotillo es el más representativo, representa el 14% de la superficie del área de estudio (37.523 ha). Se distribuye en el extremo oriental de los cantones Portoviejo y Santa Ana de Vuelta Larga.

Cuadro 11.- Superficie y porcentaje de los Tipos de Ecosistemas

Tipos de Ecosistemas	Superficie (ha)	Porcentaje (%)
Bosque bajo y arbustal deciduo de tierras bajas del Jama-Zapotillo	3.464,81	1,3
Bosque deciduo de tierras bajas del Jama-Zapotillo	36.964,84	13,9
Bosque semideciduo de tierras bajas del Jama-Zapotillo	4.014,69	1,5
Bosque deciduo de Cordillera Costera del Pacífico Ecuatorial	10.243,77	3,8
Bosque semideciduo de Cordillera Costera del Pacífico Ecuatorial	15.316,62	5,8
Bosque siempreverde estacional montano bajo de Cordillera Costera del Pacífico Ecuatorial	9.016,61	3,4
Bosque siempreverde estacional piemontano de Cordillera Costera del Pacífico Ecuatorial	37.523,46	14,1
Intervenido	132.106,03	49,6
No Aplicable (Área Poblada)	12.528,81	4,7
No Aplicable (Cuerpo de Agua)	1.073,76	0,4
No Aplicable (Otros*)	3.880,15	1,5
Total	266.133,56	100,0

Fuente: Convenio IEE-MAGAP, Generación de Geoinformación para la gestión del territorio, 2013

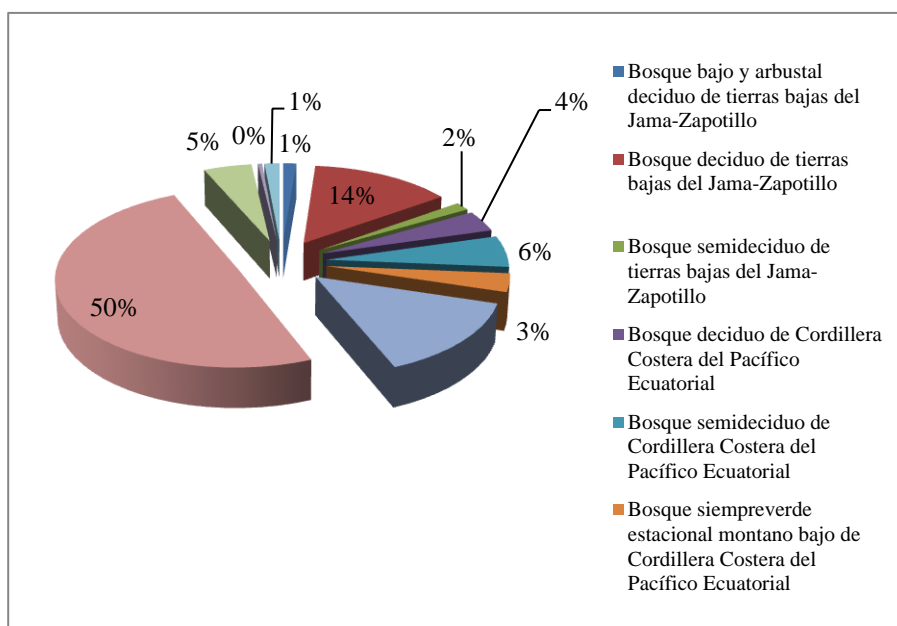


Gráfico 3.- Porcentaje de Tipos de Ecosistemas

Fuente: Convenio IEE-MAGAP, Generación de Geoinformación para la gestión del territorio, 2013

2.2.2. COMPONENTE SOCIOECONOMICO

Para el análisis del componente socioeconómico se ha seleccionado al uso de la tierra y cobertura natural que permite identificar el empleo que el hombre da a los diferentes tipos de cobertura dentro de un contexto físico, económico y social, permitiendo definir la predominancia de las actividades rurales que se desarrollan. En complemento a la identificación del uso de la tierra se presenta los sistemas de producción, que corresponde, al igual que el uso de la tierra, al estudio generado por el Instituto Espacial Ecuatoriano (IEE), en donde para su caracterización fueron evaluados los medios de producción, equipos, mano de obra, capacitación, valoración de recursos y uso de medios de producción.

2.2.2.1 USO DE LA TIERRA Y COBERTURA NATURAL (Anexo Mapa 4)

Para la clasificación del Uso de la Tierra y Cobertura Natural, el Instituto Espacial Ecuatoriano (IEE), Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP), Ministerio del Ambiente (MAE), y otras instituciones consensuaron una leyenda temática, la cual está conformada por cuatro niveles, basada en la clasificación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), en donde su catalogación va desde lo general hasta lo particular, lo cual lleva a la identificación de la cobertura hasta un nivel muy alto de especificidad. En la siguiente figura, se muestra un ejemplo para la identificación del cultivo del maíz:

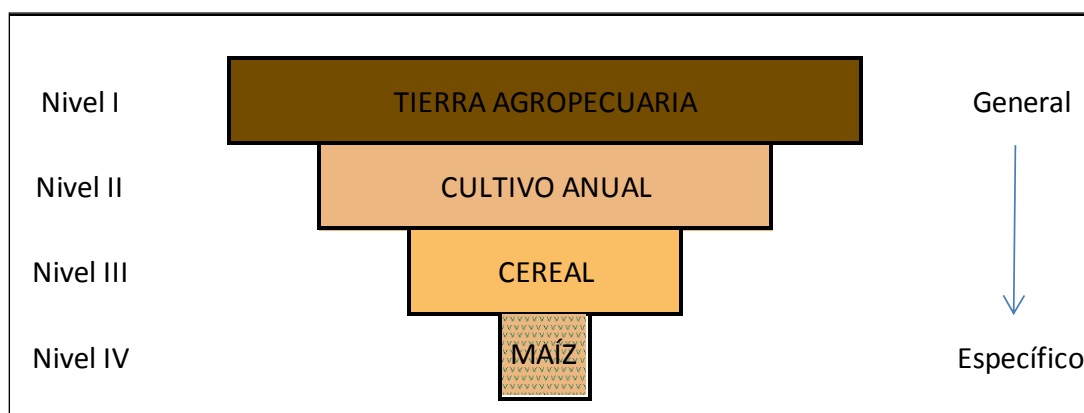


Figura 4. Niveles de clasificación de Uso y Cobertura de la Tierra

Para el análisis del uso de la tierra y cobertura natural, se ha tomado la clasificación del Nivel II, a partir de lo cual se ha generado el siguiente cuadro, donde se puede observar la predominancia del bosque nativo, que representa un poco más del 30% de la superficie del

área de estudio (82.000 ha), seguido de la vegetación arbustiva y herbácea que en su conjunto suman aproximadamente 66.000 hectáreas (25%); así se puede establecer que más de la mitad le corresponden a tierras con cobertura natural. Por otra parte, al área agropecuaria le corresponde aproximadamente el 45% (97.000 ha).

Cuadro 12.- Superficie y porcentaje Uso de la Tierra y Cobertura Natural

Categorías de Uso de la Tierra y Cobertura Natural	Superficie (ha)	Porcentaje (%)
Cultivos anuales	34.094,45	12,8
Cultivos semi permanentes	1.710,83	0,6
Cultivos permanentes	14.704,41	5,5
Mosaico Agropecuario	8.642,74	3,2
Otras tierras agrícolas	1.270,91	0,5
Pastizal	37.552,81	14,1
Vegetación herbácea	18.361,53	6,9
Vegetación arbustiva	48.576,33	18,3
Plantaciones forestales	1.708,01	0,6
Bosque nativo	82.028,82	30,8
No Aplicable (Área Poblada)	12.528,81	4,7
No Aplicable (Cuerpo de Agua)	1.073,76	0,4
No Aplicable (Otros*)	3.880,15	1,5
Total	266.133,56	100,0

Fuente: Convenio IEE-MAGAP, Generación de Geoinformación para la gestión del territorio, 2013

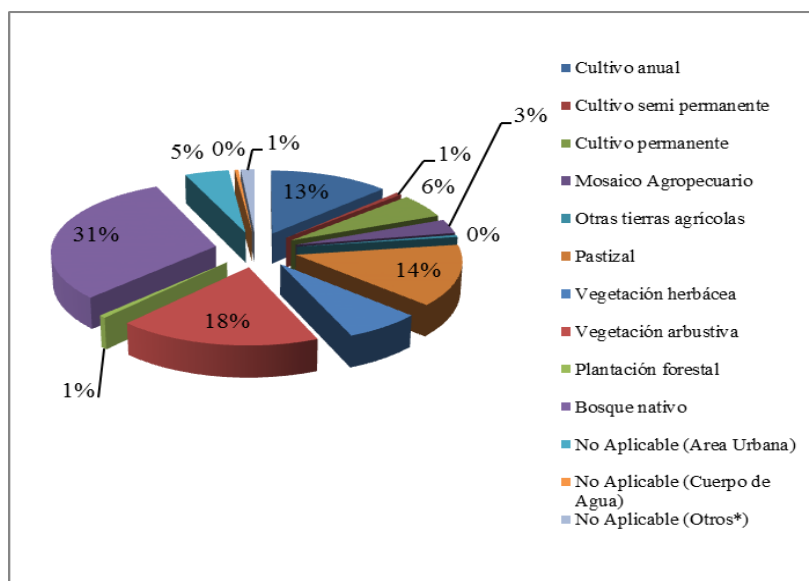


Gráfico 4.- Porcentaje de Uso de la Tierra y Cobertura Natural

Fuente: Convenio IEE-MAGAP, Generación de Geoinformación para la gestión del territorio, 2013

- **Cultivos anuales.-** Los cultivos anuales se encuentran representados principalmente por el maíz duro seco, el cual constituye la materia prima para la elaboración de balanceados destinados al sector avícola. El segundo cultivo anual importante es el arroz, y un tercer grupo, lo conforman varias hortalizas, entre las cuales se encuentran: cebolla perla, pimiento verde, vainita, entre otras. Espacialmente se distribuyen en dos sectores, el uno corresponde al corredor Charapotó – Rocafuerte – Vía a Tosagua, localizado al noreste del área de estudio, donde sobresale el cultivo de maíz sobre relieves colinados; mientras que el arroz se localiza en paisajes correspondientes a medios aluviales; y las hortalizas (especialmente la cebolla perla) en la vía Crucita – Manta, donde existen sistemas de riego por goteo.



Cultivo de maíz, Vía Rocafuerte – Tosagua, Época de cosecha



Cultivo de arroz, Sector Rocafuerte

Fuente: Rumazo, N., Investigación de campo, 2014

El segundo sector, donde se concentran los cultivos anuales, corresponden a las inmediaciones de las vías principales que unen las poblaciones de Portoviejo - Lodana –

Santa Ana de Vuelta Larga, donde el maíz duro, es el más representativo también. A continuación se presenta un cuadro con el detalle de superficies por cada cultivo anual:

Cuadro 13.- Superficie y porcentaje de Cultivos de Ciclo Corto

Cultivos de Ciclo Corto	Superficie (ha)	Porcentaje (%)
Maíz	27188,09	79,7
Arroz	4808,07	14,1
Cebolla perla	547,58	1,6
Maní	303,06	0,9
Yuca	255,45	0,7
Haba Pallar	223,49	0,7
Pimiento	185,93	0,5
Algodón	177,10	0,5
Vainita	90,52	0,3
Tomate Riñón	86,00	0,3
Zapallo	60,45	0,2
Melón	50,41	0,1
Misceláneo de hortalizas	24,85	0,1
Misceláneo de ciclo corto	23,17	0,1
Fréjol	18,49	0,1
Sandia	17,46	0,1
Pepinillo	10,21	0,0
Maíz-Fréjol	9,98	0,0
Achogcha	8,00	0,0
Cilantro	3,93	0,0
Haba	2,21	0,0
Total	34.094,45	100,0

Fuente: Convenio IEE-MAGAP, Generación de Geoinformación para la gestión del territorio, 2013

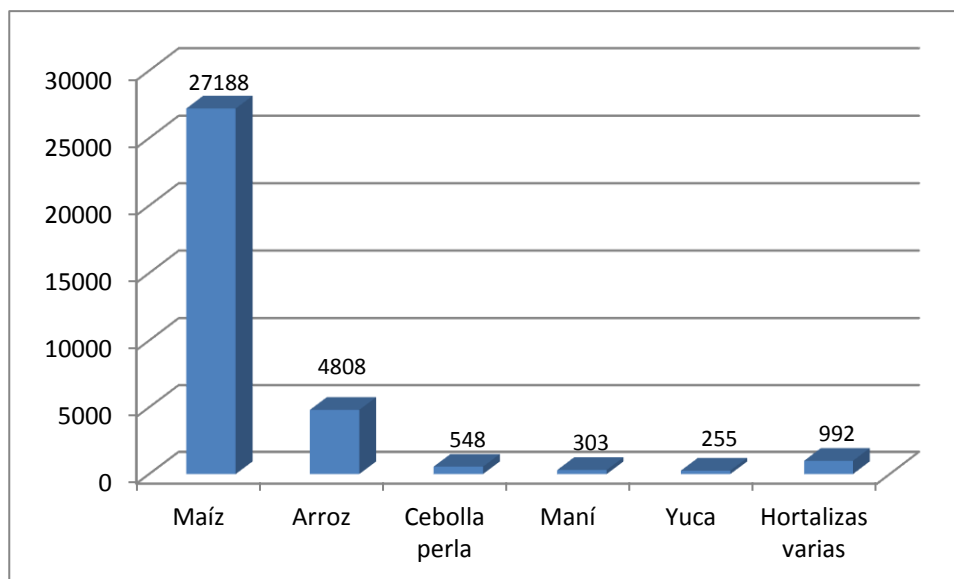


Gráfico 5.- Superficie de Principales Cultivos de Ciclo Corto

Fuente: Convenio IEE-MAGAP, Generación de Geoinformación para la gestión del territorio, 2013

- **Cultivos semi permanentes.-** Los cultivos semipermanentes son poco representativos en la zona de estudio, ya que no alcanzan ni el 1% de la superficie total (1.700 ha). Abarcan los cultivos de plátano, principalmente, seguido por la higuera y caña de azúcar. Estos cultivos se distribuyen principalmente en los medios aluviales.

Cuadro 14.- Superficie y porcentaje de Cultivos Semi Permanentes

Cultivos Semi Permanentes	Superficie (ha)	Porcentaje (%)
Plátano	1281,64	74,9
Higuera	147,73	8,6
Caña de azúcar artesanal	80,93	4,7
Caña de azúcar industrial	74,46	4,4
Maracuyá	55,43	3,2
Papaya	36,16	2,1
Banano	31,28	1,8
Badea	2,15	0,1
Babaco	1,06	0,1
Total	1.710,83	100,0

Fuente: Convenio IEE-MAGAP, Generación de Geoinformación para la gestión del territorio, 2013

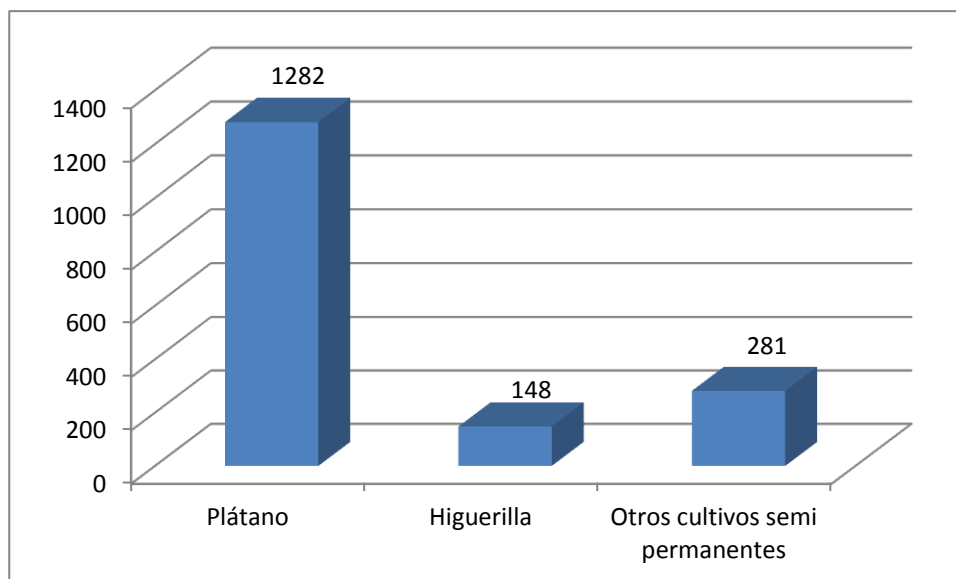


Gráfico 6.- Superficie de Principales Semi Permanentes

Fuente: Convenio IEE-MAGAP, Generación de Geoinformación para la gestión del territorio, 2013

▪ **Cultivos permanentes.-** Los cultivos permanentes se encuentran representados principalmente por café y cacao. El café se localiza en la parte oriental de la zona de estudio, ocupando los cantones de Portoviejo, Santa Ana, 24 de Mayo y Jipijapa. La gran mayoría de café es cultivado bajo sombra; sin embargo, actualmente se cultiva una variedad nueva, denominada “salchimoro”, que corresponde a un café orgánico, cuya producción se caracteriza por un sistema semitecnificado con mano de obra de tipo familiar, con un rendimiento alto.

El cultivo de cacao, en su mayoría de las plantaciones está representada principalmente por el cacao nacional, sin embargo, también se presenta cacao de ramilla en menor proporción y espacialmente dispersos. Estos cultivos tienen una extensión de 5.228,15 ha, y se ubica cercano a las vías principales; situándose principalmente en las parroquias de Portoviejo, Abdón Calderón, Rio Chico, Alhajuela, Honorato Vàsquez y Ayacucho.



Plantaciones de cacao

Fuente: Convenio IEE-MAGAP, Investigación de campo, 2013

Cuadro 15.- Superficie y porcentaje de Cultivos Permanentes

Cultivos Permanentes	Superficie (ha)	Porcentaje (%)
Café	7820,67	53,2
Cacao	5228,15	35,6
Cocotero	903,87	6,1
Limón	439,85	3,0
Achiote	253,20	1,7
Tuna	19,11	0,1
Mango	18,40	0,1
Piñón	13,77	0,1
Tamarindo	4,28	0,0
Naranja	3,11	0,0
Total	14.704,41	100,0

Fuente: Convenio IEE-MAGAP, Generación de Geoinformación para la gestión del territorio, 2013

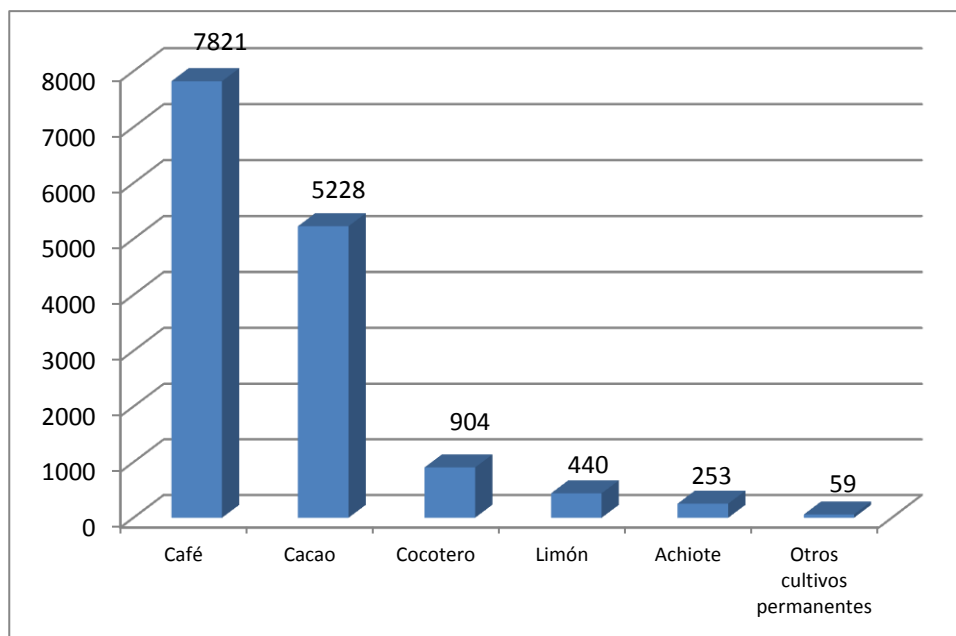


Gráfico 7.- Superficie de Principales Cultivos Permanentes

Fuente: Convenio IEE-MAGAP, Generación de Geoinformación para la gestión del territorio, 2013

- **Pastizal.-** El pasto representa el uso productivo más importante en el área de estudio, con un 14%, que corresponde a 37.552,81 ha., esto es sobre los cultivos de ciclo corto que ocupan un poco más del 12%. Se caracteriza por una falta de manejo, dedicado principalmente a la ganadería de producción de carne, y en menor porcentaje para leche. La variedad de pasto más representativa corresponde al de tipo Saboya. Se localiza en los cantones de Portoviejo y Santa Ana.



Pastos cultivados

Fuente: Convenio IEE-MAGAP, Investigación de campo, 2013

- **Vegetación arbustiva.-** CLIRSEN, (2010) define a la vegetación arbustiva como “vegetación densa, lignificada, de poca altura, no superior a 8 metros”. Corresponden a esta categoría el matorral húmedo y matorral seco. El primer tipo se caracteriza por el verdor de sus hojas durante todo el año, cuyas unidades se localizan principalmente en la región oriental del área de estudio, en los cantones de Portoviejo, Santa Ana y 24 de Mayo, que en conjunto suman 4.500 ha. Por otra parte, el matorral seco, abarca 44.000 ha, que se ubican en la zona central y occidental, en los cantones de Rocafuerte, Manta, Montecristi, Jaramijó y Portoviejo.



Matorral húmedo



Matorral seco

Fuente: Convenio IEE-MAGAP, Investigación de campo, 2013

- **Vegetación herbácea.-** Esta vegetación se encuentra dominada por especies herbáceas que se desarrollan en forma natural y espontánea, generalmente luego de alteraciones de la vegetación original, sin recibir ningún tipo de cuidado. Al igual que la vegetación arbustiva, esta también se subdivide en dos tipos: vegetación herbácea húmeda y vegetación herbácea seca. El primer tipo se localiza exclusivamente en el cantón Santa Ana, con una superficie de 3.500 ha. Por otra parte, la vegetación herbácea seca comprende 15.000 ha, ubicadas en el centro y parte occidental del área de estudio.



Vegetación herbácea húmeda



Vegetación herbácea seca

Fuente: Convenio IEE-MAGAP, Investigación de campo, 2013

- **Bosque nativo.-** Esta categoría es la más representativa en el área de estudio, con el 31% de la superficie total, que corresponde a 82.000 ha. Agrupa a dos tipos de bosque: bosque húmedo y bosque seco. CLIRSEN, (2010) define al bosque húmedo como un “ecosistema arbóreo natural, que se caracteriza por la presencia de árboles de diferentes especies nativas, edades con uno o más estratos; fisonómicamente se mantienen con humedad constante”. Este tipo de bosque, abarca una superficie de 43.000 ha aproximadamente, las cuales se localizan en la región occidental, principalmente en el territorio de los cantones Santa Ana y 24 de Mayo.

Por otra parte, el bosque seco constituye formaciones boscosas que durante la temporada seca pierden sus hojas, parcial o totalmente; el número de especies forestales es significativamente menor a la identificada dentro de un bosque húmedo. Se localiza en la zona centro-occidental, que agrupa 39.000 ha.



Bosque húmedo

Bosque seco

Fuente: Convenio IEE-MAGAP, Investigación de campo, 2013

2.2.2.2 SISTEMAS DE PRODUCCIÓN (Anexo Mapa 5)

La clasificación de los sistemas de producción que se presentan, constituyen un estudio generado por el IEE, el cual realizó la evaluación de diferentes variables, como son tenencia de la tierra, asistencia técnica, manejo de fertilizantes, mano de obra, destino de la producción, entre otras, y así asignar las unidades de uso agrícola y pecuarios a las cuatro categorías establecidas que corresponden a un sistema de producción marginal, mercantil, combinado o empresarial. En el siguiente cuadro se presentan las principales características establecidas para cada tipo de sistema de producción:

Cuadro 16.- Características de los Sistemas de Producción

Sistema de Producción	Características		Mano de Obra	Destino de la Producción
Marginal	Tenencia de la tierra	Propia/Arrendada	Familiar permanente	Autoconsumo
	Principales productos	Maíz, pasto cultivado, misceláneo indiferenciado, café, yuca, haba		
	Manejo de fertilizantes	Ninguno		
	Semilla	Seleccionada		
	Maquinaria	No dispone (manual)		
	Sistema de riego	NO		
	Asistencia técnica	No dispone		
Mercantil	Tenencia de la tierra	Propia/Arrendada	Familiar permanente y asalariada ocasional	Intermediario local
	Principales productos	Pasto cultivado (ganadería de carne), maíz, cebolla perla, coco, cacao, maní, arroz, caña de azúcar		
	Manejo de fertilizantes	Químico/Orgánico		
	Semilla	Certificada/Registrada		
	Maquinaria	Manual propia		
	Sistema de riego	SI		
	Asistencia técnica	Básica		
Combinado	Tenencia de la tierra	Propia	Asalariada permanente y ocasional	Intermediario Industria
	Principales productos	Pasto cultivado (ganadería de carne), maíz, cebolla perla, limón, cacao, maní, arroz, caña de azúcar		
	Manejo de fertilizantes	Químicos, 1 - 2 veces al año		
	Semilla	Certificada/Registrada		
	Maquinaria	Propia/Alquilada		
	Sistema de riego	SI		
	Asistencia técnica	Privada ocasional		
Empresarial	Tenencia de la tierra	Propia	Asalariada permanente	Industria
	Principales productos	Cacao, arroz, plátano		
	Manejo de fertilizantes	Químicos, > 2 veces al año		
	Semilla	Certificada/Registrada		
	Maquinaria	Propia		
	Sistema de riego	SI		
	Asistencia técnica	Privada permanente		

Fuente: Convenio IEE-MAGAP, Generación de Geoinformación para la gestión del territorio, 2013

- **Sistema de Producción Marginal.-** El sistema marginal está representado principalmente por cultivos de maíz duro, café, yuca y misceláneos indiferenciados, cuya productividad es limitada principalmente por la falta de agua para riego, y que están asentados en suelos no adecuados y con fuertes pendientes. Las labores que

demanda la actividad agrícola las realizan con mano de obra exclusivamente del núcleo familiar; sus ingresos por lo general dependen de la migración estacional y la venta de fuerza de trabajo, ya sea para los grandes productores, fuera de la finca y hacia otras ciudades, principalmente Portoviejo. Es inexistente la asistencia técnica y el otorgamiento de crédito, debido a que la regulación de la tenencia de la tierra no está formalizada. La comercialización de los productos es incipiente o nula, por lo cual el principal destino es el autoconsumo. Adicionalmente, a esta categoría corresponden los pastos que son utilizados para la ganadería, tomando en consideración que estos semovientes se mantienen durante la época de invierno; mientras que en la estación de verano, tienen que migrar a zonas más húmedas para buscar alimento.

Este sistema de producción ocupa más de 9.000 ha, que representan el 3.6% de la superficie del área de investigación. Geográficamente, le corresponden unidades aisladas distribuidas en todo el territorio, que principalmente corresponden a pastos cultivados y maíz. Por otra parte, se identifica un área consolidada en el extremo sur oriental, perteneciente al cantón Jipijapa, que corresponde a cultivos de café bajo sombra, en donde las plantas son antiguas y el mantenimiento es casi inexistente, limitándose únicamente al desbroce (rameo) poco antes de la época de cosecha.



Ganadería



Plantas viejas de café bajo sombra

Fuente: Convenio IEE-MAGAP, Investigación de campo, 2013

- **Sistema de Producción Mercantil.-** Corresponde a este sistema de producción una agricultura de tipo extensiva. La mayor parte de la producción está a cargo de productores pequeños; que en su mayoría no han legalizado la tenencia de sus tierras.- Los principales productos que se identifican en este sistema son: maíz duro, cacao, café, plátano, arroz, coco, misceláneos, limón, yuca, maní, cebolla, caña de azúcar, entre otros, cuya semilla utilizada es certificada y registrada; sin embargo, también se utiliza semillas seleccionadas.

El control fitosanitario y fertilización es restringido, reduciéndose en su mayoría al control de malezas y pocas aplicaciones de fertilizantes. Por otra parte, la mayoría de los agricultores inmersos en este sistema, no disponen de agua para riego y los pocos que lo poseen, lo obtienen de ríos, esteros y canales aledaños y lo efectúan por gravedad. El uso de maquinaria se lo realiza en la modalidad de alquiler, especialmente para las etapas de preparación del terreno; mientras que para las labores culturales se emplean herramientas manuales. La mano de obra familiar es el único recurso que disponen, por lo que hacen un uso intensivo de la misma, que en es complementado, de forma esporádica, con mano de obra asalariada ocasional en épocas de mayor demanda (siembra y cosecha).

El destino de la producción, es principalmente de tipo local, a través de intermediarios, debido a que la mayoría de productores, no disponen de un medio de transporte propio que les permita trasladar sus productos a centros de acopio, que por lo general, se localizan en las cabeceras cantonales. Cabe indicar que además de vender sus productos dejan un remanente para el consumo familiar.

Por otra parte, una extensión considerable de pasto cultivado, corresponde a este sistema de producción, en donde el ganado preferido por los pequeños y medianos productores, es el de doble propósito (leche-carne), ya que genera ingresos diarios por la venta de leche e ingresos ocasionales por la venta de animales para faenamiento.

Este sistema de producción es el más representativo dentro del área de estudio con más de 85.000 ha, que corresponde al 32% de la superficie. De esta superficie los cultivos más importantes son el pasto cultivado destinado para la ganadería (33.000 ha) y el maíz duro (25.000) que en su conjunto abarcan el 70%. Espacialmente se distribuyen en todo el territorio, a excepción del sector suroccidental donde no se presentan actividades agropecuarias, sino con cobertura natural.



Maíz duro – Epoca de verano



Cosecha de coco

Fuente: Convenio IEE-MAGAP, Investigación de campo, 2013

- **Sistema de Producción Combinado.-** Los productos que caracterizan este sistema son principalmente: maíz duro, cebolla perla, limón, cacao, maní, plátano, arroz, caña de azúcar y sandía. El tamaño de las parcelas es mayor a 10 ha y menor a 50 ha. Este sistema se caracteriza básicamente por el manejo y seguimiento que dan los productores las variables operativas, técnicas y económicas para incorporar un manejo integral con el objeto de obtener mayores réditos. Por otra parte, se debe mencionar que en el cantón, un grupo de productores se ha especializado en el cultivo de maíz para multiplicación de semillas; con el asesoramiento técnico de instituciones públicas y privadas como: AGRIPAC, Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) y PROSEM. En este modelo de producción, prevalece el uso de semillas certificadas y registradas. El riego está presente en la mayoría de las parcelas, destacándose los sistemas de riego por goteo, aspersión y en menor proporción por gravedad.

La disponibilidad de maquinaria y equipos son propios y en menor proporción alquilados como complemento de las labores agrícolas. La mano de obra es de tipo asalariada permanente, en las mayores épocas de demanda (siembras y cosechas) y en otras etapas, se realiza la contratación de manera ocasional. Se presenta asistencia técnica de tipo privada con el objeto de mejorar la producción y calidad del producto. Para la comercialización, se alquila el transporte y en menor proporción disponen de vehículo propio. La mayor parte de su producción es para el mercado nacional. Sus productos tienen como destino la ciudad de Portoviejo.

En lo relacionado al sector pecuario, este sistema, utiliza semillas y plántulas certificadas y registradas, para la siembra del pasto. Los métodos de manejo son semi-tecnificados, la maquinaria y equipos para las labores pecuarias son propios y alquilados, los ganaderos poseen establos y a veces equipos de inseminación. La mano de obra más común es la asalariada permanente, en las épocas de mayor demanda (mantenimiento de pastos). La asistencia técnica es privada, se contratan técnicos especializados para el asesoramiento en el manejo de la ganadería, para mejorar su producción. La comercialización de los animales, se realiza a través del intermediario (comerciante informal en el sitio), cuyo destino es el mercado provincial.

Al sistema de producción combinado le corresponden, aproximadamente, 2.500 ha que en porcentaje alcanza al 1%. Está distribuido de manera puntual en diferentes localidades dentro del área de estudio, donde los cultivos que mayormente se destacan, son el pasto cultivado (900 ha), seguido por el maíz duro y la cebolla perla, que tienen una superficie de 450 ha, cada uno.



Cebolla perla

Fuente: Convenio IEE-MAGAP, Investigación de campo, 2013



Infraestructura de establos

- **Sistema de Producción Empresarial.-** Los productos principales que se encuentran en éste sistema son: pastos, cacao, plátano, arroz, algodón y cebolla perla. Para la producción de estos cultivos emplean semillas y plántulas certificadas y registradas, es decir aquellas que tienen el respaldo de calidad de los centros agropecuarios o entidades de producción. Los métodos de manejo del cultivo son tecnificados, la maquinaria y equipos para las labores agrícolas y medios de transporte utilizados para la comercialización son propios y alquilados en pocos casos. La mano de obra es de tipo asalariada permanente, en donde, se dispone de un gerente o al menos de un administrador, con presencia de jornaleros temporales debido a la intensificación del trabajo en algunas épocas del año. El riego es permanente y proviene de canales, vertientes y ríos.

Los productores tienen acceso a capacitaciones en forma privada permanente en su mayoría, tanto en manejo comercial, técnicas de administración y tecnologías mejoradas, que permiten la producción de rubros de mayor valor comercial. El manejo de registros contables es permanente.

La mayor parte de su producción es para la industria; para el caso del arroz es para la multiplicación de semilla, mientras que el cacao y el plátano se encuentran en desarrollo. También forma parte de este sistema, las plantaciones forestales de teca.

Este tipo de sistema constituye el menos representativo de la zona de estudio, con apenas 625 ha, que corresponde al 0.2%. Corresponden principalmente a pastos destinados a la ganadería (350 ha), seguidos por cultivo de cacao, algodón, cebolla perla, caña de azúcar, cada uno con una superficie entre 40 y 50 hectáreas. Estas pocas unidades de producción identificadas se ubican distribuidas de manera puntual en el

territorio, específicamente en Lodana (Cantón Santa Ana) y Estancias Viejas (Cantón Portoviejo).



Plantación de teca

Plantación de cacao

Fuente: Convenio IEE-MAGAP, Investigación de campo, 2013

A continuación se presenta un cuadro resumen con los tipos de Sistemas de Producción con su respectiva superficie y porcentaje:

Cuadro 17.- Superficie y porcentaje de Tipos de sistemas de Producción

Tipos de Sistemas de Producción	Superficie (ha)	Porcentaje (%)
Marginal	9.702,43	3,6
Mercantil	85.766,76	32,2
Combinado	2.318,33	0,9
Empresarial	625,73	0,2
Cobertura Natural	150.237,58	56,5
No Aplicable (Área Poblada)	12.528,81	4,7
No Aplicable (Cuerpo de Agua)	1.073,76	0,4
No Aplicable (Otros*)	3.880,15	1,5
Total	266.133,56	100,0

Fuente: Convenio IEE-MAGAP, Generación de Geoinformación para la gestión del territorio, 2013

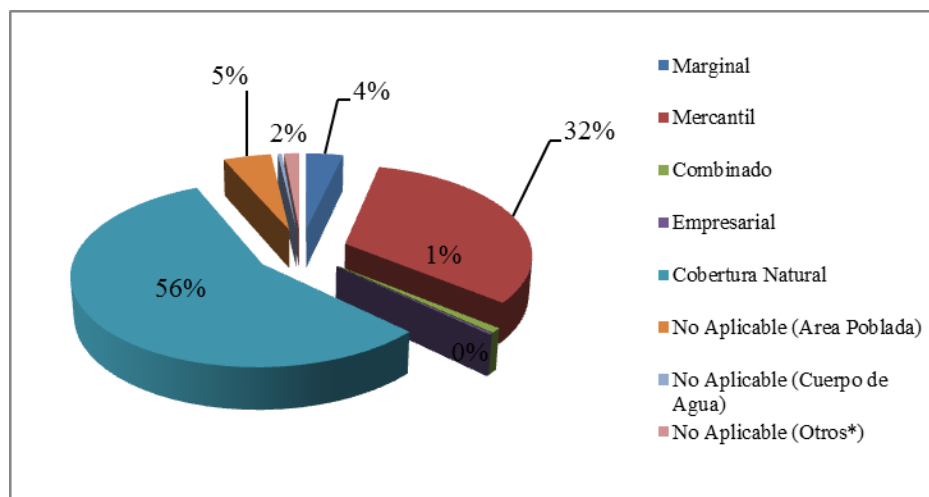


Gráfico 8.- Porcentaje de Sistemas de Producción

Fuente: Convenio IEE-MAGAP, Generación de Geoinformación para la gestión del territorio, 2013

2.2.3. COMPONENTE SOCIODEMOGRÁFICO

Para la caracterización del componente sociodemográfico se han tomado los datos del último Censo de Población y Vivienda, generado por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), que fue generado en el año 2010. Cabe indicar que para el respectivo análisis de este componente, no se tomarán las cifras globales, sino que se efectuará una aproximación en función del porcentaje de ocupación que tiene cada cantón o parroquia.

2.2.3.1 POBLACIÓN (Anexo Mapa 6)

Si el área de estudio, abarcase la totalidad de superficie de las parroquias o cantones que se incluyen en la delimitación de las tres cuencas hidrográficas de los ríos Manta, Jaramijó y Portoviejo, la población total sería de 735.923 habitantes; sin embargo, al no presentarse de esta manera, para tener información que se ajuste a la realidad, se ha realizado una aproximación, en función al porcentaje de ocupación o representación de la unidad político administrativa con la zona de investigación. De esta manera, se ha llegado a establecer que el área de estudio existe una población total de 550.798 habitantes de los cuales el 72% (395.911) se concentra en el área urbana y el restante 32% en el sector rural. Adicionalmente, se identifica que los cantones más representativos (concentración poblacional), en orden de importancia, son; Portoviejo, Manta, Santa Ana y Rocafuerte,

con el 48%, 23%, 6%, 5%, respectivamente, que en su conjunto agrupan al 82% de toda la población.

Cuadro 18.- Población Total y Ajustada en función del Porcentaje de Ocupación a Nivel Parroquial (Urbano y Rural)

Cantón	Parroquia	Población			% de Ocupación	Población		
		Urbana	Rural	Total		Urbana	Rural	Total
24 de Mayo	Sucre	4.799	8.627	13.426	85%	4.079	7.333	11.412
Bolívar	Calceta	-	15.783	15.783	3%	-	395	395
Jaramijó	Jaramijó	17.208	1.278	18.486	100%	17.208	1.278	18.486
Jipijapa	Jipijapa	-	8.844	8.844	30%	-	2.653	2.653
Junín	Junín	-	13.542	13.542	5%	-	677	677
Manta	Manta	217.553	3.569	221.122	60%	130.532	2.141	132.673
Montecristi	La Pila	-	2.452	2.452	70%	-	1.716	1.716
	Montecristi	46.312	21.530	67.842	40%	18.525	8.612	27.137
Pichincha	San Sebastián	-	5.261	5.261	10%	-	526	526
Portoviejo	Abdón Calderón	-	14.164	14.164	100%	-	14.164	14.164
	Alhajuela	-	3.754	3.754	100%	-	3.754	3.754
	Chirijos	-	2.362	2.362	100%	-	2.362	2.362
	Crucita	-	14.050	14.050	100%	-	14.050	14.050
	Portoviejo	206.682	16.404	223.086	100%	206.682	16.404	223.086
	Pueblo Nuevo	-	3.169	3.169	100%	-	3.169	3.169
	Río Chico	-	11.757	11.757	100%	-	11.757	11.757
	San Plácido	-	7.687	7.687	100%	-	7.687	7.687
Rocafuerte	Rocafuere	9.204	24.265	33.469	100%	9.204	24.265	33.469
Santa Ana	Ayacucho	-	7.423	7.423	100%	-	7.423	7.423
	Honorato Vásquez	-	5.886	5.886	100%	-	5.886	5.886
	Santa Ana de Vuelta Larga	9.681	12.617	22.298	100%	9.681	12.617	22.298
Sucre	Charapotó	-	20.060	20.060	30%	-	6.018	6.018
TOTAL		511.439	224.484	735.923		395.911	154.888	550.798

Fuente: INEC, VI Censo de Población y V de Vivienda, 2010

Por otra parte, y en consideración al objetivo del presente estudio, que es la identificación de las áreas vulnerables a la desertificación, se realizará un análisis de la población rural, ya que este medio es el que se encuentra relacionado de manera directa con este fenómeno. Así se puede identificar que le corresponden a la población rural 154.888 habitantes (28%) de los cuales, Portoviejo, Santa Ana y Rocafuerte, son los cantones más representativos, conforme se presenta en el siguiente cuadro:

**Cuadro 19.- Población Ajustada a Nivel Cantonal y Porcentaje de Representación
Urbano y Rural**

Cantón	Población				Total
	Urbana		Rural		
	N_habitantes	Porcentaje	N_habitantes	Porcentaje	
24 de Mayo	4.079	35,7%	7.333	64,3%	11.412
Bolívar	-	-	395	100,0%	395
Jaramijó	17.208	93,1%	1.278	6,9%	18.486
Jipijapa	-	-	2.653	100,0%	2.653
Junín	-	-	677	100,0%	677
Manta	130.532	98,4%	2.141	1,6%	132.673
Montecristi	18.525	64,2%	10.328	35,8%	28.853
Pichincha	-	-	526	100,0%	526
Portoviejo	206.682	73,8%	73.347	26,2%	280.029
Rocafuerte	9.204	27,5%	24.265	72,5%	33.469
Santa Ana	9.681	27,2%	25.926	72,8%	35.607
Sucre	-	-	6.018	100,0%	6.018
TOTAL	395.911		154.888		550.798

Fuente: INEC, VI Censo de Población y V de Vivienda, 2010

Adicionalmente, se puede observar que de los 12 cantones, cinco se hallan representados únicamente por población rural; y tres cantones más (Rocafuerte, Santa Ana y 24 de Mayo), les corresponden más del 60% este tipo de población; siendo de esta manera, solo los cantones Manta, Portoviejo, Montecristi y Jaramijó los que presentan una caracterización urbana.

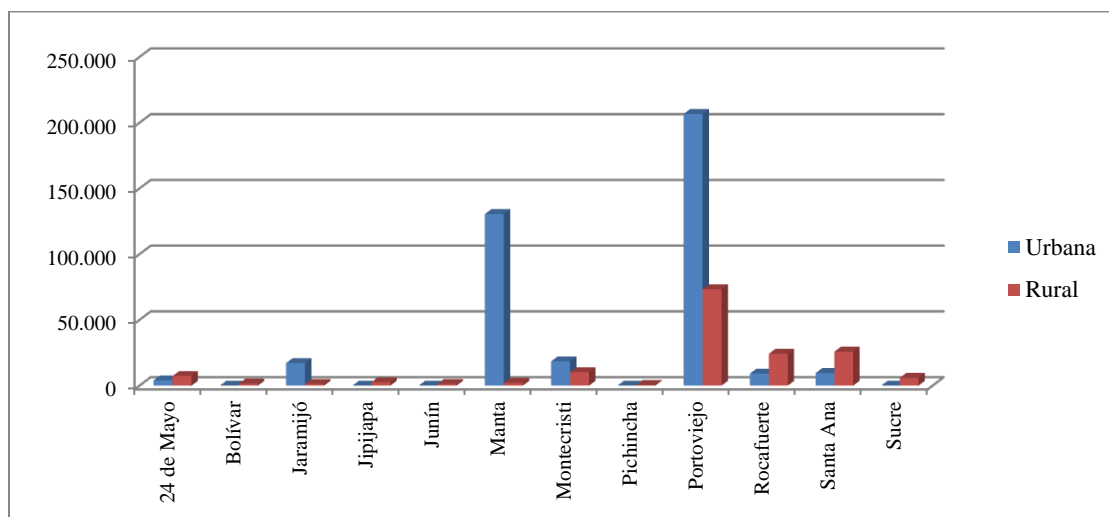


Gráfico 9.- Población Ajustada a Nivel Parroquial (Urbana y Rural)

Fuente: INEC, VI Censo de Población y V de Vivienda, 2010

2.2.3.2 DENSIDAD POBLACIONAL

La densidad poblacional se refiere al número de habitantes existentes por una unidad de superficie, esto es, por km², para una determinada unidad geográfica. En este caso puntual, se presenta el análisis de densidad poblacional para el área rural, específicamente, ya que el proceso de desertificación se presenta en este sector. Así a continuación se presenta un cuadro donde se detallan los valores de esta relación, a nivel cantonal:

Cuadro 20.- Densidad Poblacional Rural a Nivel Cantonal

Cantón	Población Rural	Superficie	Densidad
	N_habitantes	km2	hab/km2
24 de Mayo	7.333	133,57	55
Bolívar	395	8,41	47
Jaramijó	1.278	105,47	12
Jipijapa	2.653	100,42	26
Junín	677	12,39	55
Manta	2.141	131,95	16
Montecristi	10.328	304,51	34
Pichincha	526	14,53	36
Portoviejo	73.347	955,22	77
Rocafuerte	24.265	267,94	91
Santa Ana	25.926	562,47	46
Sucre	6.018	64,46	93
TOTAL	154.888	2661,34	49*

*Se refiere al promedio cantonal

Fuente: INEC, VI Censo de Población y V de Vivienda, 2010

Del cuadro anterior presentado, se puede observar que en la zona de estudio, para el área rural se presenta un promedio de 49 habitantes por km², en donde el cantón Sucre que se encuentra representado por la parroquia Charapotó, le corresponde el valor más alto (93 hab/ km²); seguido muy de cerca por el cantón Rocafuerte con 91 hab/ km².

Por otra parte, los cantones con menor densidad poblacional, son Manta y Jaramijó, con 16 y 12 hab/ km², respectivamente, cuya situación se debe a que casi toda la población de estos dos cantones es de tipo urbana (98%), donde las principales actividades económicas no están ligadas al área rural, así para el caso de Manta, está relacionada con actividades de comercio y servicios; mientras que para Jaramijó, están vinculadas con la pesca.

2.2.3.3 POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA

Según el INEC, la población económicamente activa (PEA), está conformada por las personas de 10 años y más que trabajaron al menos 1 hora en la semana de referencia, o que no laboraron, pero tuvieron empleo (ocupados), o bien, aquellas personas que no tenían empleo, pero estaban disponibles para trabajar y buscaban empleo.

En este contexto, se ha tomado esta información para identificar cuáles son las principales actividades que se realizan en el área de estudio. De esta manera, se presenta a continuación la PEA por rama de actividad, identificada en el último censo de población y vivienda realizado en el año 2010. Cabe indicar, que en consideración, a que el proceso de desertificación se presenta de manera exclusiva en el área rural, se tomará únicamente este sector, por lo cual la PEA urbana, se encuentra excluida. Adicionalmente, se debe especificar que esta información se la presentará como porcentaje, y no como valores absolutos, debido a que no se puede realizar una aproximación en relación a la superficie ocupada por los cantones dentro del área de estudio. En el siguiente cuadro, se muestra el detalle de ocupación de la PEA, por rama de actividad agrupada, para los 12 cantones presentes:

Cuadro 21.- Población Económicamente Activa (PEA) por Rama de Actividad a Nivel Cantonal

Cantón	Actividades primarias*	Manufactura	Construcción	Comercio	Servicios	Educación y Salud	No declarado	Trabajador nuevo	TOTAL
24 de Mayo	66%	1%	1%	2%	6%	2%	18%	3%	6%
Bolívar	56%	2%	4%	4%	10%	3%	18%	4%	6%
Jaramijó	5%	11%	2%	4%	69%	2%	2%	4%	1%
Jipijapa	69%	2%	2%	4%	9%	1%	8%	3%	9%
Junín	38%	3%	1%	2%	5%	2%	11%	38%	6%
Manta	46%	11%	3%	6%	16%	1%	11%	5%	3%
Montecristi	22%	28%	8%	8%	14%	4%	9%	7%	7%
Pichincha	68%	1%	1%	4%	4%	2%	17%	3%	7%
Portoviejo	48%	4%	3%	9%	15%	3%	12%	5%	24%
Rocafuerte	56%	5%	2%	7%	8%	4%	16%	33%	8%
Santa Ana	63%	3%	2%	4%	8%	2%	14%	4%	11%
Sucre	53%	3%	3%	9%	11%	4%	11%	6%	11%
TOTAL	53%	5%	3%	6%	11%	3%	13%	6%	100%

*Agricultura, Ganadería, Pesca, Silvicultura, Minas

Fuente: INEC, VI Censo de Población y V de Vivienda, 2010

Del cuadro presentado se puede identificar que a Portoviejo le corresponde la cuarta parte (24%) de la PEA en la zona de estudio, seguido por los cantones Santa Ana y Sucre, que en conjunto suman aproximadamente el 22% con el mismo porcentaje de representatividad para cada uno; así, estas tres unidades territoriales, abarcan casi la mitad de la población dedicada a algún tipo de actividad productiva (46%). Por otra parte, los demás cantones, a excepción de Jaramijó y Manta, tienen una representación que oscila entre el 6% y 9%.

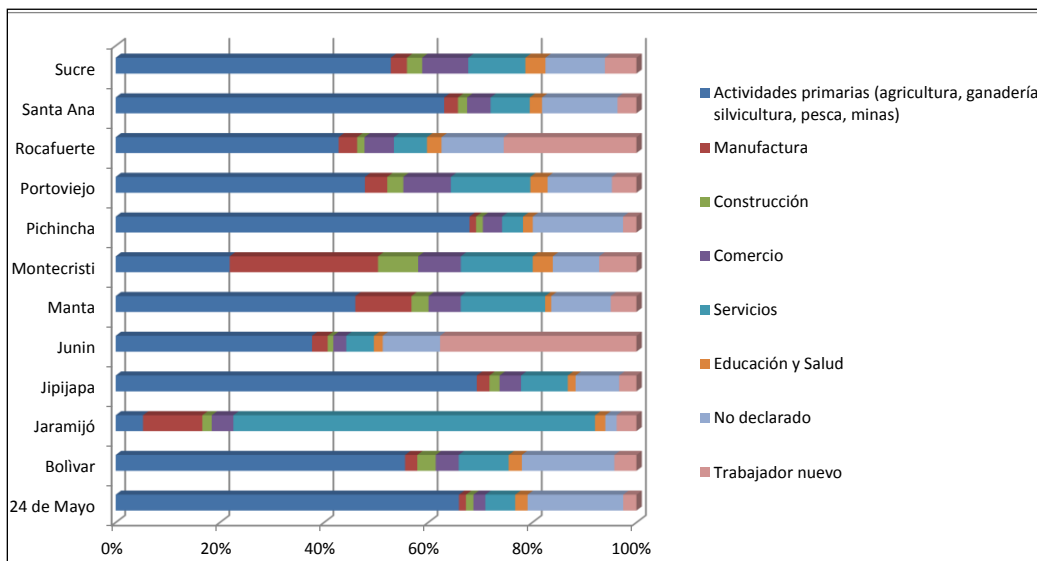


Gráfico 10.- PEA por Rama de Actividad a Nivel Cantonal

Fuente: INEC, VI Censo de Población y V de Vivienda, 2010

Adicionalmente, con respecto al análisis por rama de actividad, se puede evidenciar que las denominadas “actividades primarias”, que agrupan a las relacionadas con agricultura, ganadería, pesca, silvicultura y minas, le corresponde más de la mitad (53%) de representatividad en comparación con las demás actividades presentadas. Seguida a esta actividad, se ubican las categorías denominadas como “No Declarado” y “Servicios”, a las cuales les corresponde el 13% y 11%, respectivamente. Con relación a la principal actividad identificada que se refiere a “actividades primarias”, se ha podido establecer, que ésta, es la más importante para todos los cantones, excepto Jaramijó y Montecristi, donde los “Servicios” y “Manufactura”, respectivamente, constituyen las ocupaciones más relevantes.

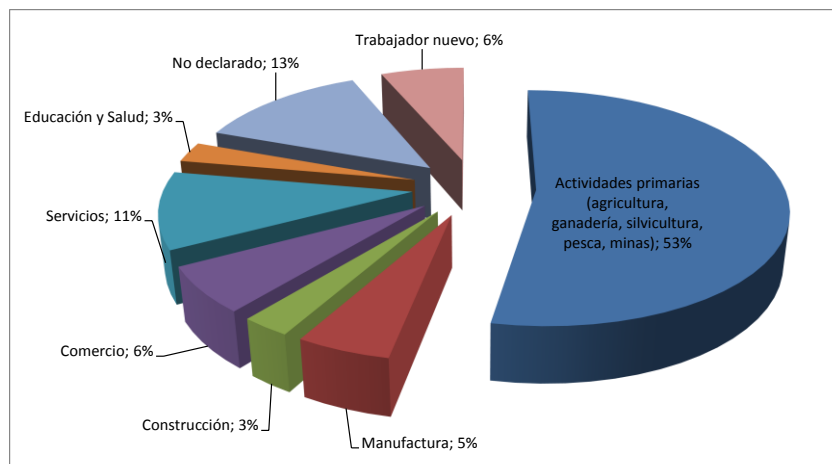


Gráfico 11.- Porcentaje de Representatividad por Rama de Actividad

Fuente: INEC, VI Censo de Población y V de Vivienda, 2010

Con respecto a la principal actividad identificada que se refiere a la agricultura, ganadería, pesca, silvicultura y minas, como se mencionó en la sección de Uso de la Tierra y Cobertura Natural, presentado en este capítulo, el cultivo más representativo corresponde al maíz duro seco, que constituye uno de los más importantes, en el contexto nacional, debido a que constituye el insumo principal para la elaboración de balanceados para consumo animal.

En este contexto, según el documento denominado “Estimación de Superficie Sembrada de Arroz (*Oryza Sativa*) y Maíz Duro Seco (*Zea Mays L.*) en las Épocas de Invierno y Verano, en las Provincias de Manabí, Los Ríos, Guayas, Santa Elena, Loja y El Oro”, publicado por el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP, 2014), establece; “En cuanto a la estimación de superficie sembrada de maíz duro seco para invierno se obtuvo una superficie de 276.385 ha, según la siguiente distribución: Los Ríos 35,2%, Manabí 28,9%, Guayas 17,5%, Loja 12,9%, Santa Elena 4,1%, El Oro 0,1%.....” (p.1). Con estos datos, se ratifica la importancia y representatividad de este cultivo en la zona de estudio, cuya cadena productiva, está representada por los productores agrícolas, centros de acopio, fábricas de balanceados y sector avícola. A continuación se presenta una figura, que identifica los principales actores que intervienen en esta cadena con los respectivos flujos:

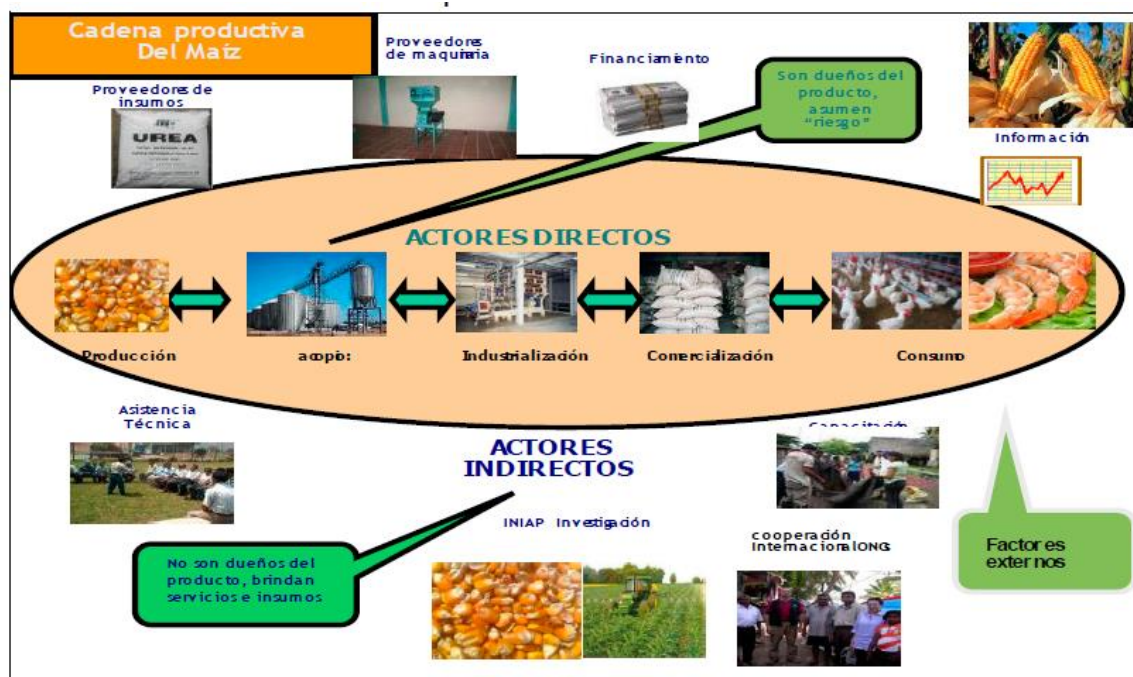


Figura 5. Cadena Productiva del Maíz Duro Seco

Fuente: Convenio IEE-MAGAP, Generación de Geoinformación para la gestión del territorio, 2013



Centro de Acopio Estatal UNA-EP, Portoviejo
Fuente: Rumazo, N., Investigación de campo, 2014

2.2.3.4 NECESIDADES BÁSICAS INSATISFECHAS (Anexo Mapa 7)

El Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD, 1997) define a la pobreza como: “Privaciones de la(s) persona(s) u hogar(es) en la satisfacción de sus necesidades básicas, en particular las necesidades materiales. Algunos enfoques, además de observar los resultados materiales de la pobreza, se refieren también a la ausencia de ciertas capacidades individuales y colectivas”. Así, los principales métodos utilizados para medir la pobreza son dos:

- *Método indirecto* (o método del ingreso o consumo), el cual mide el nivel de vida a partir de los ingresos o consumo de las personas u hogares.
- *Método directo* (o método de las necesidades básicas insatisfechas (NBI) o de los indicadores sociales), el cual define a un hogar como pobre cuando adolece de carencias graves en el acceso a educación, salud, nutrición, vivienda, servicios urbanos y oportunidades de empleo.

En el presente estudio, se ha tomado como método de medición de la pobreza al directo, esto es NBI, expresada como porcentaje del total de la población en un determinado año, en donde, según el INEC, se considera a un hogar como pobre si presenta una de las siguientes condiciones, o en situación de extrema pobreza si presenta dos o más de las siguientes condiciones:

- a) La vivienda tiene características físicas inadecuadas (Aquellas que son inapropiadas para el alojamiento humano: con paredes exteriores de lata, tela, cartón, estera o caña, plástico u otros materiales de desecho o precario; con piso de tierra. Se incluyen las móviles, refugio natural, puente o similares).

- b) La vivienda tiene servicios inadecuados (Viviendas sin conexión a acueductos o tubería, o sin sanitario conectado a alcantarillado o a pozo séptico).
- c) El hogar tiene una alta dependencia económica (Aquellos con más de 3 miembros por persona ocupado y que el Jefe(a) del hogar hubiera aprobado como máximo dos años de educación primaria).
- d) En el hogar existen niños (as) que no asisten a la escuela (Aquellos con al menos un niño de seis a doce años de edad que no asiste a la escuela).
- e) El hogar se encuentra en un estado de hacinamiento crítico (Aquellos con más de tres personas en promedio por cuarto utilizado para dormir).

En consideración a los fundamentos expuestos, con relación a la pobreza y NBI, en el siguiente cuadro, se presenta la caracterización de la población del área de estudio, respecto a esta temática, a nivel cantonal, en donde se han incluido los datos de pobreza y extrema pobreza, que han sido tomados del Sistema Integrado de Indicadores Sociales del Ecuador SIISE, calculados a partir de los datos del último Censo de Población y Vivienda del año 2010:

Cuadro 22.- Pobreza y Extrema Pobreza, a partir de NBI, a Nivel Cantonal

Cantón	Pobreza		Extrema Pobreza	
	Rural	Urbano	Rural	Urbano
24 de Mayo	97,5%	82,1%	72,4%	33,1%
Bolívar	96,9%	80,2%	64,3%	30,5%
Jaramijó	43,1%	81,9%	18,1%	45,4%
Jipijapa	97,7%	72,2%	65,3%	37,7%
Junín	95,3%	62,8%	59,9%	22,3%
Manta	99,2%	53,0%	50,3%	19,8%
Montecristi	99,1%	85,8%	47,6%	37,6%
Pichincha	97,9%	59,6%	65,4%	26,1%
Portoviejo	95,5%	54,5%	48,7%	20,7%
Rocafuerte	89,1%	49,7%	50,9%	21,6%
Santa Ana	93,3%	52,2%	64,6%	20,5%
Sucre	90,6%	69,7%	44,5%	29,3%
PROMEDIO	91,3%	67,0%	54,3%	28,7%

Fuente: SIISE, Indicadores de Desigualdad, 2010

Según datos del SIISE, año 2010, el promedio nacional de pobreza y extrema pobreza, se estableció en 60,1% y 26,8%, respectivamente; mientras que para la provincia de Manabí

fue de 76,8% y 39,9%, en el mismo orden. Así se puede identificar que los valores de NBI, a nivel provincial sobrepasan los promedios nacionales establecidos. Por otra parte, en relación con un análisis mas puntual a los 12 cantones que se incluyen en la zona de estudio, se evidencia que tanto la pobreza como la extrema pobreza en el área rural es mucho mayor que en la zona urbana, con alrededor de veinticinco puntos porcentuales de diferencia para ambos casos. Así, para el caso de la pobreza, todos los cantones, excepto Jaramijó y Rocafuerte, sobrepasan el 90% de NBI, lo cual indica que prácticamente toda la población presenta una condición inadecuada de vivienda, servicio básico, educación o hacinamiento para formar parte del porcentaje de NBI.

Con respecto a la extrema pobreza, el promedio de los cantones analizados es mucho menor que el de pobreza, con una diferencia de 37%, sin embargo esta sigue siendo mayor al promedio nacional y provincial. Además se puede identificar que la mayor diferencia le corresponde a Montecristi, Manta, Portoviejo y Sucre, donde la diferencia es superior al 40 puntos porcentuales.

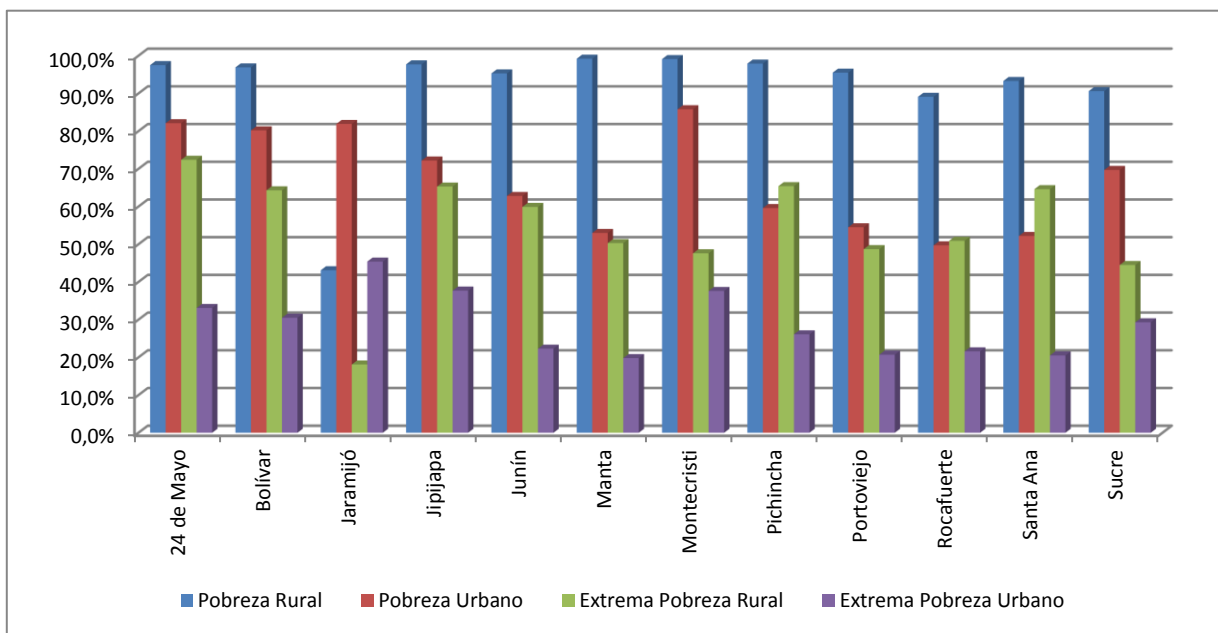


Gráfico 12.- Pobreza y Pobreza Extrema, por NBI, a Nivel Cantonal

Fuente: SIISE, Indicadores de Desigualdad, 2010

CAPÍTULO III METODOLOGÍA

3.1 CONCEPTUALIZACIÓN METODOLÓGICA

Dentro del campo de las amenazas y riesgos naturales, la vulnerabilidad, según Lavell (1991) se define como una condición, estado o momento, en el cual una población o territorio está, o queda expuesta frente a una *amenaza*, siendo ésta última la probabilidad de que un fenómeno de posibles consecuencias negativas, se produzca en un determinado tiempo y lugar. En este contexto, en el desarrollo de la presente investigación, la desertificación, se la considera como una amenaza, donde lo que se desea identificar es la probabilidad de su ocurrencia, tomando en cuenta los factores o variables que intervienen en este proceso y así identificar la población y su entorno (territorio) que son vulnerables.

Para identificar la vulnerabilidad a la desertificación se ha recurrido al establecimiento de un modelo, el cual permite la representación ideal de un sistema y la forma en que este opera, cuyo objetivo es analizar su comportamiento o bien predecir su comportamiento futuro (probabilidad), para lo cual se utilizan suposiciones y restricciones. Así, un modelo, debe contar con los insumos, técnica y herramientas necesarias que permitan sistematizar y evaluar el proceso de desertificación en el área de estudio. De esta manera, se han establecido como insumos las variables biofísicas y socioeconómicas que intervienen en la desertificación, la técnica constituye la metodología MEDALUS, descrita anteriormente, y finalmente la herramienta de integración que permitirá la espacialización de este fenómeno lo representan los Sistemas de Información Geográfica (SIG). La interrelación descrita, se presenta en la siguiente figura:

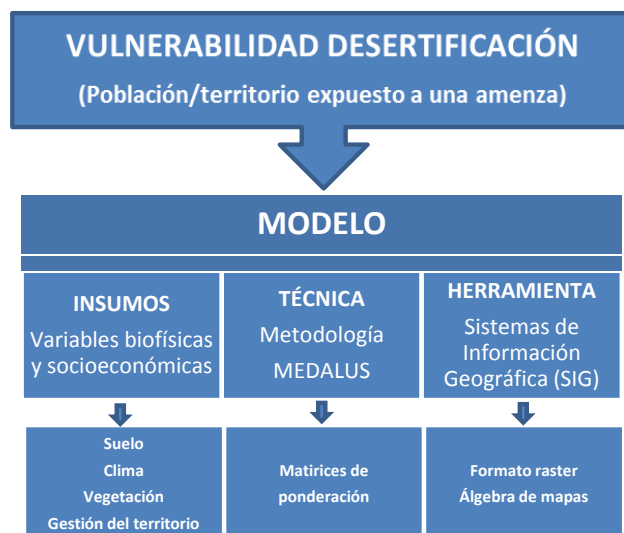


Figura 6. Conceptualización metodológica

3.2 DESCRIPCIÓN DEL MODELO SELECCIONADO

Para el modelo de identificación de la vulnerabilidad a la desertificación en las cuencas de los ríos Manta, Jaramijó y Portoviejo, se ha tomado la metodología del Proyecto de Desertificación y Uso del Suelo en el Mediterráneo (MEDALUS), por sus siglas en inglés (Mediterranean Desertification and Land Use), desarrollado por la Unión Europea – UE, durante la década de los '90, la cual ha sido aplicada en algunos países de esa región y también en Latinoamérica, específicamente en Venezuela, en la Microcuenca Callecitas – Estado Guárico, en el año 2009.

Este modelo permite la identificación de la vulnerabilidad a la desertificación, a partir de la evaluación de la calidad del suelo, clima, vegetación y manejo (gestión del territorio), representados por índices, que en su conjunto dan como resultado la identificación de Áreas Ambientalmente Sensibles (AAS) a la desertificación. Para evaluar la calidad de estos cuatro componentes son tomadas en consideración trece variables, cada una de las cuales son ponderadas o calificadas en función de su predisposición a la desertificación.

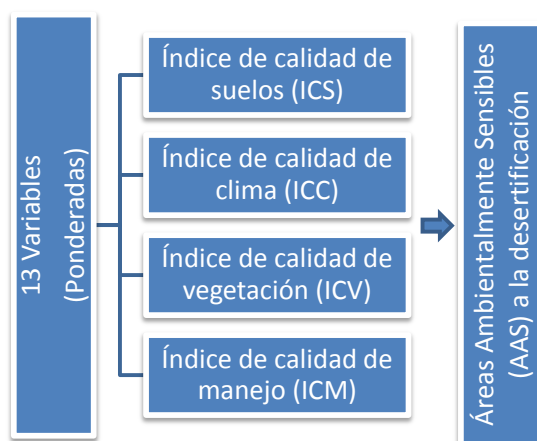


Figura 7. Esquema para la identificación de las Áreas Ambientalmente Sensibles (AAS)

Para la identificación de la calidad de cada uno de los componentes (suelos, clima, vegetación, gestión del territorio), se requiere la evaluación de las variables que los conforman, para lo cual se establecen las matrices de ponderación, que permiten que las cualidades o características de cada una se presenten como una expresión numérica de la relación entre éstas, lo cual se denomina *un índice*. Así tenemos la siguiente fórmula:

$$\text{IAASD} = (\text{ICS} * \text{ICC} * \text{ICV} * \text{ICM})^{1/4}$$

Dónde:

IAASD = Índice de Áreas Ambientalmente Sensibles a la Desertificación

ICS =	Índice de Calidad de Suelo
ICC=	Índice de Calidad de Clima
ICV=	Índice de Calidad de Vegetación
ICM=	Índice de Calidad de Manejo (Gestión del territorio)

3.2.1 SELECCIÓN Y ADAPTACIÓN DE VARIABLES

La Metodología MEDALUS, establece la intervención de trece (13) variables para la identificación de las áreas vulnerables a la desertificación, las cuales han sido analizadas y adaptadas a las características del área de estudio y a la disponibilidad de información de las mismas. Así, en el siguiente cuadro se detallan las variables originales de la metodología y las adaptaciones realizadas, que se encuentran agrupadas por cada índice de calidad:

Cuadro 23.- Variables Seleccionadas para la Identificación de las Áreas Vulnerables a la Desertificación

Índice	Variables	Variables adaptadas	Fuente
	Metodología MEDALUS		
Índice de calidad de suelo	Material Perental	Tipo de roca	IEE, Capa geopedológica
	Textura	Textura	
	Pendiente	Pendiente	
	Profundidad	Profundidad	
	Drenaje	Drenaje	
	Fragmentos de roca	Pedregosidad	
Índice de calidad de clima	Precipitación	Precipitación	IEE, Capa de zonas de precipitación
	Índice de aridez	Índice de aridez	IEE, Datos de estaciones meteorológicas
Índice de calidad de vegetación	Riesgo de incendio	Uso de la tierra y cobertura natural reclasificado	IEE, Capa de Uso de la tierra y cobertura natural
	Protección a la erosión		
	Resistencia a la sequía		
Índice de calidad de manejo	Intensidad de Uso	Sistemas de producción (agrícola y pecuaria)	IEE, Capa de Sistemas de Sistemas de Producción
		Cobertura natural por nivel de alteración	IEE, Capa de Uso de la tierra y cobertura natural
	Aplicación de política ambiental	Aplicación de política ambiental	SNI-SENPLADES, Planes de desarrollo y ordenamiento territorial (PDOT's)

3.2.1.1 INDICE DE CALIDAD DE SUELO

El suelo es el factor dominante en los ecosistemas terrestres, y de manera particular, en las zonas áridas, secas y subhúmedas secas, por su participación en la producción de biomasa. Así, la desertificación se presentará en determinados paisajes donde el suelo no sea capaz de proveer a la plantas las condiciones necesarias para su crecimiento, esto es conformación de raíces, retención de agua y nutrientes. Adicionalmente, cabe indicar, que la metodología MEDALUS, asocia la vulnerabilidad de las variables en relación con la erosión, tomando en cuenta, que esta constituye una causa de la desertificación. Con estos antecedentes, para la determinación del índice de calidad de suelo se evalúan las siguientes variables:

- **Tipo de Roca.-** La formación de los suelos se deriva de diferentes materiales parentales, los cuales reaccionan de manera diferente a la erosión del suelo, la vegetación y la desertificación. Así los tipos de roca, cuyo material principal son lutitas, tienen una alta susceptibilidad a la desertificación por lo cual les corresponde una calidad pobre; mientras que los conglomerados tienen una calidad buena.
- **Textura.-** Se refiere a la proporción relativa de las diferentes partículas de suelo. Estas partículas incluyen arena, limo y arcilla que están caracterizadas por un rango definido de tamaño. La textura del suelo influye directamente en la amenaza de desertificación por su comportamiento con respecto al agua. Como ejemplo se puede citar que la tasa de infiltración determina la mayor o menor pérdida de agua en la parte más superficial del suelo; igualmente, las texturas más finas retienen más agua que las gruesas, pero la humedad se mantiene por lo general en los estratos superiores de donde se evapora con mayor facilidad, haciendo que las plantas que no desarrollan raíces profundas sean susceptibles a la desertificación. Así, los suelos francos, les corresponde una calidad buena, mientras que los suelos arenosos, una calidad muy pobre.
- **Pendiente.-** La pendiente se define como el grado de elevación de un terreno con respecto a su longitud, que se encuentra expresado en porcentaje. Esta variable determina limitaciones en el uso de la tierra por las restricciones para mecanización o riego o porque indica la mayor susceptibilidad a la erosión cuando ésta sobre pasa ciertos límites. En consideración a lo expuesto, esta variable, mientras más alto sea el valor de la pendiente mayor será la vulnerabilidad que presente, que expresado en índice de calidad, corresponderá a una calidad baja, y viceversa.
- **Profundidad.-** La profundidad del suelo está asociado de manera directa con la capacidad de soporte a la vegetación. Así un suelo que presente mayor profundidad, dará mejor soporte a la vegetación y uno superficial no. (completar

con traducción). Los suelos con mayor profundidad les corresponderá una calidad de suelo mayor, mientras que los menos profundos, tendrán una calidad pobre.

- **Drenaje.-** En consideración a esta variable los suelos que están bien drenados les corresponde una calidad alta, y para los que son mal drenados, una calidad pobre o baja.
- **Pedregosidad.-** La pedregosidad se refiere a la presencia de fragmentos de roca, en el suelo, lo cual favorece la retención de humedad en las zonas áridas, secas y subhúmedas secas. De esta manera, esta variable es evaluada en función de la presencia de rocas, donde una condición de abundancia será calificado como calidad buena; mientras que para la inexistencia o poca presencia como una calidad pobre.

3.2.1.2 INDICE DE CALIDAD DE CLIMA

El clima constituye un componente fundamental dentro del modelo de identificación de las áreas vulnerables a la desertificación, en consideración que las condiciones atmosféricas que caracterizan un clima desértico son los que crean grandes déficit de agua, es decir, la evapotranspiración potencial mucho mayor que la precipitación. Siendo la relación entre estas dos variables las que definen las áreas áridas, semiáridas y subhúmedas secas.

- **Precipitación.-** Kosmas et al. (2002) manifiesta que la cantidad y distribución de las precipitaciones son los principales determinantes de la producción de biomasa en las zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas, en donde con la disminución de las cantidades de lluvia combinada con altas tasas de evapotranspiración se reducen drásticamente el contenido de humedad disponible en el suelo para el crecimiento vegetal. Específicamente como parte del índice de calidad de clima, una mayor precipitación le corresponderá una calidad buena; mientras que para una precipitación menor la calidad será pobre.
- **Índice de Aridez Bioclimático.-** La aridez es un factor ambiental crítico para determinar la evolución de la vegetación natural, considerando la escasez de agua que puede producir la reducción de la cubierta vegetal. Para la obtención de esta variable se utiliza el índice de aridez bioclimático desarrollado por Gaussen que relaciona 2 parámetros meteorológicos fundamentales como son la precipitación y la temperatura, cuya fórmula es la siguiente:

$$IAB = P/2T$$

Dónde:

IAB= Índice de Aridez Bioclimático

P= Precipitación media mensual normal

T= Temperatura media mensual normal

3.2.1.3 INDICE DE CALIDAD DE VEGETACIÓN

La vegetación que se refiere a la cobertura natural o al uso como tal, esto es agricultura o ganadería, representa el tercer índice de calidad, en donde se evalúan las características de cada tipo de vegetación en función de su vulnerabilidad a riesgos de incendio, protección a la erosión y resistencia a las sequías.

- **Riesgos de incendios.-** Debido a las condiciones climáticas que se presentan en las áreas semiáridas, secas y subhúmedas, la presencia de incendios se puede suscitar, lo cual genera que la superficie quede desprovista de cobertura, escenario propicio para la presencia de erosión y la consecuente desertificación. Además, cabe recalcar que Guerrero (1997), sostiene que uno de los principales agentes que intervienen en el proceso de desertificación en la provincia de Manabí, están relacionados con los incendios forestales. Así, las coberturas correspondientes a bosques secos y plantaciones forestales constituyen las clases más vulnerables (calidad pobre); mientras que las zonas agrícolas, son las que les corresponde una calidad buena.
- **Protección a la erosión.** – Según Bryan and Campbell (1986), citado por Kosmas et al. (2002), la vegetación natural y el uso de la tierra constituyen factores muy importantes en el control de la intensidad y la frecuencia de flujo superficial en el lavado de erosión. Específicamente, tienen relación directa con la protección que brinda un tipo de cobertura frente a la intensidad de lluvia, que constituye uno de los principales factores para la presencia de erosión.

Adicionalmente, cabe recalcar, que según el V Informe Nacional y Actualización del Programa de Acción Nacional de Lucha Contra la Desertificación, Degradación de Tierras y Sequía, entregado por el MAE, en el año 2012, se identifica a los principales factores que contribuyen a la desertificación en el Ecuador, entre los cuales se incluyen los procesos erosivos. De esta manera el bosque tiene una mayor protección ante la erosión, por lo cual su calidad es buena, mientras que para los cultivos anuales o de ciclo corto, la calidad es pobre.

- **Resistencia a la sequia.** – Según Clark (1996), citado por Kosmas et al. (2002) sostiene que “los principales factores que afectan a la evolución de la vegetación a largo plazo, están relacionados con el suministro irregular y a menudo inadecuada de agua...”. Tal situación se refiere a los periodos que sequía que se pueden

presentar en las tierras áridas, semiáridas y subhúmedas secas. Por lo expuesto, es importante, para la determinación del índice de calidad de vegetación, evaluar su resistencia ante estas eventualidades. Así, a los bosques naturales les corresponde una calidad buena; mientras que a los cultivos anuales una calidad pobre.

3.2.1.4 INDICE DE CALIDAD DE MANEJO

Los tres índices de calidad descritos, con sus respectivas variables, están relacionados con el medio físico; ahora es importante incluir el componente social, representado por las actividades que desarrolla el hombre sobre un determinado territorio. En este contexto, Kosmas et al. (2002) sostiene que:

Un pedazo de tierra, independientemente de su tamaño, se caracteriza por un uso particular. Este uso se asocia a un determinado tipo de gestión que está dictada por y cambios bajo la influencia de los factores ambientales, sociales, económicos, tecnológicos y políticos. Dependiendo del tipo particular de administración, recursos de la tierra están sujetos a un determinado *grado de estrés*. Por otra parte, la existencia de políticas ambientales que se aplican a una determinada área para moderar los impactos esperados de un tipo de uso de la tierra dada en comparación con la situación en la que no hay tales políticas, también debe ser evaluado. (p.27).

- **Intensidad de uso.** – El uso de la tierra con fines productivos en el área rural, están representados principalmente por actividades agrícolas, pecuarias y forestales, cada una de las cuales presentan diferentes manejos, dependiendo de los factores de producción que intervengan como son capital, tecnología, fertilizantes, riego, entre otros, que generarán un impacto sobre el territorio donde se desarrollan. Por ejemplo, el riego, en las tierras secas, aunque aumenta el rendimiento de los cultivos, puede ocasionar la destrucción de la estructura del suelo (salinización) y pérdida de sedimentos. Esta salinización disminuye el crecimiento de los cultivos y deja el suelo improductivo.

Para representar esta variable se ha considerado la información de sistemas de producción⁸ y el nivel de intervención de la vegetación natural. Para el primer caso, el sistema de producción marginal le corresponde una calidad buena; mientras que para el sistema empresarial, una calidad pobre. Por otra parte, para el caso de la vegetación natural, el nivel de intervención “poco alterado” le corresponde la calidad buena y “muy alterado”, la calidad pobre.

- **Aplicación de Política Ambiental.** – En el proceso de la identificación de las áreas vulnerables a la desertificación, las políticas relacionadas con la protección de la tierra, tales como las políticas de apoyo a las terrazas, las políticas que favorecen la

⁸ Las características de los sistemas de producción se presentaron en el Cuadro 2.8, del Capítulo 2 de este documento.

agricultura extensiva, las políticas de protección de la costa, entre otras son importantes; sin embargo, en el proceso de evaluación se debe identificar su eficacia en función del grado de aplicación. Así, para recopilar esta información se evalúa los Planes de Desarrollo y Ordenamiento Territorial a nivel cantonal, en lo relacionado con las políticas, planes o proyectos relacionados con el componente ambiental y su respectiva implementación. Para la respectiva estimación se utiliza una matriz de evaluación, que integra dos factores: i) Ámbito de aplicación y ii) Nivel de Interés, cada uno con cuatro indicadores (Ver Cuadro 3.15), que dan como resultado 16 probables combinaciones, en donde la implementación de una política a través de un proyecto relacionado directamente con la lucha contra la desertificación, le corresponde una calidad “muy alta”; mientras que donde no se presente una política, ni un proyecto relacionado con la desertificación le corresponde una calidad pobre.

3.2.2 DETERMINACIÓN DE MATRICES DE PONDERACIÓN

Posterior a la identificación de las variables que intervendrán en el modelo, se procede al establecimiento de las matrices de ponderación, en donde para cada clase de las variables, le corresponde un valor numérico, que darán como resultado una aproximación multifactorial que representa el índice de calidad de cada componente: suelo, clima, vegetación y gestión del territorio. Las ponderaciones que se presentan a continuación han sido tomadas conforme lo establecido en la metodología MEDALUS:

Índice de calidad del suelo

Cuadro 24.- Ponderación por Tipo de Roca

Clase	Descripción	Tipo de roca	Índice
1	Buena	Arcillas arenosas	1
		Arenas	1
		Conglomerados	1
		Cantos	1
2	Moderada	Areniscas	1,7
		Bloques	1,7
		Calizas	1,7
		Limo arcillosos	1,7
		Gravas	1,7
		Lavas	1,7
		Limolitas limos	1,7
3	Pobre	Lutitas	2
		Rocas ígneas	2

Cuadro 25.- Ponderación por Tipo de Textura

Clase	Descripción	Textura	Índice
1	Buena	Arcilla pesada	1
		Areno francoso	1
		Franco	1
		Franco arcillo-arenoso	1
		Franco arcilloso	1
		Franco arenoso	1
2	Moderada	Arcillo-arenoso	1,2
		Franco limoso	1,2
3	Pobre	Arcillo-limoso	1,6
		Arcilloso	1,6
		Limoso	1,6
4	Muy Pobre	Arena	2

Cuadro 26.- Ponderación por Tipo de Pendiente

Clase	Descripción	Rango de pendiente	Descripción de pendiente	Índice
1	Buena	0 a 2 %	Plana	1
2	Moderada	2 a 5 %	Muy Suave	1,2
		5 a 12 %	Suave	1,2
3	Pobre	12 a 25 %	Media	1,5
		25 a 40 %	Media a Fuerte	1,5
4	Muy Pobre	40 a 70 %	Fuerte	2
		70 a 100 %	Muy Fuerte	2
		100 a 150 %	Escarpada	2
		150 a 200 %	Muy Escarpada	2

Cuadro 27.- Ponderación por Tipo de Pedregosidad

Clase	Descripción	Pedregosidad	Índice
1	Buena	Abundantes	1
2	Moderada	Frecuente	1,3
		Muy Pocas	1,3
3	Pobre	Poca	2
		Sin	2

Cuadro 28.- Ponderación por Tipo de Profundidad

Clase	Descripción	Profundidad	Índice
1	Buena	Profundo	1
2	Moderada	Moderadamente profundo	2
3	Pobre	Poco profundo	3
4	Muy pobre	Superficial	4
		Muy superficial	4

Cuadro 29.- Ponderación por Tipo de Drenaje

Clase	Descripción	Drenaje	Índice
1	Buena	Bueno	1
2	Moderada	Moderado	1,2
3	Pobre	Excesivo	2
		Mal drenado	2

Índice de calidad de clima

Cuadro 30.- Ponderación por Rangos de Precipitación

Clase	Descripción	Precipitación (mm)	Índice
1	Buena	Mayor a 1000	1
2	Moderada	De 500 a 1000	2
3	Pobre	Menor a 500	4

Cuadro 31.- Ponderación por Aridez

Clase	Descripción	Rango aridez	Descripción aridez	Índice
1	Buena	> 4.5	Extremadamente húmedo	1
		3.50 – 4.50	Muy húmedo	1,1
2	Moderada	2.50 – 3.50	Ligeramente húmedo	1,2
3	Pobre	1.00 – 2.50	Normal	1,2
4	Muy Pobre	0.75 – 1.00	Aridez ligera	1,4
		0.50 – 0.75	Aridez moderada	1,8
5	Extremadamente Pobre	0.25 – 0.50	Aridez severa	2
		0.01 – 0.25	Aridez extrema	2

Índice de calidad de vegetación

Cuadro 32.- Ponderación por Protección a la Erosión

Clase	Descripción	Categoría_Uso de la Tierra	Índice
1	Buena	Bosque nativo	1
2	Moderada	Cultivo permanente	1,3
		Plantación forestal	1,3
		Vegetación arbustiva	1,3
		Vegetación herbácea	1,3
		Pastos cultivados	1,3
3	Pobre	Cultivo semi permanente	2
		Cultivo anual	2
		Erial/Sin cobertura vegetal	2

Cuadro 33.- Ponderación por Riesgo de Incendio

Clase	Descripción	Categoría_Uso de la Tierra	Índice
1	Buena	Cultivo anual	1
		Cultivo permanente	1
		Cultivo semi permanente	1
		Erial/Sin cobertura vegetal	1
		Matorral húmedo	1
		Vegetación herbácea húmeda	1
2	Moderada	Algodón	1,3
		Bosque húmedo	1,3
		Manglar	1,3
		Pastos	1,3
3	Pobre	Barbecho	1,6
		Matorral seco	1,6
		Vegetación herbácea seca	1,6
4	Muy Pobre	Bosque seco	2
		Plantación forestal	2

Cuadro 34.- Ponderación por Resistencia a la Sequía

Clase	Descripción	Categoría_Uso de la Tierra	Índice
1	Buena	Bosque nativo	1
2	Moderada	Cultivo permanente	1,4
		Cultivo semi permanente	1,4
		Plantación forestal	1,4
		Vegetación arbustiva	1,4
		Vegetación herbácea	1,4
3	Pobre	Pastos	1,7
4	Muy Pobre	Cultivo anual	2

Índice de calidad de manejo (gestión del territorio)

Cuadro 35.- Ponderación por Intensidad de Uso

Intensidad de Uso	Índice
Sistemas de Producción	
Marginal	1
Mercantil	1,2
Combinado	1,5
Empresarial	2
Cobertura natural	
Bosque poco alterado	1
Vegetación arbustiva poco alterada	1
Vegetación herbácea poco alterada	1
Bosque medianamente alterado	1,2
Vegetación arbustiva medianamente alterada	1,2
Vegetación herbácea medianamente alterada	1,2
Bosque muy alterado	2
Vegetación arbustiva muy alterada	2
Vegetación herbácea muy alterada	2

Fuente: Kosmas et al., Proyecto MEDALUS, 2002

Cuadro 36.- Matriz de Evaluación de Aplicación de Política Ambiental

Ámbito de Aplicación		Nivel de interés			
		Política	Proyecto	Política y Proyecto	Implementación
		1	2	3	4
Ambiente en general	1	1	2	3	4
Procesos asociados (erosión/deforestación)	2	2	4	6	8
Vulnerabilidad/riesgos naturales	3	3	6	9	12
Desertificación	4	4	8	12	16

Aplicación de Política Ambiental	Índice
Muy alta	1
Alta	1,2
Moderada	1,5
Pobre	2

Fuente: Rumazo, N., 2014, adaptado de Kosmas et al., Proyecto MEDALUS, 2002

3.3 PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Como se muestra en la figura 3.1, el tercer componente que conforma un modelo, se refiere a las herramientas a utilizarse. Así, luego de haber identificado las variables y la metodología a implementarse, le corresponde el proceso de la información, en donde los Sistemas de Información Geográfica (SIG) constituyen esa herramienta que permite hacer

más factible el manejo, almacenamiento y procesamiento de datos para el análisis de la identificación de las AAS a la desertificación. En este contexto, Sivertun (1998), citado por De La Cruz (s.f) manifiesta que los SIG, actualmente, constituyen una herramienta muy eficaz para la generalización de modelos, que pueden ser utilizados en estudios cuantitativos o cualitativos, con un notable ahorro de tiempo y disminución de costos.

En la siguiente figura, se muestran los principales procesos desarrollados para la identificación de las AAS a la desertificación:

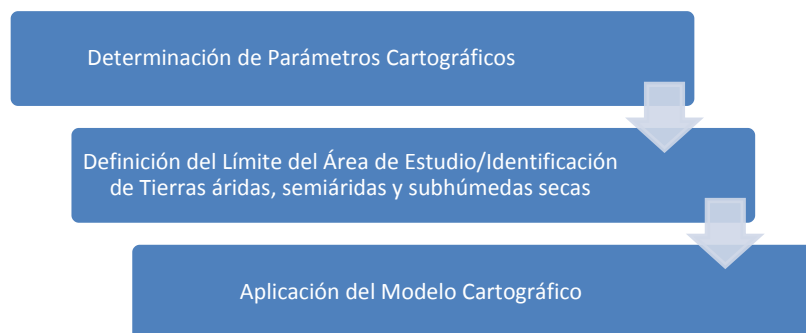


Figura 8. Principales Procesos para la Identificación de las AAS

3.3.1 PARÁMETROS CARTOGRÁFICOS

En el siguiente cuadro, se presentan los principales parámetros cartográficos que tienen todas las capas geográficas digitales utilizadas en el modelo implementado para determinar las áreas vulnerables a la desertificación:

Cuadro 37.- Parámetros Cartográficos

Escala detalle:	1:25 000
Escala de impresión:	1:250 000
Proyección Cartográfica:	Universal Transversa de Mercator (UTM)
Zona Cartográfica:	17
Elipsoide:	World Geodetic system 1984 (WGS84)
Datum Horizontal:	World Geodetic system 1984 (WGS84)
Datum Vertical:	Nivel Medio del Mar
Posición:	Sur
Formato capas digitales:	.shp (shapefile)
Formato mapas de salida:	.mxd

Fuente: IEE, Metadato capas geográficas temáticas, 2013

3.3.2 DEFINICIÓN DEL LÍMITE DEL ÁREA DE ESTUDIO – IDENTIFICACIÓN DE TIERRAS ÁRIDAS, SEMIÁRIDAS Y SUBHÚMEDAS SECAS

La identificación del límite del área de estudio, en el procesamiento de la información cartográfica es primordial, ya que este representa el referente para todas las variables cartográficas que intervendrán. De esta manera, el área de estudio corresponde a las

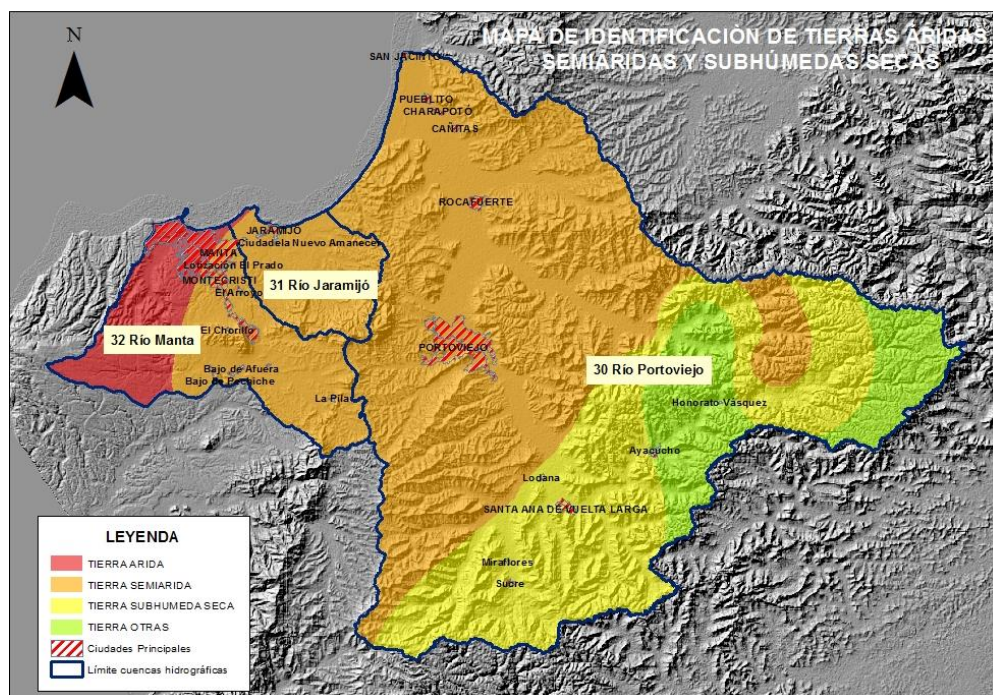
cuencas hidrográficas de los ríos Manta, Jaramijó y Portoviejo, que se localizan en la región Litoral del Ecuador, dentro del territorio de la provincia de Manabí. Tiene una superficie de 266.133 hectáreas (2.661,33 km²).

Adicionalmente, a la determinación del límite de estudio, se identifica las tierras áridas, semiáridas y subhúmedas secas, tomando en cuenta que la desertificación, se refiere al deterioro de éstas áreas específicamente. Para la identificación de estas tierras la Convención de las Naciones Unidas para la Lucha contra la Desertificación (CNULD) (1994) define a las tierras áridas, semiáridas y subhúmedas secas, como aquellas en las que la proporción entre la precipitación anual y la evapotranspiración potencial (P/PET) está comprendida entre 0,05 y 0,65. Específicamente, define los siguientes rangos para cada tipo de tierra:

- Tierra árida: $P/PET = 0,03 - 0,20$
- Tierra semiárida $P/PET = 0,20 - 0,50$
- Tierra subhúmeda seca $P/PET = 0,50 - 0,65$

De esta manera, en el Mapa 3.1, se presenta el resultado de la relación de los dos parámetros indicados por la CNULD para el área de estudio:

Mapa 4.- Tipos de Tierras (Desertificación)



Fuente: Convenio IEE-MAGAP, 2013, Componente Clima, Escala 1:50.000

Elaboración: Rumazo, N., 2014

La cuenca hidrográfica que ocupa la mayor superficie del área de estudio corresponde a la del Río Portoviejo, con el 80%, seguido por el Río Manta (14%) y el restante 6%, para el Río Jaramijó. En lo relacionado con la distribución de los tipos de tierras, las semiáridas abarcan alrededor de 160.000 ha, que representan el 60%, por lo que corresponden a las más representativas; mientras que las tierras que están consideradas para la evaluación del proceso de desertificación (tierras otras) son las menos representativas con 10%. A continuación se presenta el siguiente cuadro, que muestra el detalle de los tipos de tierra a nivel de cuenca hidrográfica.

Cuadro 38.- Identificación de Tipos de Tierra por Cuenca Hidrográfica

Nombre de cuenca hidrográfica	Superficie (ha) por tipos de tierra (P/PET)*				TOTAL
	Tierra árida	Tierra semiárida	Tierra subhúmeda seca	Tierras otras	
Río Manta	14.966,04	21.753,12	0	0	36.719,17
Río Jaramijó	154,88	14.827,36	0	0	14.982,24
Río Portoviejo	0	123.258,85	63.948,47	27.224,89	214.432,20
TOTAL	15.120,92	159.839,33	63.948,47	27.224,89	266.133,60

*Precipitación/Evapotranspiración Potencial

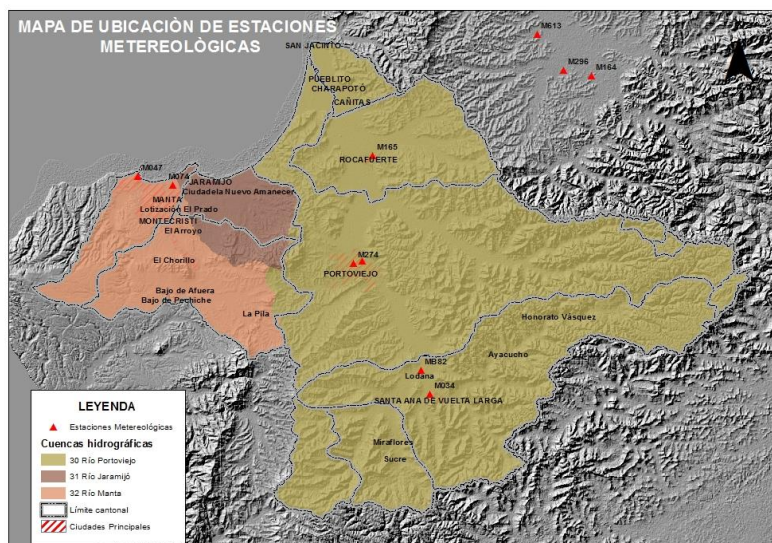
Fuente: Rumazo, N., Capa de Tipos de Tierra, 2014

3.3.3 APLICACIÓN DEL MODELO CARTOGRÁFICO (Anexo 1)

3.3.3.1 GENERACIÓN DE INFORMACIÓN PRIMARIA

La generación de la información corresponde a la elaboración de la capa de índice de aridez bioclimático, para lo cual se han utilizado datos de las estaciones metereológicas que se localizan dentro del área de estudio y otras cercanas, como se muestra en el Mapa 3.2:

Mapa 5.- Ubicación de Estaciones Metereológicas



Fuente: Convenio IEE-MAGAP, 2013, Componente Clima, Escala 1:50.000

Elaboración: Rumazo, N., 2014

Para la obtención del Índice de aridez bioclimático, es el resultado de la comparación de dos parámetros que son la precipitación y temperatura, cuya fórmula es la siguiente:

$$IAB = P/2T$$

Dónde:

IAB= Índice de Aridez Bioclimático

P= Precipitación media mensual normal

T= Temperatura media mensual normal

Se ha utilizado para este cálculo los datos de 12 estaciones meteorológicas con su respectiva ubicación georeferenciada y los datos de precipitación y temperatura media mensual normal. Los datos que se presentan, corresponden a información del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), los mismos que fueron analizados y evaluados por el IEE, cuya serie climática corresponde a un periodo de 20 a 25 años⁹ (1985-2009).

Cuadro 39.- Estaciones Meteorológicas – Cálculo de Índice de Aridez Bioclimático

Código	Nombre de la Estación	x	y	Altura	Promedio Precipitación (P)	Promedio Temperatura (T)	Índice de Aridez Bioclimático (P/2T)
M005	Portoviejo UTM	560.426	9.884.598	41	40,80	25,40	0,80
M034	Santa Ana INAMHI	569.409	9.867.110	70	65,30	25,90	1,26
M047	Manta INOCAR	530.577	9.895.756	7	20,50	24,90	0,41
M074	Manta Aeropuerto	535.213	9.894.641	12	24,90	24,90	0,50
M164	Calceta	590.843	9.909.014	24	80,20	25,80	1,55
M165	Rocafuerte	561.740	9.898.489	21	33,10	25,30	0,65
M166	Olmedo - Manabí	588.334	9.845.740	62	125,70	26,00	2,42
M169	Julcuy	540.912	9.836.044	215	39,30	24,70	0,80
M274	Portoviejo Aeropuerto	559.179	9.884.349	46	36,80	26,80	0,69
M296	Estancilla	587.159	9.909.725	18	63,40	25,80	1,23
M613	Tosagua	583.609	9.914.515	25	46,50	25,80	0,90
MB82	La Teodomira	568.161	9.870.292	47	59,30	25,70	1,15

Fuente: Convenio IEE-MAGAP, Generación de Geoinformación para la gestión del territorio, 2013

El Índice de aridez, conocido también como Índice de Gaussen, determina la presencia de aridez, en donde la relación entre la precipitación con el doble de la temperatura, sea menor

⁹ Según la Organización Mundial de Meteorología (OMM), las series climáticas confiables deben tener como un mínimo 20 años de registros continuos de estaciones de funcionamiento regular y permanente, susceptibles a las realidades de cada país, las que, en caso de no existir series extensas pueden utilizarse hasta de 10 años.

a 1, o expresado de otra manera, donde el doble de la temperatura sea mayor a la precipitación. De esta manera, se puede identificar que de las 12 estaciones analizadas, siete, representan aridez, corresponden a Portoviejo UM, Manta INOCAR, Manta Aeropuerto, Rocafuerte, Portoviejo Aeropuerto, Julcuy y Tosagua.

Por otra parte, es importante indicar que el Índice de Gaussen, es frecuentemente representada en climogramas que también se denominan diagramas ombrotérmicos, los cuales permiten visualizar de manera gráfica la relación entre precipitación y temperatura. A continuación se muestra un ejemplo, para la estación de Portoviejo UTM:

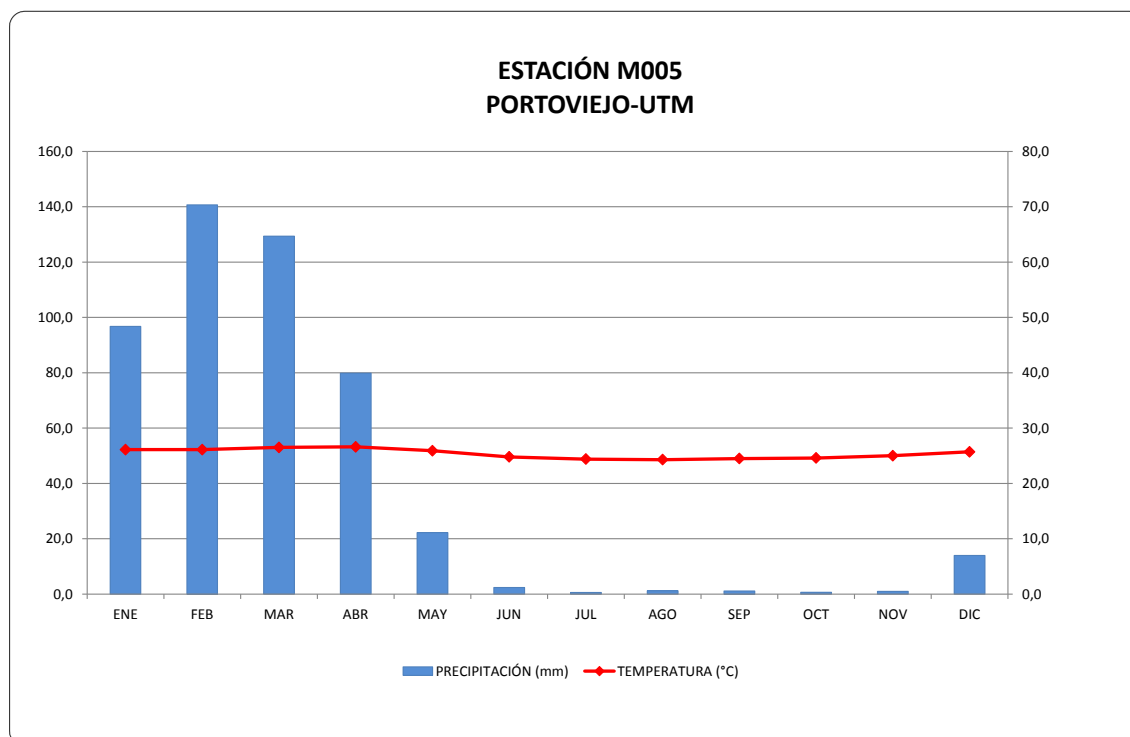


Gráfico 13.- Diagrama ombrotérmico de la Estación Portoviejo UTM

Fuente: IEE, Componente Clima, 2013

Luego de la identificación del Índice de Aridez, y su correspondiente georeferenciación, se ha realizado la interpolación de los datos, a través de herramientas SIG, y así se han establecido áreas para este índice dentro del área de estudio.

3.3.3.2 RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN SECUNDARIA

La recopilación de información secundaria, tiene como fuente principal la cartografía elaborada por el Instituto Espacial Ecuatoriano (IEE) y complementariamente, la información de los Planes de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDOT's) elaborados por los Gobiernos Autónomos Descentralizados (GAD's) cantonales y publicados en el Sistema de Información Nacional (SNI) de la SENPLADES.

Las capas cartográficas utilizadas corresponden a cuatro temáticas específicas que son: geopedología, precipitación, uso de la tierra y cobertura natural y sistemas productivos. Para cada una de estas capas se realizaron los siguientes procesos cartográficos:

- Extracción de cada capa temática del mosaico general (generado por el IEE) en función del límite del área de estudio;
- Exclusión de unidades cartográficas no aplicables, tales como: ríos dobles, ciudades, infraestructura, playa, bancos de arena, entre otros;
- Reclasificación de tipos o categorías de cada capa temática, en función de las clases establecidas en las matrices de ponderación;
- En lo relacionado a la información de los PDOT's, se ha revisado específicamente la sección correspondiente a las propuestas del Sistema Ambiental, de cada uno de los cantones que se encuentran en el área de estudio. Como resumen se presenta el siguiente cuadro, que muestra a nivel de cada cantón la política y proyecto, el cual sirvió para la ponderación de la variable "Aplicación de Política Ambiental", conforme lo descrito en el Cuadro 3.15.

Cuadro 40.- Políticas y Proyectos de los PDOT's cantonales relacionados con el Sistema Ambiental

Cantón	Año PDOT	Política	Proyectos	Índice
24 de Mayo	No existe PDOT			2
Bolívar				2
Jaramijó				2
Jipijapa	2011	Crear programas piloto de incentivos para la reducción de la deforestación	Plan de Gestión de Riesgos del Cantón	1,2
		Promover estrategias para la reducción de contaminación del suelo	Recuperación de áreas erosionadas	
		Integración con los planes y estrategias gubernamentales tales como las relacionadas con la seguridad alimentaria y la lucha contra la desertificación	Forestación y reforestación	
Junín	2011	Control, manejo y sanción a los que afecten los recursos naturales	No se plantea	2
Manta	2012	Reducir la erosión de los suelos y degradación ambiental; y, el deterioro de los recursos naturales por sobre-utilización del suelo en las áreas rurales, por utilización de suelo urbano en áreas no aptas para su desarrollo, por	Definir un sistema regional de control de los contaminantes, ligado a las actividades agropecuarias e industriales	1,5

		realización de actividades agrícolas extensivas en áreas con condiciones para agricultura intensiva, y por el desarrollo de actividades agropecuarias en áreas frágiles		
Montecristi	2011	Fomentar y promover la conservación y uso sustentable de los recursos naturales		2
Pichincha		Desarrollar estrategias de preservación y conservación del medio ambiente, acompañados con acciones de recuperación y mitigación de impactos ambientales y garantizando el uso racional de los recursos naturales, la biodiversidad		2
Portoviejo	2011	Planificación estratégica y participativa en base a la autogestión y cogestión comunitaria	Elaboración de mapas de Amenazas, Vulnerabilidades y de Riesgo en el Cantón Portoviejo.	1,2
Rocafuerte	2011	Impulsar programas de reforestación en las zonas rurales	Capacitación y asesoría técnica en temas de reforestación y manejo de plantaciones forestales y de conservación en convenio con OG y ONGS competentes	1,5
Santa Ana	2011	Garantizar el rescate, la conservación y uso sustentable de la biodiversidad y recursos naturales	Formulación del Mapa de Vulnerabilidades del cantón y el Plan de Gestión de riesgos	1,2
Sucre	2011	Utilizar y aprovechar materias primas e insumos de bajo impacto ambiental en las actividades agro-pecuarias, industriales, de servicios, y comerciales	Capacitación en técnicas de cultivo orgánicos Ordenanzas para el control y sanción de contaminadores	2

Fuente: PDOT's cantonales, SIN-SENPLADES, 2014

- e) Asignación de pesos conforme las matrices de ponderación para cada una de las variables;
- f) Conversión al formato raster, de cada una de las variables que conforman el modelo. El tamaño de pixel establecido es de 5 metros. El valor que toma cada pixel, corresponde al peso asignado para cada clase de las variables;
- g) Aplicación del proceso cartográfico denominado Álgebra de Mapas, el cual permite realizar análisis espacial mediante operaciones aritméticas como: sumas, restas,

multiplicaciones, entre otras. Específicamente, se aplicaron las siguientes fórmulas para obtener cada uno de los Índices de calidad (suelo, clima, vegetación y gestión del territorio):

- Índice de calidad de suelos - ICS

ICS: $(\text{Textura} * \text{material parental} * \text{fragmento de roca} * \text{profundidad} * \text{pendiente} * \text{drenaje})^{1/6}$

- Índice de calidad de clima – ICC

ICC = $(\text{precipitación} * \text{aridez})^{1/2}$

- Índice de calidad de vegetación – ICV

ICV = $(\text{Riesgo de incendio} * \text{protección contra la erosión} * \text{resistencia a la sequía})^{1/3}$

- Índice de calidad de manejo (gestión del territorio) – ICM

ICT = $(\text{Intensidad de uso} * \text{aplicación de política ambiental})^{1/2}$

h) Reclasificación capas raster de los Índices de calidad, conforme los valores que se presentan a continuación:

Cuadro 41.- Clases de calidad para los Índices de suelo, clima, vegetación y manejo

Clase	ICS	ICC	ICV	ICM
Calidad Alta	< 1,13	<1,15	< 1,15	< 1,25
Calidad Moderada	1,13 - 1,45	1,15 - 1,81	1,15 - 1,50	1,25 - 1,50
Calidad Baja	> 1,45	> 1,81	> 1,50	> 1,50

Fuente: Kosmas et al., Proyecto MEDALUS, 2002

f) Cálculo del AASD a partir de la generación de los Índices de calidad de suelo, clima, vegetación y manejo, con la aplicación del proceso de álgebra de mapas. Posteriormente, se genera la reclasificación de clase, conforme el siguiente cuadro:

Cuadro 42.- Tipos y Subtipos de AASD por rangos de Índice

Tipo	Subtipo	Rango de AASD
Crítico	C3	> 1,53
	C2	1,42 - 1,53
	C1	1,38 - 1,41
Frágil	F3	1,33 - 1,37
	F2	1,27 - 1,32
	F1	1,23 - 1,26
Potencial	P	1,17 - 1,22
No afectado	N	< 1,17

Fuente: Kosmas et al., Proyecto MEDALUS, 2002

- g) Vectorización¹⁰ de los Índices de calidad de suelo, clima, vegetación y manejo; y también la capa de AASD.
- h) Cálculo de superficies para cada tipo de Índice.
- i) Generación de mapas temáticos de salida (layouts).

¹⁰ Término utilizado para definir el proceso de transformación de un modelo raster a un modelo vector. Esta transformación permite realizar cálculos de áreas para un análisis más detallado.

CAPÍTULO IV PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1. IDENTIFICACIÓN DE LOS ÍNDICES DE CALIDAD DE SUELO, CLIMA, VEGETACIÓN Y MANEJO

4.1.1 ÍNDICE DE CALIDAD DE SUELO (Anexo Mapa 8)

En la determinación del Índice de la calidad del suelo, se evaluaron las variables tipo de roca, textura, pendiente, profundidad, pedregosidad y drenaje, a partir de lo cual se obtuvieron los siguientes resultados a nivel cantonal:

Cuadro 43.- Categorías de Índice de Calidad del Suelo a Nivel Cantonal

Cantón	Buena (ha)	Moderada (ha)	Pobre (ha)	No aplicable* (ha)	TOTAL (ha)
24 de Mayo	32,32	4.363,96	8.476,11	484,96	13.357,35
Bolívar		186,07	655,30	0,00	841,38
Jaramijó		1.871,52	8.248,49	426,85	10.546,85
Jipijapa		2.438,79	7.602,97	0,04	10.041,80
Junín		10,69	1.227,99	0,03	1.238,70
Manta		3.728,80	6.206,62	3.259,43	13.194,85
Montecristi	407,74	8.410,45	20.623,19	1.009,47	30.450,84
Pichincha		420,38	1.032,02	0,67	1.453,06
Portoviejo	7,77	16.870,76	74.302,45	4.340,68	95.521,67
Rocafuerte		2.946,79	23.408,60	438,83	26.794,21
Santa Ana		15.973,95	39.295,08	977,99	56.247,02
Sucre		614,30	5.399,70	431,88	6.445,87
TOTAL	447,83	57.836,44	196.478,50	11.370,83	266.133,60

*Corresponde a unidades sin cobertura vegetal, infraestructura antrópica, tierras misceláneas y sin información

Fuente: Rumazo N., Capa de Índice de Calidad de Suelo, 2014

En el cuadro se puede observar que la categoría dominante en el área de estudio corresponde a “pobre” que abarca el 75% de la superficie total, que en conjunto representa

a suelos arenosos, con poca pedregosidad, superficiales y con mal drenaje. Esta representación se replica a nivel cantonal, en donde el cantón Portoviejo, tiene la mayor superficie para esta categoría. Estas unidades corresponden a las unidades ambientales de los relieves colinados terciarios que se distribuyen en la zona central del área de estudio.

Por otra parte, la categoría moderada es la segunda en importancia con alrededor de 58.000 ha, que corresponden al 22%, que se localizan principalmente en los cantones Portoviejo y Santa Ana, en orden de importancia. Estas unidades se localizan principalmente en los medios aluviales, una de las cuales, se localiza al norte de la ciudad de Portoviejo, en las inmediaciones de la vía que une esta ciudad con el poblado de Abdón Calderón.

Finalmente, en lo relacionado con la categoría buena, su presencia es casi inexistente, lo cual se demuestra con su representación de menor al 1%, que localiza al suroriente de la población de El Chorrillo. Estos suelos, presentan características no favorables para la desertificación, esto es, suelos profundos, con buen drenaje y con pedregosidad abundante.

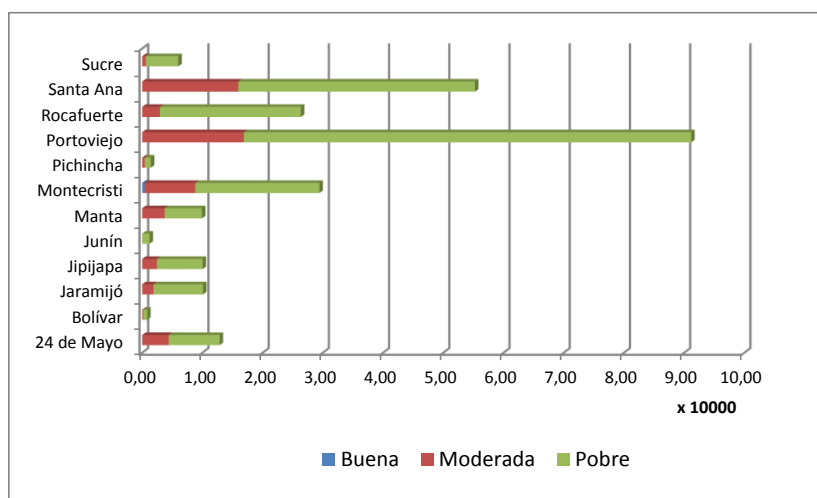


Gráfico 14.- Distribución del Índice de Calidad de Suelo a Nivel Cantonal

Fuente: Rumazo N., Capa de Índice de Calidad de Suelo, 2014

4.1.2 ÍNDICE DE CALIDAD DE CLIMA (Anexo Mapa 9)

En la determinación del Índice de la calidad de clima, se evaluaron dos variables: índice de aridez bioclimático y precipitación, a partir de lo cual se obtuvieron los siguientes resultados a nivel cantonal:

Cuadro 44.- Categorías de Índice de Calidad del Clima a Nivel Cantonal

Cantón	Buena	Moderada	Pobre	No aplicable	TOTAL
24 de Mayo		12.872,39		484,96	13.357,35
Bolívar		841,38		0,00	841,38
Jaramijó			10.120,00	426,85	10.546,85
Jipijapa		9.864,94	176,82	0,04	10.041,80
Junín		1.238,67		0,03	1.238,70
Manta			9.935,42	3.259,43	13.194,85
Montecristi			29.441,37	1.009,47	30.450,84
Pichincha	1.452,39			0,67	1.453,06
Portoviejo	5.638,13	56.720,75	28.822,11	4.340,68	95.521,67
Rocafuerte		10.580,98	15.774,40	438,83	26.794,21
Santa Ana	5.077,92	50.114,80	76,31	977,99	56.247,02
Sucre			6.013,98	431,89	6.445,87
TOTAL	12.168,44	142.233,91	100.360,41	11.370,84	266.133,60

*Corresponde a unidades sin cobertura vegetal, infraestructura antrópica, tierras misceláneas y sin información

Fuente: Rumazo N., Capa de Índice de Calidad de Clima, 2014

La principal categoría identificada para el Índice de Calidad de Clima corresponde a la moderada, con más de la mitad de la superficie del área de estudio (53%), cuyos principales representantes son los cantones de Portoviejo y Santa Ana, que geográficamente ocupa la zona central. Esta categoría corresponde a áreas con una precipitación entre 500 y 1000 mm, con un índice de aridez entre el rango ligera y moderada.

La categoría que favorece al proceso de desertificación, que corresponde a la “pobre”, ocupa el 38%, que representa a aquellas áreas donde la precipitación es menor a 500 mm, y el índice de aridez severa. A los cantones de Manta, Jaramijó, Montecristi y Sucre les corresponde esta categoría para el total de su territorio.

La categoría buena, que representa las condiciones desfavorables para la desertificación, y que se refiere a aquellas áreas con precipitación mayor a 1000 mm y rango de índice de aridez normal, corresponde a los cantones Portoviejo, Santa Ana y Pichincha, específicamente en el extremo oriental de la zona de estudio.

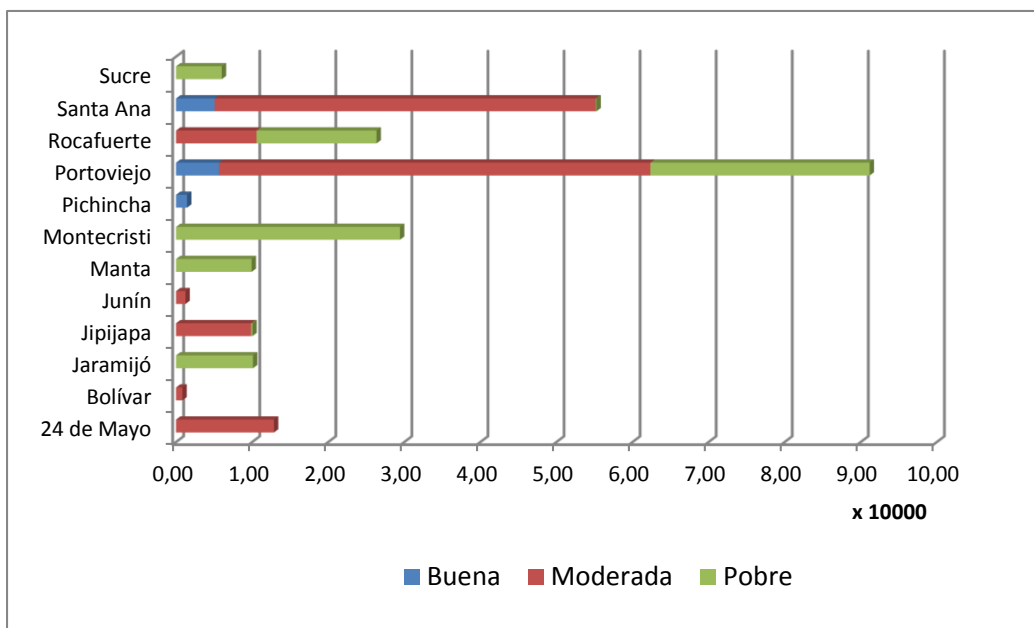


Gráfico 15.- Distribución del Índice de Calidad de Clima a Nivel Cantonal

Fuente: Rumazo N., Capa de Índice de Calidad de Clima, 2014

4.1.3 ÍNDICE DE CALIDAD DE VEGETACIÓN (Anexo Mapa 10)

En la determinación del Índice de la calidad de vegetación, se ha evaluado la cobertura de la tierra en función de la protección a la erosión, resistencia a la sequía y riesgo a incendio, a partir de lo cual se obtuvieron los siguientes resultados a nivel cantonal:

Cuadro 45.- Categorías de Índice de Calidad de Vegetación a Nivel Cantonal

Cantón	Buena	Moderada	Pobre	No aplicable	TOTAL
24 de Mayo	3.803,63	6.588,82	2.479,94	484,96	13.357,35
Bolívar	434,97	384,42	21,98	0,00	841,38
Jaramijó		3.656,62	6.463,38	426,85	10.546,85
Jipijapa	3.559,21	3.808,71	2.673,84	0,04	10.041,80
Junín	448,91	776,13	13,64	0,03	1.238,70
Manta		3.540,41	6.395,01	3.259,43	13.194,85
Montecristi	484,73	15.726,59	13.230,06	1.009,47	30.450,84
Pichincha	49,32	1.293,14	109,93	0,67	1.453,06

Portoviejo	16.428,80	49.416,24	25.335,94	4.340,68	95.521,67
Rocafuerte		9.830,54	16.524,84	438,83	26.794,21
Santa Ana	18.748,26	30.680,91	5.839,86	977,99	56.247,02
Sucre	90,31	1.559,04	4.364,65	431,88	6.445,87
TOTAL	44.048,14	127.261,57	83.453,07	11.370,83	266.133,60

*Corresponde a unidades sin cobertura vegetal, infraestructura antrópica, tierras misceláneas y sin información

Fuente: Rumazo N., Capa de Índice de Calidad de Vegetación, 2014

La categoría moderada, en la determinación del Índice de Calidad de Vegetación, corresponde a la de mayor representatividad con el 48%. Todos los cantones presentan esta categoría, y corresponde a aquellas unidades donde los cantones 24 de Mayo, Portoviejo y Santa Ana, son los de mayor representatividad en relación a la superficie cantonal de cada uno. Estas unidades corresponden a aquellas que presentan condiciones medianamente favorables ante un proceso erosivo, resistencia a sequías y riesgo de incendio.

La categoría pobre, abarca el 31% del área de estudio, y al igual que la categoría moderada, se presenta en todos los cantones, siendo los más representativos Sucre, Rocafuerte y Jaramijó, en relación a la superficie cantonal individual.

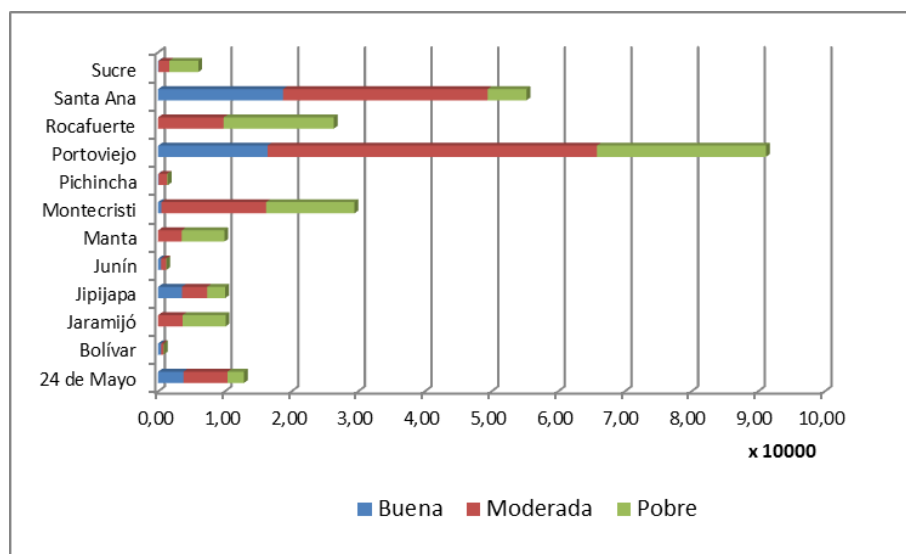


Gráfico 16.- Distribución del Índice de Calidad de Vegetación a Nivel Cantonal

Fuente: Rumazo N., Capa de Índice de Calidad de Vegetación, 2014

4.1.4 ÍNDICE DE CALIDAD DE MANEJO (GESTIÓN DEL TERRITORIO) (Anexo Mapa 11)

En la determinación del Índice de la Calidad de Manejo, se ha evaluado dos variables, la intensidad de uso de la tierra y la aplicación de política ambiental a nivel de municipio, a partir de lo cual se obtuvieron los siguientes resultados a nivel cantonal:

Cuadro 46.- Categorías de Índice de Calidad de Manejo a Nivel Cantonal

Cantón	Buena	Moderada	Pobre	No aplicable	TOTAL
24 de Mayo		3.729,57	9.142,82	484,96	13.357,35
Bolívar	21,59	130,12	689,67	0,00	841,38
Jaramijó	31,18	505,27	9.583,55	426,85	10.546,85
Jipijapa	9.757,62		284,14	0,04	10.041,80
Junín	126,75	374,81	737,11	0,03	1.238,70
Manta	4.217,64	3.831,22	1.886,56	3.259,43	13.194,85
Montecristi	4,42	10.290,32	19.146,63	1.009,47	30.450,84
Pichincha		48,66	1.403,73	0,67	1.453,06
Portoviejo	68.697,71	1.010,38	21.472,91	4.340,68	95.521,67
Rocafuerte	291,16	17.046,50	9.017,72	438,83	26.794,21
Santa Ana	47.145,46	277,22	7.846,35	977,99	56.247,02
Sucre		460,17	5.553,83	431,88	6.445,87
TOTAL	130.293,53	37.704,24	86.765,01	11.370,82	266.133,60

*Corresponde a unidades sin cobertura vegetal, infraestructura antrópica, tierras misceláneas y sin información

Fuente: Rumazo N., Capa de Índice de Calidad de Manejo, 2014

A diferencia de los tres Índices de calidad evaluados, para el de calidad de gestión, la principal categoría corresponde a la “buena”, en relación a la superficie global (49%); así a todos los cantones les corresponde esta categoría, a excepción de 24 de Mayo, Pichincha y Sucre. Estas unidades corresponden a sistemas de producción de tipo mercantil, principalmente, y donde, en los PDOT's, se presenta una política y proyecto relacionado con la identificación de vulnerabilidad a la desertificación.

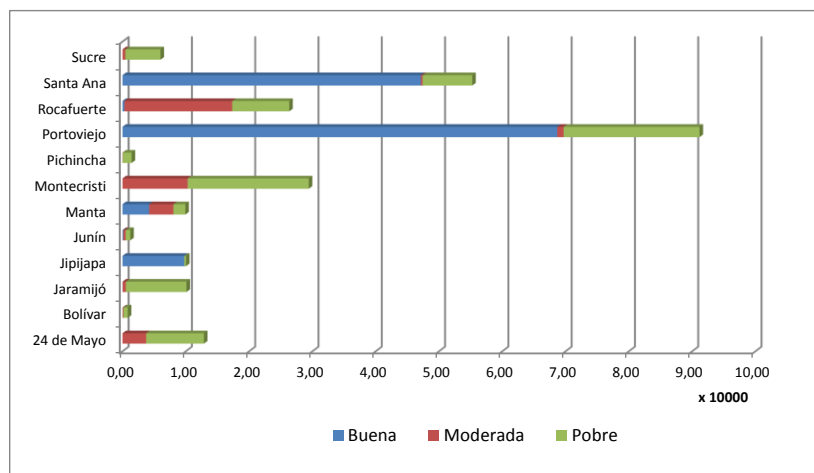


Gráfico 17.- Distribución del Índice de Calidad de Manejo a Nivel Cantonal

Fuente: Rumazo N., Capa de Índice de Calidad de Manejo, 2014

4.2. IDENTIFICACIÓN DE LAS ÁREAS AMBIENTALMENTE SENSIBLES A LA DESERTIFICACIÓN (Anexo Mapa 12)

Para la identificación de las Áreas Ambientalmente Sensibles a la Desertificación, conforme lo planteado por la metodología del Proyecto MEDALUS, se combinan los cuatro Índices de Calidad (Suelo, Clima, Vegetación y Manejo), a partir del cual se establecen cuatro categorías, que se presentan con su respectiva definición:

- Áreas Críticas.-** Áreas que ya están altamente degradadas por el mal uso pasado, que presentan una amenaza para el medio ambiente de las áreas adyacentes. Por ejemplo, áreas muy erosionadas sujetas a alta escorrentía y alta producción de sedimentos, que pueden causar inundaciones.
- Áreas Frágiles.-** Áreas en las cuales cualquier cambio en el delicado balance entre la naturaleza y la actividad humana puede causar desertificación. Por ejemplo, el impacto del cambio climático que se predice debido al efecto invernadero intensificará la reducción del potencial biológico debido a que la sequía causará la pérdida de la cobertura vegetal en ciertas áreas, que sufrirán mayor erosión lo que puede ocasionar que estas áreas pasen a la categoría crítica.
- Áreas Potenciales.-** Áreas amenazadas por desertificación ante un cambio climático significativo, si se implementa una combinación particular de usos del suelo o donde los impactos no locales producen problemas severos en otras áreas, por ejemplo pesticidas transferidos hacia áreas ladera y aguas abajo, bajo condiciones de uso del suelo y socioeconómicas variables.

- d) **Áreas No Afectadas.-** Áreas con suelos profundos o muy profundos, casi llanas, bien drenadas, de textura gruesa o más fina, bajo condiciones climáticas semiáridas o más húmedas, independientemente de su vegetación.

A continuación se presenta un cuadro por cada categoría y subcategoría de AASD a nivel cantonal:

Cuadro 47.- Categorías de Áreas Ambientalmente Sensibles a la Desertificación (AASD) a Nivel Cantonal

Cantón	Crítico			Frágil			Potencial	No afectada	No aplicable	Total
	C3	C2	C1	F3	F2	F1				
24 de Mayo	2.603,85	7.237,21	1.664,89	47,22			1.319,21		484,96	13.357,35
Bolívar	174,13	241,59	55,54	23,99	77,04		269,09		0,00	841,38
Jaramijó	9.159,33	925,51	35,16						426,85	10.546,85
Jipijapa	415,74	2.982,61	1.354,87	2.845,01	836,34	194,21	1.412,98		0,04	10.041,80
Junín	418,21	621,42	10,27	135,00			53,77		0,03	1.238,70
Manta	6.932,08	2.658,97	337,69				6,68		3.259,43	13.194,85
Montecristi	28.370,33	452,68	580,21				38,15		1.009,47	30.450,84
Pichincha		29,31	434,95	579,72	111,54	8,71	288,15		0,67	1.453,06
Portoviejo	19.605,11	31.085,58	6.818,46	9.989,76	5.926,83	2.258,48	13.996,65	1.500,13	4.340,68	95.521,68
Rocafuerte	19.026,42	5.482,53	485,81	32,85	1,91		1.325,85		438,83	26.794,21
Santa Ana	1.203,60	17.036,48	3.501,84	8.292,49	10.485,67	2.069,62	10.280,10	2.399,23	977,99	56.247,01
Sucre	5.820,14	192,33					1,52		431,88	6.445,88
TOTAL	93.728,94	68.946,22	15.279,70	21.946,03	17.439,33	4.531,02	28.992,16	3.899,36	11.370,83	266.133,60
Porcentaje	35%	26%	6%	8%	7%	2%	11%	1%	4%	100%
	67%			17%			11%	1%	4%	100%

Fuente: Rumazo N., Capa de AAS a la Desertificación, 2014

Del cuadro presentado, se puede evidenciar que la categoría crítica es la mas importante en la zona de estudio, con el 67%, que abarca aproximadamente 178.000 ha. El cantón Montecristi es el más representativo para esta categoría, ya que prácticamente todo su territorio pertenece a ésta. Especialmente ocupa la zona noroccidental, y una pequeña área al suroriente, que corresponde a los cantones Rocafuerte, Sucre, Jaramijó, Manta, Monotecirsti (zona noroccidental), y 24 de Mayo para la segunda área identificada.

Del análisis parcial de esta área, se puede concluir, que el Índice de calidad del suelo y el de calidad de gestión son los determinantes, ya que a esta zona le corresponde una calidad de suelo y calidad de gestión pobre, que para la segunda calidad, está asociada principalmente a una baja aplicación de políticas ambientales, que se puede observar con detalle en el Cuadro 3.18.- Políticas y Proyectos de los PDOT's cantonales relacionados con el Sistema Ambiental.



Categoría Crítica, Sector Rocafuerte (x: 561932; y: 9895141)

Fuente: Rumazo, N., Investigación de campo, 2014

Por otra parte, cabe indicar que las zonas con uso intensivo de la tierra, también pertenecen a esta categoría, ya que de acuerdo a la conceptualización de la desertificación, el uso intensivo de agroquímicos también constituye un causal para el desarrollo de este proceso. Esta aseveración, es confirmada por estudios realizados por Ecobiotec (2009), en donde se identifica como un contaminante importante a los pesticidas, en donde se reportó pesticidas organoclorados en agua en la descarga de Poza Honda, Picoazá y El Ceibal, y organofosforados dentro de la presa y en Guarumo, Santa Ana, Río Chico y Correagua. Una de las actividades asociadas a esta mala práctica corresponde a los cultivos de arroz, que se localiza principalmente en los sectores de Higuierón, Cañitas y El Cerrito.



Categoría Crítica, Sector El Higuierón (x: 554633; y: 9903881)

Fuente: Rumazo, N., Investigación de campo, 2014

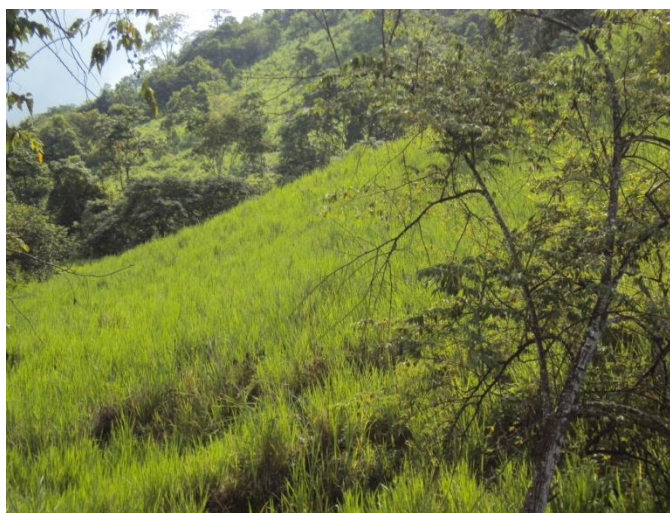
La segunda categoría, denominada frágil, ocupa alrededor de 44.000 ha, que corresponde al 17%, donde los cantones Portoviejo y Santa Ana, son los principales representantes, que se localizan en la parte oriental del área de estudio. Corresponden a zonas con uso inadecuado del suelo, por ejemplo establecimiento de cultivos a favor de la pendiente.



Categoría Frágil, Sector entre Santa Ana y Ayacucho (x: 575091; y: 9868285)

Fuente: Rumazo, N., Investigación de campo, 2014

La categoría potencial, representa el 11% del área de estudio (29.000 ha), cuyo principal cantón corresponde a Santa Ana, ya que corresponde al 20% de su territorio. Esta categoría está relacionada con las áreas correspondientes a una calidad de clima buena, donde la precipitación es mayor a 1000 mm y el índice de aridez se ha identificado como ligera.



Categoría Potencial, Sector Honorato Vásquez (x: 585163; y: 9876126)

Fuente: Rumazo, N., Investigación de campo, 2014

Las áreas correspondientes a la categoría no afectada, constituye la menos representativa, con apenas el 1% de la superficie del área de estudio, y se presenta únicamente en los cantones Portoviejo y Santa Ana, específicamente en el extremo oriental de los mismos. El factor determinante está representado por el Índice de calidad de clima, que corresponde al bueno, que se refiere a las zonas con una precipitación mayor a 1000 mm y aridez normal.



Categoría No Afectada, Sector Poza Honda (x: 589387; y: 9877909)

Fuente: Rumazo, N., Investigación de campo, 2014

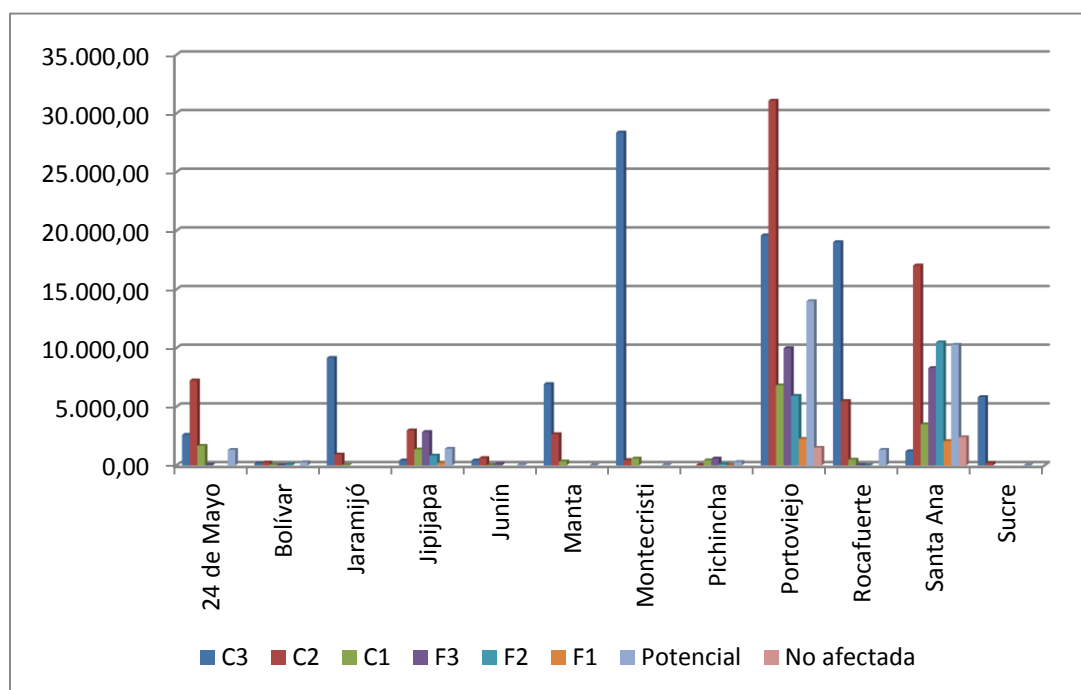


Gráfico 18.- Distribución de AAS a la Desertificación a Nivel Cantonal

Fuente: Rumazo N., Capa de AAS a la Desertificación, 2014

4.3. ESTRATEGIAS PARA EL MANEJO SUSTENTABLE Y/O RECUPERACIÓN DE LAS ÁREAS VULNERABLES A LA DESERTIFICACIÓN

Luego que se ha identificado las AASD, en las cuencas hidrográficas de los ríos Manta, Jaramijó y Portoviejo, a continuación se presentan algunas estrategias encaminadas al manejo sustentable del área de estudio, que deberán basarse en los siguientes lineamientos emitidos por la FAO/PNUMA:

- ✓ Medidas contra la degradación de los ecosistemas
- ✓ Sistemas de producción mejorados
- ✓ Monitoreo y planes de contingencia de sequía

En este contexto, se plantea como estrategia general: Establecer una mancomunidad entre los cantones que ocupan el territorio de las tres cuencas hidrográficas, para el establecimiento e implementación de un Plan Integral de Lucha Contra la Desertificación, el cual deberá contener las directrices del Ministerio del Ambiente (MAE) como ente rector de esta temática, en donde se deberán considerar las siguientes acciones, de acuerdo a la categoría de AASD:

Categoría Crítica

- ✓ Gestionar la inclusión de los Bosques deciduos y semi deciduos de Cordillera Costera del Pacífico Ecuatorial, como parte del Sistema Nacional de Áreas Protegidas;
- ✓ Desarrollo de
- ✓ Control del uso excesivo de agroquímicos

Categoría Frágil

- ✓ Implementación de buenas prácticas de manejo agrícola
- ✓ Manejo de ganadería sustentable
- ✓ Planes de contingencia para la sequía

Categoría Potencial

- ✓ Implementar acciones tendientes a generar sistemas productivos participativos que reduzcan la presión sobre los recursos naturales, suministrando fuentes de ingresos adicionales.

CAPÍTULO V

5.1 CONCLUSIONES

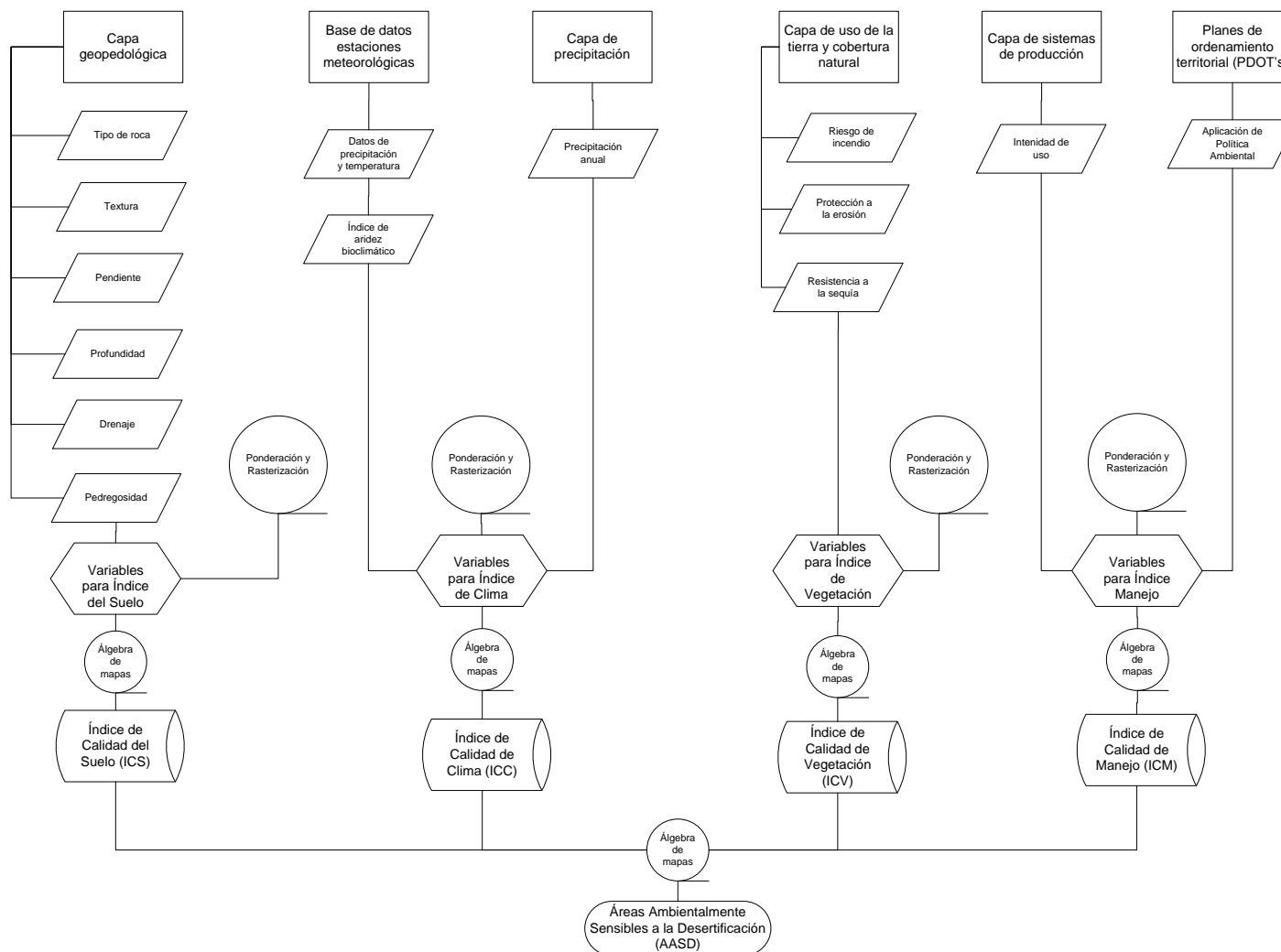
- Se ha identificado a la pobreza como el principal problema socioeconómico asociado a la desertificación. Así se puede evidenciar que los cantones que presentan mayor porcentaje de extrema pobreza, son aquellos que tienen la mayor superficie de su territorio correspondiente a la categoría crítica.
- No existe una aplicación de política o gestión directa para la desertificación en ninguno de los cantones, solo a nivel de enunciados relacionados con el sistema ambiental en general o vulnerabilidad a riesgos.
- El Sistema de Información Geográfica (SIG) constituye una herramienta fundamental para la integración y espacialización de las variables que intervienen en la identificación de las AASD.
- La capa de Sistemas de Producción constituye un insumo importante, ya que sintetiza el principio de intensidad de uso, presentado en la metodología del proyecto MEDALUS.
- El análisis sociodemográfico muestra una aproximación, ya que para este tipo de información se utiliza como unidad de análisis a la división político administrativa y no a las cuencas hidrográficas.
- Mediante la evaluación parcial de la calidad del suelo, clima, vegetación y gestión, se ha determinado que los componentes más influyentes en la desertificación corresponden al suelo y clima.
- El modelo para la identificación de las AASD, ha permitido realizar una aproximación a la situación actual del área de estudio con respecto a la desertificación, cuyos resultados

5.2 RECOMENDACIONES

- Aplicar el modelo, para toda la provincia de Manabí, en consideración a la existencia de cartografía provincial. Que debería ser liderado por el Gobierno Provincial, en conjunto con el MAE, como parte del cumplimiento de la Convención de Lucha contra la Desertificación.
- Incluir la variable de deforestación e intensidad de uso ganadero de manera específica en el modelo, como parte de la evaluación de la calidad de manejo (gestión del territorio).
- Presentación de propuesta de modelo al MAE, para su evaluación y consideración como aporte al Plan Nacional de Lucha contra la Desertificación.
- Generar estudios, en donde se considere como unidad de análisis a una unidad político administrativa, en consideración de que se podrá evaluar de manera más precisa información de tipo socioeconómica, sociodemográfica y aplicación de políticas ambientales que están relacionada con los Planes de Ordenamiento Territorial que son elaborados por los Gobiernos Autónomos Descentralizados.

ANEXOS

ANEXO 1 – MODELO CARTOGRAFICO



LISTADO DE ACRÓNIMOS

SNGR	Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos
ISD	Índice de Sensibilidad a la Desertificación
MEDALUS	Mediterranean Desertification and Land Use (Siglas en Inglés)
CNULD	Convención de las Naciones Unidas de Lucha Contra la Desertificación
PAND	Programa de Acción Nacional de Lucha contra la Desertificación y Mitigación de la Sequía
IICA	Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura
MAE	Ministerio del Ambiente
MAGAP	Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca
IEE	Instituto Espacial Ecuatoriano
GAD's	Gobiernos Autónomos Descentralizados
ONG's	Organizaciones No Gubernamentales
UE	Unión Europea

BIBLIOGRAFÍA

1. Arias, L., Duque, M. (1992). *La cuenca hidrográfica como una unidad de análisis y planificación territorial*. Pág. 250. Tesis (Economista Agrícola). Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín. Facultad de Ciencias Humanas. Medellín.
2. BANCO MUNDIAL. (2008). Sostenibilidad Ambiental, Evaluación del apoyo ofrecido por el Banco Mundial (Archivo en Línea fecha de consulta 25 de mayo del 2012). Washington.
3. Carmona, A. (2002). Sistemas de Información geográfica. Bogotá.
4. CNULD. (2002). *Lucha contra la desertificación, Programa para América Latina y El Caribe*. Recuperado de <http://global-mechanism.org/es/acerca-del-mm/regional-programmes/programa-para-america-latina-y-el-caribe>
5. CONAGE. (2013). *Estándares de Información Geográfica*. Quito.
6. CVC (Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca). (1995). *Procedimientos Metodológicos de Planificación en Cuencas Hidrográficas*. Santiago de Cali.
7. FAO. (1999). *Desarrollo sostenible de tierras áridas y lucha contra la desertificación*. Recuperado de <http://www.fao.org/docrep/v0265s/v0265s01.htm>
8. García, W, (2008). El Sistema Complejo de la Cuenca Hidrográfica. Pág. 2 - 22 Bogotá.
9. Ibañez, Juan. (2008). *Definición y Tipos de Modelos Científicos*. Madrid. Recuperado de <http://www.madrimasd.org/blogs/universo/2008/05/10/91441>
10. IEE. (2009 – 2013). *Generación de Geoinformación para la Gestión del Territorio - Memorias Técnicas Cantonales*. Quito.
11. Kosmas, C. (1999). *The Project MEDALUS (Mediterran Desertification and Land Use)*. Comunidad Europea.
12. MAE. (2013). *Mapa de Ecosistemas del Ecuador*. Quito
13. Merlo, F. (1994). Los sistemas de información geográfica en el análisis de riesgos naturales en Macas, Provincia de Morona Santiago. Pág. 9-21. ESPE. Sangolquí.
14. Trodd, N. (2001). SIG y Teledetección. Segunda Edición. 125p Madrid (ES).