

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS HUMANAS
ESCUELA DE CIENCIAS GEOGRÁFICAS**

**DISERTACIÓN PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:
INGENIERO EN CIENCIAS GEOGRÁFICAS Y DESARROLLO SUSTENTABLE,
CON MENCIÓN EN ORDENAMIENTO TERRITORIAL**

**TÍTULO:
“LA EVOLUCIÓN ESPACIAL DE LA PALMA ACEITERA, E IMPACTOS
SOCIALES Y AMBIENTALES GENERADOS EN LAS PARROQUIAS DE
LIMONCOCHA Y SAN ROQUE.”**

**DIRIGIDO POR:
OLGA MAYORGA MSc.**

**NOMBRE:
EDISON MAURICIO MORALES ENRÍQUEZ**

QUITO, MARZO DEL 2011

AGRADECIMIENTO

A mis profesores, que con paciencia y virtud supieron sembrar semillas de conocimiento en el espíritu soñador de un joven lleno de fe... ya vendrán tiempos mejores.

A mis amigos. Fredy L., Patricio S., Franz B., Paty M., Fabricio M., Constanza M. por su desinteresado apoyo para conmigo, durante el desenvolvimiento de esta disertación.

A mi padre, Edison M., quien ha compartido conmigo su experiencia y sabiduría, dones que solo un excelente docente lo puede tener.

A mi directora, Olguita M., quien ha guiado este trabajo con sabiduría, paciencia y mucha buena voluntad.

A mis lectores, Santiago M. Patricio S. y Olga M., por su gran aporte a las observaciones de este trabajo.

A todos quien de una u otra manera han aportado con ideas para el desarrollo de este trabajo, que por más breve que hayan sido, han representado muchísimo para mí.

A todos ellos, muchas gracias de corazón.

Edison Morales Enríquez

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis padres Edison y Soledad, pilares de mi vida, quien con mucho cariño han permitido que llegue a concluir mi carrera profesional, sin ellos jamás hubiese podido conseguir lo que hasta ahora.

A mis hermanas Gabriela y Ma. Fernanda, quienes siempre confían en mi buena voluntad de seguir luchando.

A ella, se que la canción más hermosa existe, es a ti a quien espero algún día.

A ti Dios, por ser mi creador, y dueño de mi vida, en ti confío y rumbo a ti voy.

Edison Morales Enríquez

ÍNDICE

TEMA.....	1
TÍTULO.....	1
JUSTIFICACIÓN	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	4
OBJETIVOS.....	11
General.....	11
Específicos	11
1 MARCO TEÓRICO, CONCEPTUAL Y METODOLÓGICO.....	12
1.1 Antecedentes o Marco Referencial.....	12
1.2 Marco Teórico	12
1.3 Marco Conceptual.....	15
1.3.1 Desarrollo Sostenible	15
1.3.2 Biodiversidad.....	16
1.3.3 Conservación	16
1.3.4 Enclave	17
1.3.5 Agricultura Sostenible	17
1.3.6 Impacto ambiental	17
1.4 Marco metodológico	18
1.4.1 Evaluación de impactos ambientales.....	18
1.4.2 Determinación de la Escala	18
1.4.3 Caracterización del área de investigación.....	20
1.4.4 Tratamiento y procesamiento digital de imágenes satelitales	21
1.4.5 Análisis de las dinámicas de uso del suelo	23
1.4.6 Escenario prospectivo para el 2015	23
1.4.7 Técnicas.....	24

2	CARACTERÍSTICAS Y CONDICIONES SOCIALES, AMBIENTALES Y ECONÓMICAS RELACIONADAS CON EL CULTIVO DE PALMA AFRICANA	27
2.1	Caracterización del área de estudio	27
2.1.1	Ubicación geográfica y superficie.....	27
2.1.2	Aspectos biofísicos	28
2.1.3	Aspectos sociales.....	43
2.1.4	Aspectos económicos.....	53
2.2	Condiciones sociales, económicas y ambientales relacionadas con el sistema de Plantación agroindustrial de palma africana	60
2.2.1	Aspectos contextuales del sistema de plantación de palma africana (<i>Elaeis guineensis</i>).....	60
2.2.2	La población local y los cultivos de palma africana.....	63
2.2.3	Condiciones económicas	68
2.2.4	Condiciones Ambientales	69
2.2.5	La Palma africana como monocultivo y la problemática socioambiental	75
3	TRATAMIENTO Y PROCESAMIENTO DIGITAL DE IMÁGENES SATELITALES DEL ÁREA DE ESTUDIO.	78
3.1	Generalidades de teledetección	78
3.1.1	Fundamentos de la observación remota:	78
3.1.2	Relación entre flujo incidente y reflejado	79
3.1.3	El Espectro electromagnético.....	80
3.2	Pre procesamiento de imágenes satelitales	84
3.2.1	Selección y adquisición de imágenes satelitales	85
3.2.2	Normalización radiométrica relativa de la imagen satelital Landsat 7 ETM+	90
3.2.3	Enmascaramiento del área de estudio.....	93
3.2.4	Corrección Geométrica	93
3.2.5	Corrección Radiométrica.....	94
3.2.6	Determinación de espacios Gap.....	95
3.3	Clasificación digital de imágenes.....	95

3.3.1	Clasificación no supervisada de imágenes	95
3.3.2	Clasificación supervisada de imágenes	98
3.4	Generación de escenarios prospectivos de uso del suelo y cobertura vegetal a través de las Cadenas de Markov	102
3.4.1	Las cadenas de Markov	102
3.4.2	Modelamiento Prospectivo: Módulo Markov en Idrisi Kilimanjaro.....	104
4	DINÁMICAS DE USO DEL SUELO EN LAS PARROQUIAS DE LIMONCOCHA Y SAN ROQUE, años 1987, 1996 y 2008	107
4.1	Clases de uso del suelo.....	107
4.2	Características de uso del suelo. Años 1987, 1996 y 2008	108
4.3	Tasas de Cambio.....	113
4.4	Análisis del cambio de uso del suelo en los períodos 1987-1996, 1987-2008 y 1996-2008	114
5	ESCENARIOS PROSPECTIVO AL 2015	116
6	IMPACTOS Y EFECTOS SOCIOAMBIENTALES OCASIONADOS POR LA ACTIVIDAD AGROINDUSTRIAL DE PALMA AFRICANA	121
6.1	Evaluación de Impactos Ambientales y Sociales Ocasionados en la Actividad Agroindustrial de Palma Africana (Metodología de Envirotec Cía. Ltda.).....	121
6.1.1	Metodología para la identificación de impactos ambientales.....	122
6.1.2	Metodología de calificación de la matriz de valoración de impactos ambientales	129
6.1.3	Resultados de la valoración de impactos ambientales	136
6.2	Efectos Socioambientales ocasionados por el cultivo agroindustrial de palma aceitera	139
6.2.1	Jerarquización y Ponderación de los Efectos de los Impactos Socioambientales del Cultivo Agroindustrial de Palma Aceitera (Método Comparación de Pares).....	140
7	CONCLUSIONES	144
	BIBLIOGRAFÍA.....	146
	ANEXO CARTOGRÁFICO	152

TEMA

Bienestar Humano y Medio Ambiente en la Región Amazónica Ecuatoriana

TÍTULO

La Evolución Espacial de la Palma Aceitera, e Impactos Sociales y Ambientales Generados en las Parroquias de Limoncocha y San Roque

JUSTIFICACIÓN

La Amazonía ecuatoriana comprende una exuberante área de vegetación propia de bosques húmedos tropicales, lo que la caracteriza como una región de elevado valor ecológico y económico debido a la riqueza de sus recursos naturales.

La Región Amazónica Ecuatoriana (RAE) posee un gran potencial de recursos naturales renovables y no renovables, por ende, la demanda de servicios es creciente, y como consecuencia sus ecosistemas naturales son fuertemente amenazados frente a las presiones existentes por las actividades desarrolladas por el ser humano. Toda actividad generada en el territorio puede afectar en alto o bajo grado de intensidad y en poca o gran extensión los elementos del ambiente. En este contexto, existe la necesidad de revertir la degradación de los ecosistemas y al mismo tiempo satisfacer la demanda de sus servicios para fomentar el bienestar humano.

En el Plan de Manejo Integral Comuna Kichwa Playas de Cuyabeno y Asociación Socioambiental Santa Elena, Cifuentes afirma que este ecosistema representa no solo un hábitat diverso, frágil y heterogéneo por su elevada y peculiar biodiversidad, sino que, también representa el hábitat para grupos poblacionales que forman parte integrante del territorio amazónico, los cuales buscan subsistir sacando provecho de los recursos naturales presentes de la región. (Cifuentes, 2009)

Para Zoellick R (2008), la agricultura es un instrumento de desarrollo fundamental para alcanzar el Objetivo de Desarrollo del Milenio de reducir la proporción de personas que padecen hambre y viven en la extrema pobreza para el 2015. (Banco Mundial, 2008) La agricultura es una actividad tradicional de los habitantes de las parroquias de Limoncocha y San Roque, por lo que es prioridad alcanzar una agricultura sustentable acorde con la demanda a la misma y el óptimo del uso de la tierra.

En los sistemas agroforestales y agroindustriales se pretende lograr un sinergismo entre los componentes ecológicos y económicos, conduciendo a mejoras netas en uno o más rangos de características tales como productividad y sostenibilidad, así como también diversos servicios ambientales y no-comerciales. Red Agroforestal Nacional de Chile, 2008).

La parroquia San Roque, debido a sus características climáticas y edáficas ha sido territorio preferente para la instauración de empresas dedicadas a la actividad productiva de palma africana, la cual como sistema agroindustrial pretende ser actor directo en el sector económico del territorio. (Guerrero, 1988 En Larrea Edit.)

Carrera y Kuchartz sostienen que en los países subdesarrollados los monocultivos agroindustriales como la palma de aceite son insostenibles. La actividad agroindustrial palmácea desarrollada en el área de estudio no da indicios de ser actividad sustentable por presentar una problemática muy compleja, considerando que desde su apareamiento en la región no ha sido factor que promueva el desarrollo económico de la localidad. Las características socioculturales se encuentran vulnerables frente al notable cambio que las poblaciones han sufrido especialmente en sus hábitos y costumbres; además es considerable que durante los últimos 38 años la región ha sufrido la deforestación de más de un millón de hectáreas de bosque húmedo tropical, por ende, los ecosistemas frágiles se encuentran amenazados y muy susceptibles a perderse en un futuro no muy lejano. (Carrera y Kuchartz, 2006)

Frente a esta situación, es relevante la necesidad de establecer las características principales de calidad de vida de la población, donde sus necesidades básicas se vean satisfechas con su accionar en el entorno. Aportar con un análisis multitemporal del uso del suelo, es necesario para determinar de una manera cualitativa y cuantitativa los cambios ocurridos durante las últimas décadas, causados por el accionar del ser humano sobre los recursos naturales. Estimar una proyección en el territorio de uso de suelo a un futuro tentativo al año 2015 permitirá obtener una estimación de un escenario posible, si no existiera intervención o planificación previa en el territorio.

Guerrero afirma que:

“La planificación del desarrollo de la Región Amazónica tiene que partir del reconocimiento previo de dos aspectos básicos: La fragilidad de los ecosistemas de trópico húmedo y la existencia de asentamientos de grupos indígenas y colonos. Este último aspecto es un hecho socioeconómico y demográfico cuyas características no pueden soslayarse en el momento de formular e implementar políticas estatales con respecto a la Amazonía” (Guerrero, 1988:25 En Larrea Edit.8)

Un análisis de los cambios de uso del suelo, en función de la pérdida de bosque húmedo tropical y la instauración de nuevos asentamientos humanos con sus actividades, es útil para generar estrategias de desarrollo y formular políticas que sean complementarias a la sustentabilidad integral territorio, y que de esta manera se asegure los recursos naturales que sin duda serán necesarios para las actuales y futuras generaciones. Este estudio podrá constituirse en una herramienta de planificación territorial, útil para la mejora de toma de decisiones por parte de autoridades seccionales.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Según Smith, tanto la cuenca amazónica como sus habitantes han sufrido profundos cambios a lo largo de los últimos cuarenta años, los cuales constituyen verdaderas transformaciones que han dado paso a nuevas realidades físicas y socioeconómicas y que han dejado fuertes huellas que marcarán el futuro. (Smith, 1996)

Para Velasco, desde hace algunos años atrás, la amazonia ecuatoriana comenzó a sufrir drásticas transformaciones geográficas debidas principalmente a la explotación petrolera y a los procesos de colonización. (Velasco, 2001)

En la Amazonía ecuatoriana se encuentran los mayores yacimientos petroleros del país, debido a esto la región ha cobrado particularidad a partir de 1972, cuando el país se convirtió en exportador de este hidrocarburo. Este producto se ha transformado en el principal recurso estratégico nacional. En su libro *Marea Negra en la Amazonía*, Varela recalca que, a pesar de los planes de manejo ambientales desarrollados para la permisión de esta actividad de interés nacional, ha existido una mala práctica petrolera, la cual ha traído consigo una serie de impactos socioambientales. (Varela, 1995)

Considerando los procesos de colonización¹, Smith afirma que mientras el crecimiento poblacional se concentra en áreas urbanas, las rurales se han visto fuertemente afectadas por el asentamiento masivo, planeado y espontáneo por los colonos, por la tala de bosque para expandir las tierras para cultivos como pastizales, cacao, enormes monocultivos como las plantaciones de palma africana, entre otros. (Smith, 1996)

Las parroquias de Limoncocha y San Roque, pertenecientes al Cantón Shushufindi, son prácticamente una representación a escala reducida de la problemática social, económica y ambiental que atraviesa la parte Norte de la llanura aluvial de la RAE. Está

¹ Colonización: "Proceso por el cual un individuo, población o comunidad invade áreas nuevas con el propósito de afincarse y desarrollar colonias, a expensas de los recursos existentes. La colonización puede darse en áreas vírgenes o en áreas ocupadas por especies a las cuales desplazan." (Sarmiento, 1986:37)

dinamizado por los aspectos petrolero y expansión agraria. Contiene la mixtura entre el interés económico nacional enfocado a la actividad petrolera (desarrollada en gran parte de su territorio por la empresa pública Petroamazonas EP, a la cual se le ha concesionado el bloque 15) y el interés de grandes monopolios, como por ejemplo la producción de grandes superficies de cultivos de palma por parte de la empresa Palmeras del Ecuador. (Figura a)

Fernando Guerrero en su texto sobre los problemas ecológicos y sociales relacionados con el cultivo de palma afirma: ***“El cultivo de palma africana en la RAE se inicia a fines de la década del ’70 y con esto se inaugura un modelo de explotación agroindustrial (...)”*** (Guerrero, 1988:221. En Larrea Edit.)

En Shushufindi existe una creciente pérdida de bosque húmedo tropical, por lo que para el 2005 se ha suplantado al bosque húmedo tropical con un total de 9596,47 ha., de cultivos de palma africana (Censo nacional ANCUPA 2005). A pesar de esto, la creciente necesidad económica de las industrias de palma ha obligado a que necesiten más superficie para implantar sus cultivos; para César Loaiza, gerente de la Asociación Nacional de Cultivadores de Palma Africana (ANCUPA), el incremento está relacionado con la creciente demanda nacional y con la fabricación del biodiesel, combustible útil para minimizar la polución ocasionada por los vehículos (El Comercio, En: <http://www.elcomercio.com/Generales/Solo-Texto.aspx?gn3articleID=39953>. Rev: 08.06.2010)

En el territorio de los Secoyas², existe un reciente cambio de bosques húmedos tropicales y agricultura de subsistencia de los habitantes por unidades productivas de palma africana. La ampliación de la frontera agrícola en Limoncocha y San Roque es gradual, y consecuentemente el retroceso de los bosques es crítico frente al avance de la misma mediante la parcelación de las propiedades y el cerramiento de los campos abiertos. (Observación de campo, fecha: 19 abril, 2010)

² Secoyas: Nacionalidad de la amazonia ecuatoriana organizada en 3 comunidades: San Pablo de Catëtsiaya, y Secoya Remolino Ñe’ñena, ubicadas en la parroquia San Roque, Cantón Shushufindi; y la comunidad Campo Eno, ubicada en la parroquia Tarapoa, Cantón Cuyabeno, en las riberas del río Aguarico (Villamarín, 2003)

Según Buitrón, en su documento informativo sobre la palma africana en Ecuador, con la instauración de esta actividad no solo ha existido remplazo de la vegetación natural por cultivos de palma, sino que ha ocurrido el fenómeno de la migración de la población, donde muchas personas abandonan sus tierras, adquiridas por las empresas a través de su venta, en muchos casos engañados o presionados por las empresas palmicultoras. (Buitrón, 2000)

A causa de esto los campesinos se dirigen a las poblaciones más cercanas o a las ciudades, ocasionando mayor demanda de empleo en las mismas y por ende el acrecentamiento de la desocupación y la consecuente pobreza; otros optan por poblar superficies de bosques tropicales para satisfacer sus necesidades; en otros casos algunos se establecen en los territorios de comunidades afroecuatorianas o indígenas Awá y Chachi en la provincia de Esmeraldas o en los territorios quichuas en las Provincias Amazónicas, con los consecuentes conflictos sociales. (Buitrón, 2000)

Para el movimiento internacional la Vía Campesina existe un grande interés por parte de las compañías agroindustriales, en un articulado recalcan que:

“... las grandes compañías no tienen ningún interés en salvar al mundo del hambre. Se focalizan en aumentar sus márgenes de beneficio y de participaciones en el mercado. Lo que sucedió durante la crisis alimentaria en el 2007 fue muy instructivo: las compañías dedicadas al agro-negocio hicieron enormes beneficios, mientras que millones de personas sucumbieron al hambre y la pobreza. Actualmente, las tierras agrícolas se han convertido en una inversión provechosa y las compañías están tomando enormes cantidades de terreno alrededor del mundo, expulsando a los agricultores locales, para poder producir alimentos dirigidos a la exportación o a los agro-combustibles”. (La Vía Campesina, 2009. En: <http://www.albatv.org/Pongamos-en-marcha-la-Soberania.html>, Rev.: 02.06.2010)

Saragih, afirma que:

“El modelo neoliberal de producción agrícola basado en los monocultivos, la agricultura de exportación y el abuso de productos químicos, ha acabado con los modos de vida rural y ha empujado a millones de agricultores a las grandes

ciudades, al tiempo que destruían la naturaleza. Este modelo ha provocado hambre, miseria y exclusión, en beneficio de las grandes compañías transnacionales.” (La Vía Campesina, 2009. En: <http://www.albatv.org/Pongamos-en-marcha-la-Soberania.html>, Rev.: 02.06.2010)

En la actualidad ya no basta la presión sobre los ecosistemas para la búsqueda de la seguridad alimentaria, sino que existe un hambre por encontrar tierra fértil para satisfacer otros intereses. En este sentido especialmente en intereses como las producciones de agrocombustibles como es el caso de la palma africana y la caña de azúcar, exigen la presión sobre el acceso a la tierra, con el fin de satisfacer el “hambre” de los mercados globalizados.

La instauración de una actividad agroindustrial foránea como la palma en el sector, ha sido causa para que exista un cambio gradual considerable en las costumbres y hábitos de vivir de los comuneros³ del sector. Esta actividad ha fomentado que los pobladores reemplacen sus tierras agrícolas campesinas, huertos y chacras, por plantaciones de palma africana, ya que se ven presionados y hasta tentados por el avance de esta actividad. Por ejemplo, las estructuras sociales tradicionales de indígenas secoyas y habitantes colonos se ven amenazadas directamente por la presión que genera sobre sus tierras la actividad agroeconómica de grandes monopolios de empresas palmáceas. (Observación de campo, fecha: 20 abril, 2010)

En la actualidad, los contrastes no pueden ser más drásticos. La mayoría de los patrones de uso de suelo han desaparecido. Casi todos los pueblos indígenas de la amazonia producen para la economía de mercado y negocian directamente con ella, ya sea para la venta de productos tradicionales, venta de nuevos rubros como la palma o venta de su trabajo. (Smith, 1996)

A través de este tipo de agroindustria, existen procesos degenerativos que comprometen al equilibrio de los ecosistemas y sus componentes. Buitrón señala que en la actividad

³ Comunero: Que forma parte de una comunidad, entendiéndose como comunidad “...el núcleo de población conformado por el conjunto de tierras, bosques y aguas, que le fueron reconocidos o restituidos, y de los cuales ha tenido presuntamente la posesión por tiempo inmemorial, con costumbres y prácticas comunales.” (Instituto Nacional de Estadística y Geografía de México. En: <http://mapserver.inegi.gob.mx/geografia/espanol/cartcat/glosario.cfm>, Rev.: 13.06.2010)

agroindustrial de la palma africana existe un mal uso del recurso agua. El uso del agua de ríos y esteros para preparar las soluciones y lavar el equipo para químicos causa la muerte periódica de peces a lo largo del año y la disminución de la fauna. Los desperdicios de plantas extractoras del aceite de palma con alto contenido de residuos grasos altera los niveles de oxigenación de agua. (Buitrón, 2000). Debido al daño irreversible en los bosques húmedos tropicales y considerando las características del cultivo⁴, el suelo queda expuesto a rayos solares, viento y lluvias, lo que lleva a que sea vulnerable a procesos erosivos, de compactación y empobrecimiento del mismo.

Carrera y Kucharz sostienen que los bosques cumplen importantes funciones en cuanto a clima, y su desaparición afecta a la humanidad en su conjunto. Por un lado, la enorme masa vegetal de los bosques ayuda a regular el clima global, tanto en precipitaciones, temperatura y régimen de vientos. Por otro lado, constituyen un enorme reservorio de carbono y su eliminación contribuye al agravamiento del efecto invernadero. (Carrera y Kucharz, 2006) Algunos ecosistemas, como los bosques tropicales, los pantanos y humedales acumulan más carbono que otros debido a la gran capacidad de sus plantas para transformar el carbono absorbido desde el aire en biomasa.

La contaminación por las agroindustrias tiene su causa principal en la utilización de pesticidas; el apareamiento de plagas desconocidas ha obligado a las agroindustrias a emplear productos químicos cuya utilización ha sido prohibida en muchos países, tales como el Aldrin⁵. Guerrero cita un testimonio de los indígenas asentados alrededor de las plantaciones, en el que afirman que:

“... cada quince o veinte día, los ríos y los esteros se inundan de peces muertos en estado de descomposición.” (Guerrero, 1988, 250. En Larrea Edit.)

⁴ Se refiere a las características del cultivo en su etapa inicial, donde según la guía técnica del cultivo de palma africana elaborada por el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura las plantaciones de palma africana a temprana edad (hasta 3 años) no sobrepasan los 2 metros de diámetro, por lo que el suelo se encuentra expuesto directamente a las condiciones meteorológicas, y además a los controles permanentes de maleza en la primeras etapas del cultivo.

⁵“Plaguicida de amplio espectro que por su largo período de acción afecta a una gran cantidad de insectos y animales que no son nocivos para el cultivo, liberando otras plagas que antes eran controladas por la presencia de sus predadores naturales”(Guerrero, 1988:249. En Larrea Edit.)

El declive social no solo viene por el cambio de las costumbres, sino que la calidad de vida empeora por las condiciones del entorno que los rodea. Agricultores, trabajadores y familias que viven en las plantaciones son afectados por la contaminación de agroquímicos, directamente por contacto con el producto o indirectamente por ingestión o uso de agua contaminada. Según Fundación Natura, el 58% de los trabajadores agrícolas de las plantaciones de palma africana presentan síntomas en diferente grado por exposición a pesticidas carbonatos y órganofosforados (F. Natura en Nuñez 1998, Citado por Buitrón, 2000).

El Planeta está sufriendo un calentamiento global; una de las malas prácticas que contribuyen a ser causante del calentamiento global es la agricultura industrial de monocultivos, la cual desestima la capacidad de la biodiversidad para capturar carbono.

Carreray y Kucharz sostienen que los bosques cumplen importantes funciones en cuanto a clima, y su desaparición afecta a la humanidad en su conjunto. Por un lado, la enorme masa vegetal de los bosques ayuda a regular el clima global, tanto en precipitaciones, temperatura y régimen de vientos. Por otro lado, constituyen un enorme reservorio de carbono y su eliminación contribuye al agravamiento del efecto invernadero. (Carrera y Kucharz, 2006.) Algunos ecosistemas, como los bosques tropicales, los pantanos y humedales acumulan más carbono que otros debido a la gran capacidad de sus plantas para transformar el carbono absorbido desde el aire en biomasa.

Los impactos económicos en el territorio son importantes, si consideramos que los principales actores de la industria de la palma africana son en primer lugar las transnacionales, en segundo lugar existen los productores independientes que manejan predios entre 250 y 1000 hectáreas, finalmente existen pequeños productores de palma africana que se encuentran sujetos a las normas y políticas económicas que imponen las grandes empresas monopólicas para la compra y comercialización del producto.

La explotación laboral ha sido característica del desenvolvimiento de las grandes agroindustrias en nuestro país; en este tipo de actividad, Buitrón afirma que:

“La mano de obra agrícola es controlada por un sistema de contratistas, sobre los que recaen el empleo y pago de los trabajadores. De esta manera las

compañías eliminan contratos directos con los trabajadores, favorecen cambios continuos de personal y evitan las obligaciones laborales legales, tales como pago de seguro social y otras bonificaciones, vacaciones, horas suplementarias, etc.” (Buitrón, 2000:7)

En el Plan Ambiental Ecuatoriano generado por la Comisión Asesora Ambiental (CAAM) en 1996, Torres señala que las políticas ambientales productivas en el Ecuador reconocen que toda actividad productiva genera impactos en el medio ambiente. En esta línea de análisis, se reconoce en las últimas décadas la frontera agrícola ha avanzado mediante la utilización de tecnologías no sustentables en zonas frágiles. Tanto el agricultor empresarial como la agricultura tradicional han provocado impactos negativos en el medio ambiente por el uso indiscriminado de agroquímicos. (Torres, 1996. En CAAM)

Dentro de este ámbito, la política forestal deficiente no favorece la conservación de los recursos naturales del país. Si bien, no hace omisión a la lucha contra la deforestación basada en programas de reforestación, tampoco promueve la conservación de vegetación primaria de las tierras forestales de la Amazonía. Las políticas nacionales implementadas para solucionar problemas de deforestación son incompatibles con las características ecológicas del territorio. Un ejemplo es la reforestación con pinos y eucaliptos en la sierra, en la costa eucaliptos y teca y en la Amazonía palma africana. La disposición de bienes naturales a cambio de satisfacer efímeras necesidades de unos pocos sectores sociales está llevando exponencialmente a la desaparición del ecosistema de bosque húmedo tropical en este sector.

OBJETIVOS

General

- Demostrar la pérdida de los ecosistemas y los efectos de los impactos en los componentes sociales y ambientales en las parroquias de Limoncocha y San Roque, como consecuencia de los procesos de expansión agroindustrial de la palma aceitera.

Específicos

- Caracterizar la situación de los componentes, sociales y económicos, involucrados en la dinámica de la zona de estudio.
- Identificar y valorar los impactos que genera el sistema agroindustrial a gran escala en los diferentes elementos biofísicos y socioeconómicos presentes en el área de estudio, a través de la metodología de valoración de impactos ambientales aplicadas por la empresa Envirotec Cía. Ltda.
- Establecer los cambios del uso del suelo a partir de la interpretación de imágenes satelitales y fotografía aérea, durante el período 1987-2008.
- Generar un escenario prospectivo que contribuya a obtener una visión futura de la ocupación del suelo (proyectada al 2015) en las parroquias de Limoncocha y San Roque.

1 MARCO TEÓRICO, CONCEPTUAL Y METODOLÓGICO

1.1 Antecedentes o Marco Referencial

La palma aceitera fue introducida en nuestro país en el año 1953, en la provincia de Esmeraldas, Cantón La Concordia, donde la mayor parte de las plantaciones eran relativamente pequeñas. Para 1967 este sector comienza a entrar en auge, contándose con más de 1000 hectáreas sembradas. En la actualidad, los cultivos de palma aceitera están principalmente en la provincias de Esmeraldas, Los Ríos, Pichincha, Santo Domingo y la provincias Nororientales de Sucumbíos y Orellana. (Salazar, 2003).

Existe información sobre el desarrollo de la actividad de cultivo de palma. Guerrero en su estudio sobre el Caso de Palmaoriente en el Cantón Orellana, da una visión general sobre los problemas ecológicos y sociales relacionados con el cultivo; de tal forma que engloba a la actividad como no adecuada con la potencialidad del territorio y el modo de vida de muchos habitantes. (Guerrero, 1988. En Larrea Edit.)

Durante desarrollo de la actividad agroindustrial de palma africana en el Cantón Shushufindi no se ha optado por medidas que sean considerables con los factores bióticos y sociales del territorio, los cuales deberían haber sido considerados para establecer criterios que promuevan un desarrollo basado en la manutención de los recursos, el mejoramiento de la calidad de vida y el desarrollo económico en función de una producción agropecuaria responsable.

1.2 Marco Teórico

El desarrollo sustentable en Limoncocha y San Roque es una necesidad real, frente a la crisis económica, social y ambiental que atraviesa. El término de desarrollo sustentable acuñado por Informe Brundtland en el año 1987 enmarca tres aspectos conceptuales: El aspecto social basado en un bienestar poblacional en función satisfacer las necesidades

de esta y las futuras generaciones; el medio ambiente; y la bonanza económica. (Brundtland, 1987)

Leff afirma que la sostenibilidad es el nuevo paradigma en temas referentes al desarrollo; en la actualidad es muy frecuente escuchar este discurso en temas sobre el sector rural. A partir de los años setenta comienza a manifestarse una crisis ambiental generada por el crecimiento económico y el modelo de industrialización. De entonces se produce una serie de estudios que reflejan la irracionalidad ecológica y los límites del crecimiento. De esta manera, se inicia el debate teórico y político para valorizar la naturaleza e internalizar las externalidades socioambientales del proceso de desarrollo (Leff, 2000).

La Gestión Sustentable de los Recursos naturales es entendida como la interrelación equilibrada de tres elementos: Por un lado, la sustentabilidad ambiental, referida a la necesidad de que los impactos de los procesos de desarrollo no destruyan de manera irreversible la capacidad de carga de los ecosistemas. El segundo, la sustentabilidad social, cuyos principales aspectos son: el fortalecimiento de un estilo de desarrollo que no perpetúe ni profundice la pobreza, sino que garantice su erradicación y la justicia social; y la participación social en la toma de decisiones. El tercer elemento, la sustentabilidad económica, es entendida como un crecimiento económico interrelacionado con los elementos anteriores, es decir, un nuevo tipo de crecimiento económico que promueva la equidad social y que establezca una relación no destructivas con la naturaleza (Cortés, 2001. Citado por Peñaherrera, 2007). Es por esto que dicha Gestión pretende mitigar los problemas del territorio de una manera coherente y compactible con la coyuntura actual que se presenta en el escenario territorial.

La idea central en el modelo de desarrollo sustentable es empatar el crecimiento económico, con la conservación del medio ambiente, como factores importantes para la vida social y humana. Walss, en su libro sobre la globalización, el medio ambiente y la sostenibilidad afirma que:

“Ni el desarrollo económico puede frenarse en aras de proteger el medio ambiente, ni el medio ambiente puede destruirse para lograr el crecimiento económico.

Encontrar el justo medio entre crecimiento económico y protección al medio ambiente es lograr el desarrollo sostenible” (Walss, 2005:8)

Según Hunter en el libro *“Concepts and Principles of International Law”*, el desarrollo sostenible tiene una visión antropocéntrica, en la cual el objetivo principal es mejorar las condiciones de vida humana; la protección de la vida silvestre y de los recursos naturales, no es un objetivo en sí mismo, sino una necesidad para garantizar la más elevada y sostenible calidad de vida para los humanos. (Citado por Walss, en Hunter, et al, 1998)

Según Ness y Golay, el desarrollo a menudo trae consigo la industrialización; pero si no se considera los daños ambientales que esta puede ocasionar, la industrialización puede ser peligrosa para las poblaciones futuras. Tanto los planes de desarrollo como así como la formulación de políticas gubernamentales, deben considerar el número de personas que constituirán la fuerza de trabajo y exigirán servicios en el futuro. (Ness y Golay, 1997)

La Declaración Universal sobre la Diversidad Cultural de la UNESCO en el 2001 profundiza aún más en el concepto al afirmar que:

“... la diversidad cultural es, para el género humano, tan necesaria como la diversidad biológica para los organismos vivos. ”(UNESCO, 2001:1); se convierte en “ una de las fuentes del desarrollo, entendido no solamente en términos de crecimiento económico, sino también como medio de acceso a una existencia intelectual, afectiva, moral y espiritual satisfactoria.”. (UNESCO, 2001:2)

En esta visión, la diversidad cultural es el cuarto ámbito de la política de desarrollo sostenible.

Walss afirma que el problema político que enfrentan los gobiernos para adoptar medidas ambientales afectan en gran medida a la economía de ciertos grupos, por lo que es un reto en el cual se debe mostrar las habilidades de los gobiernos para lograr consensos. El gobierno deberá idear mecanismos de desarrollo sostenible que afecte lo menos posible la economía de los grupos, y al propio tiempo, conserven al ambiente. ***“Un gobierno***

que únicamente toma decisiones en función de sus repercusiones inmediatas, es un gobierno populista e ineficaz.” (Walss, 2005:23)

Las tendencias de políticas de estado como la de la reforma agraria, la ley de tierras baldías, ley de colonización de la región amazónica, entre otras, han subvencionado los procesos de deforestación, implicando una constante y amplia destrucción de los recursos forestales del país, por lo que los problemas sociales a nivel regional se agudizan. (Trujillo, 1998) Desde este contexto, el marco político nacional empleando a la jurisprudencia y sus leyes como elemento principal ha sido caudillo principal del gradual proceso de deforestación en el Ecuador.

1.3 Marco Conceptual

1.3.1 Desarrollo Sostenible

Se define como: *“ aquel que garantiza la satisfacción de las necesidades del presente, sin comprometer las posibilidades de las generaciones futuras para satisfacer las suyas”.* (Comisión Brundtland, 1987, Citado por UNESCO En: <http://www.melillasostenible.org/documentos/melillasostenible/Preagenda%20Centro%20UNESCO-Melilla.pdf>. Rev.:18.06.2010).

Esta definición fue empleada por primera vez en 1987 en la Comisión Mundial del Medio Ambiente de la ONU. De esta manera se enfatiza una visión equilibrada de desarrollo para una sociedad futura que busca la satisfacción de las necesidades humanas, sin olvidarse de conservar el medio ambiente y estableciendo la pauta de crecimiento económico en la sociedad.

“El desarrollo sostenible es el resultado de una interacción entre los sistemas: económico, social, ambiental, gestionado por el subsistema político para modificar las costumbres y el modo de vida de la población, en la búsqueda del mejoramiento de la calidad de vida, la equidad social, la eficiencia y crecimiento económico, y la calidad ambiental de la nación; posibilitando una solidaridad intrageneracional.” (Jurado et al., 2009:3)

Para alcanzar un desarrollo sostenible se debe adoptar políticas de Estado que enfrenten las complejidades sociales y económicas presentes en una dinámica demográfica a partir

de estrategias de descentralización que contribuyan a la reordenación del espacio y la redistribución de los recursos.

1.3.2 Biodiversidad

Por definición, el Convenio de la Diversidad Biológica en su Artículo 2, define como:

“La variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos entre otras, los ecosistemas terrestres y marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y aquella de los ecosistemas.”(Estrella, et al, 2005:21)

El concepto biodiversidad es muy amplio porque abarca a todos los organismos vivos, cuya dotación y variabilidad genética los hace precisamente diferentes unos a otros, para que puedan desarrollarse y adaptarse a los diversos ecosistemas del planeta. (Vargas, 2002)

1.3.3 Conservación

La definición de conservación más utilizada y aceptada, ha sido la presentada en 1980 por la UICN como:

“ La gestión de la utilización de la biosfera por el ser humano, de tal suerte que produzca el mayor y sostenido beneficio para las generaciones actuales, pero que mantenga su potencialidad para satisfacer las necesidades y las aspiraciones de las generaciones futuras” (UICN, 1980. Citado por Nirmberk En: <http://www.prodiversitas.bioetica.org/nota2.htm> Rev.: 11.01.2011)

El lograr la conservación y el uso sustentable de la biodiversidad implica lograr beneficios para el ser humano, sin agotar el recurso, y asegurar las posibilidades de aprovechamiento de la biodiversidad para las próximas generaciones. (Estrella et al, 2005).

1.3.4 Enclave

Francisco Zapata determina que el enclave es una economía característica de países de América Latina, y define enclave:

“...al nivel de la unidad productiva, vale decir al nivel de todos aquellos centros productores de materias primas que se caracterizan por estar geográficamente aislados, por ser o haber sido por largos períodos propiedad de empresas extranjeras con escasas vinculaciones a la economía nacional.” (Zapata, F., 1977: 719.)

1.3.5 Agricultura Sostenible

Según el Consejo Europeo sobre la Alimentación la agricultura sostenible se refiere a la duración de un sistema a largo plazo. El objetivo de la agricultura sostenible es producir alimentos de manera eficaz y productiva, pero conservando y mejorando el medio ambiente y las comunidades locales. El concepto de agricultura sostenible incluye actividades como procurar que el uso de los insumos de fertilizantes y plaguicidas sea el más bajo posible, pero que se sigan produciendo cultivos de alto rendimiento y de buena calidad; garantizar que se minimizan los efectos adversos sobre el medio ambiente y ayudar a mejorar las condiciones de los miembros de la comunidad local, proporcionándoles trabajos, y respetando el medioambiente. (EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY, 2006).

1.3.6 Impacto ambiental

Se entiende por impacto ambiental el efecto que produce una determinada acción humana sobre el medio ambiente en sus distintos aspectos. El impacto puede ser actual y ocasionado por una actividad en funcionamiento, o potencial, y referirse al riesgo de impacto de una actividad en marcha o a los impactos que se derivarían de una acción en proyecto, en caso de ser ejecutado. Los impactos ambientales pueden ser positivos o negativos, reversibles o irreversibles, directos o inducidos, permanentes o temporales, simples o acumulativos, sinérgicos o no, a corto, medio o largo plazo, etc. (Consigli et al, 2002)

La Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) es un proceso destinado a mejorar el sistema de toma de decisiones, y está orientado a garantizar que las opciones de proyectos en consideración, sean ambiental y socialmente sostenibles. (Espinoza, 2001)

1.4 Marco metodológico

1.4.1 Evaluación de impactos ambientales

Para caracterizar a la actividad agroindustrial de la palma africana en el área de estudio se procedió a valorar los posibles impactos ambientales que pueden presentarse en el transcurso de las actividades previstas para el establecimiento y operación del sistema de plantación de la palma africana en la empresa Palmeras del Ecuador.

Para determinar la identificación y valoración o ponderación de impactos se estableció la metodología empleada por la empresa Envirotec Cía. Ltda. La valoración de los impactos se la desarrolló en base al conocimiento del ecosistema, las observaciones y experiencias obtenidas durante las dos visitas de campo.

1.4.2 Determinación de la Escala

La apariencia de una imagen varía dependiendo que tan lejos o cerca se observe esta (MacCarthy y Lindberg, 1974. Citado por Bernis V. y Betancourth F. 2006). Al mapa se lo define como una representación convencional de la superficie terrestre. Esta representación es hecha con una cierta relación o proporción con respecto al objeto representado; dicha relación se denomina Escala. (Garcés W. 1984) La escala se define como la razón entre el valor de la distancia representada en el mapa y el de distancia correspondiente en el terreno (OPS, 2003. Citado por Bernis y Betancourt, 2006.).

En un mapa la escala depende del área a representar, el grado de detalle requerido y la cantidad de información que se desea mostrar. Para la aplicación de este principio se

sugiere establecer los objetivos y el alcance de la política o proyecto a consideración. (Bernis y Betancourt, 2006.)

- Identificar la jerarquía de los niveles espaciales requeridos para cumplir con los objetivos propuestos
- Identificar el nivel de resolución espacial mínimo necesario para la toma de decisiones
- Evaluar la disponibilidad cartográfica básica y temática, así como su calidad, pertinencia, actualización y validez certificada de información a través de varias fuentes de obtención como: cartografía oficial, imágenes de sensores remotos, fotografías aéreas, actualización de datos de campo, etc.

Se debe considerar que la escala de trabajo debe ser correspondiente con la unidad mínima de mapeo y el nivel de detalle de la información que se requiere obtener (Ver tabla 1.4.2). Por consiguiente se ha optado trabajar a escala 1: 250,000, a un nivel de detalle micro regional. La unidad mínima de mapeo para este estudio es de 25 hectáreas.

Tabla N°1.4.2.- Unidad Mínima de Mapeo

Nivel de Detalle	Escala Trabajo	UMM	Alcance
Nacional Cuencas	1:1,000,000	15 Km ²	Formulación de políticas nacionales. Planificación a escala nacional.
Trasfronterizas (Muy Pequeño)	1:3,000,000	150 Km ²	Cuencas o ecosistemas transfronterizos. Identificación general de proyectos.
Regional Cuencas (Pequeño)	1: 100,000	25 ha	Formulación e implementación de políticas regionales.
	1:500,000	625ha	Planificación a escala regional: Departamentos, regiones, cuencas.
Subregional Subcuencas	1:50,000	6.25 ha	Planificación a escala subregional-local: provincias, subcuencas, municipios, distritos.
	1: 100,000	25 ha	Factibilidad técnica de proyectos.
Local Microcuencas (Grande)	1:25,000	1.56 ha	Implementación de programas y proyectos a nivel local: municipios, veredas, fincas, microcuencas. Estudios de factibilidad técnica y económica de proyectos
	1:50,000	6.25 ha	
Microlocal (Muy Grande)	1:25,000	1.56 ha	Monitoreo y seguimiento específico.
	1:5,000	0.06 ha	

UMM: Unidad Mínima de Mapeo.

Fuente: Serie de Manuales de Educación y Capacitación Ambiental, Ángela Andrade Pérez, Fabián Navarrete Le Blas. (Citado por Bernis y Betancourt, 2006.)

1.4.3 Caracterización del área de investigación

Para caracterizar la zona se optó por la recopilación de información técnica-digital, científica y estadística del sector; para ello fue necesario acudir a varias fuentes de información como son instituciones públicas y privadas como: Asociación Nacional de Cultivadores de Palma Aceitera (ANCUPA), Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo (SENPLADES), Sistema de Información Geográfica y Agropecuaria (SIGAGRO), Instituto Geográfico Militar (IGM), Centro de Levantamientos Integrados de Recursos Naturales por

Sensores Remotos (CLIRSEN), Ministerio del Ambiente (MAE), PETROAMAZONAS, Envirotec Cía Ltda., entre otras instituciones.

Además se realizó la recopilación de información en el campo, aplicando diversas técnicas como entrevistas, observación directa, fotografía etc. El propósito de esto fue obtener información tanto de fuentes primarias como secundarias, para así poder triangular a la misma y llegar a un resultado lo más semejante posible a la realidad del Cantón Shushufindi.

1.4.4 Tratamiento y procesamiento digital de imágenes satelitales

Para la estimación de las dinámicas presentes en el territorio se basó en la información proveniente de sensores remotos. Se utilizaron imágenes satelitales Landsat – 5 TM y, Landsat - 7 ETM+m que se detallan según las fechas respectivas en la tabla 1.4.4.

Tabla 1.4.4.- Imágenes escogidas para el estudio multitemporal

Sensor	Landsat 5 TM	Landsat 5 TM	Landsat 7 ETM+	Landsat 7 ETM+	Landsat 7 ETM+
Fecha	13/10/1987	03/09/1996	12/09/2008	28/09/2008	18/09/2010

Fuente: USGS

Elaboración: Propia

La caracterización de los satélites e imágenes involucradas en la zona de estudio serán las pautas principales para el procesamiento de las mismas.

1.4.4.1 Procesamiento digital de imágenes

El tratamiento primario de las imágenes Landsat se efectuó en los programas ERDAS IMAGE 9.1 y ENVI 4.6, y consistió en realizar las correcciones geométricas, normalizaciones radiométricas y procesos de georeferenciación. También fue muy pertinente realizar procesos de combinación de bandas, esto con el afán de lograr una mejor discriminación de límites de la zona de estudio considerando aspectos como vías, asentamientos, cultivos, entre otras características importantes del territorio.

El software Arc Gis 9.3 fue una plataforma utilizada para la administración y presentación adecuada de los resultados cartográficos de este trabajo.

También se realizó tratamientos como los utilizados para la determinación de la superficie de la zona de estudio en la imagen y así también la consideración de información “vacía” de las imágenes como es el caso de presencia de nubosidades y otros elementos. Por ejemplo, el satélite Landsat 7 ETM+ presenta un problema en la recepción de la información, esto ocasiona que las imágenes obtenidas sufran un bandeo (espacios vacíos de información o “gaps”) de las mismas y esto ocasiona que la información total de la imagen no este del todo disponible. Para corregir este error se aplicó en el software ENVI un algoritmo denominado Normalización Radiométrica de las Imágenes, que consiste en calibrar los valores digitales de una imagen en función de la referencia de otra; posterior a esto se procedió a desarrollar un mosaico entre tres imágenes debidamente escogidas y analizadas.

Para obtener una imagen idónea para su procesamiento y posterior interpretación, es necesario realizar varias correcciones a las mismas. Se optó por realizar una *corrección radiométrica*, la cual modifica los niveles digitales (ND) de los píxeles de la matriz original. También se aplicó una *corrección geométrica*, debido a que la imagen posee distorsiones significativas y es necesario modificar la geometría de la misma, por lo que se corrige su posición y coordenadas. (Pérez, 2005., Citado por Bernis y Betancourt, 2006)

Para clasificar las imágenes, se optó por el método denominado híbrido, el cual consiste en clasificar automáticamente (clasificación no supervisada) cada imagen obteniendo un número amplio de categorías. Luego, se evaluó la separabilidad de las firmas espectrales de las clases mediante la divergencia transformada, agrupando aquellas categorías que no mostrarán diferencias significativas. El proceso fue repetitivo hasta obtener firmas espectrales con un nivel de separabilidad representativo. Las firmas obtenidas fueron utilizadas en una nueva clasificación (clasificación supervisada), la cual fue desarrollada a partir de puntos de control establecidos a partir del conocimiento de la zona de estudio. Los segmentos obtenidos fueron subclasificados para lograr discriminar la mayor cantidad de elementos posibles. (Martínez, 2008)

1.4.5 Análisis de las dinámicas de uso del suelo

Con la información obtenida en el anterior procedimiento, se optó por analizar los fenómenos ocurridos durante los períodos establecidos; la explicación del por qué hubieron cambios de uso del suelo, será significativa en el estudio. Para esto, también es necesario triangular la información con información obtenida de encuestas y entrevistas realizadas a los habitantes en el territorio.

Se estableció una determinación cualitativa y cuantitativa de uso del suelo para los diferentes períodos seleccionados en el Cantón. En cuanto a lo cualitativo se determinó los cambios en las diferentes actividades de ocupación del suelo; cuantitativamente se determinó en superficie el cambio del uso del suelo.

Posterior a la obtención del Uso Actual del Suelo (paso anterior), el estudio del Uso Potencial del mismo nos permite orientarnos a conocer el mayor provecho que tiene este recurso, considerando las limitaciones pero también los beneficios que disponen.

1.4.6 Escenario prospectivo para el 2015

La generación de un escenario prospectivo se realizó posterior a la obtención y estructuración de la cartografía obtenida de los resultados de la interpretación de las imágenes satelitales, entre 1986 y 2010.

A través de un proceso de visualización, se generó en el SIG IDRISI un modelo de tendencia de ocupación del suelo, aplicando las cadenas de Markov, para establecer dicha prospectiva⁶. Esta función tiene la virtud de integrar la modelización temporal (basándose en una serie cronológica de usos del suelo) y la lógica basada en la Evaluación multicriterio y multiobjetivo (mediante la puesta en relación de las categorías de usos del suelo y un conjunto de variables de diversa naturaleza que pueden explicar o describir su dinámica), es decir, complementa el análisis multitemporal con el

⁶ Este modelo se encuentra incluido en la última versión del SIG IDRISI como módulo experimental.

análisis multivariable para obtener una modelización más ajustada a la dinámica real de los paisajes. (Paegelow, 2002)

La descripción del escenario prospectivo, en función de la aplicación de las cadenas de Markov pretende generar una idea de un escenario de tendencias, donde se disponga de una imagen a futuro del territorio no intervenido por planificación.

1.4.7 Técnicas

Durante la elaboración de la disertación se procedió a utilizar dos técnicas de recopilación de información:

1.4.7.1 Técnicas de Campo

Con la intención de analizar directamente la situación del sector y validar los resultados del procesamiento cartográfico, se llevó a cabo la observación directa, esto a través de varias visitas al campo. La primera visita se la realizó los días 3 y 4 de septiembre, la segunda los días 18 y 19 de abril y última visita al campo fue del 15 al 20 de septiembre.

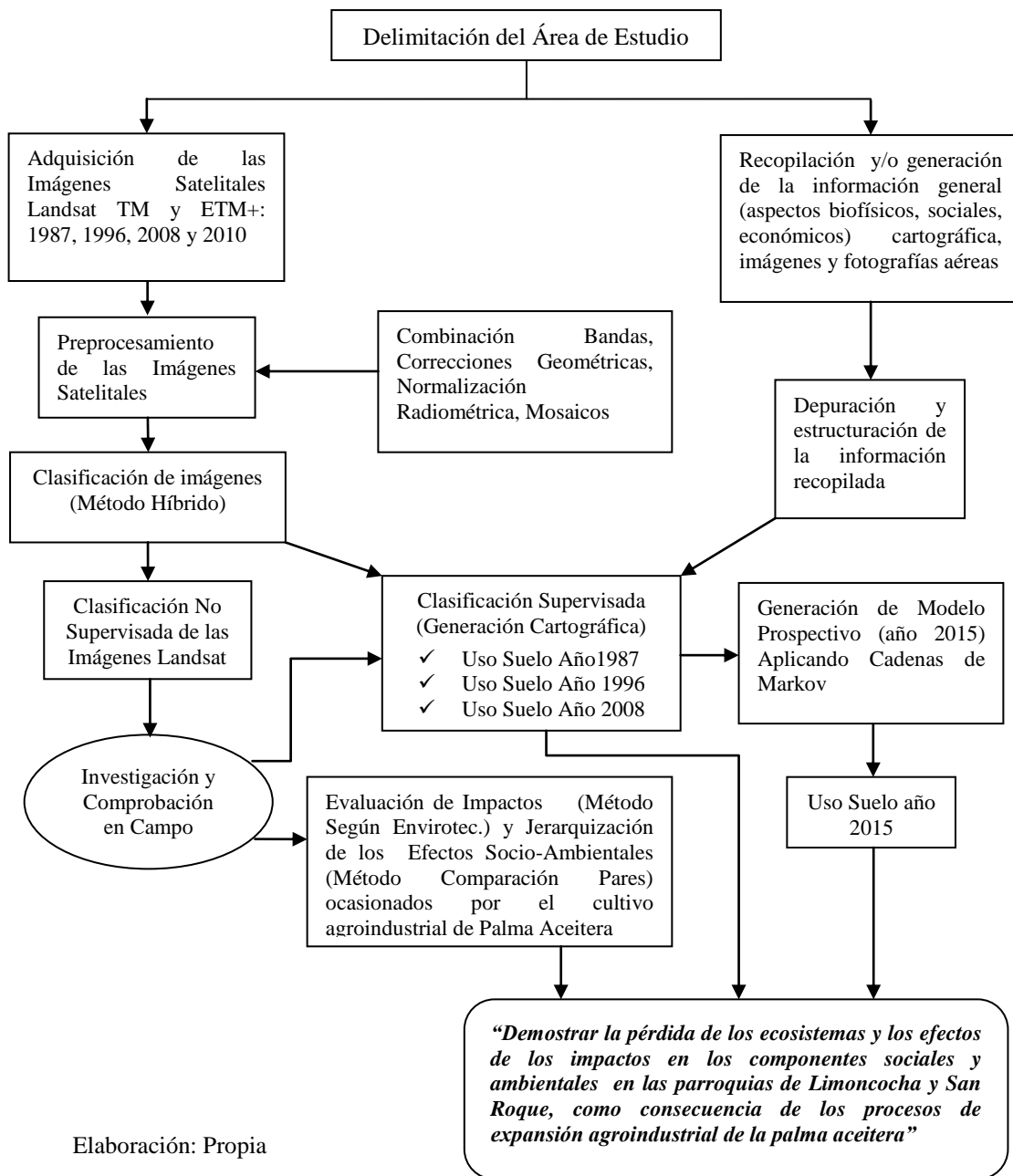
1.4.7.2 Técnicas de Gabinete

Se analizó y sistematizó la información recopilada. La interpretación de fotografías e imágenes satelitales se las realizó en gabinete, con el programa Erdas 9.1; la normalización radiométrica de las imágenes se desarrolló en el software Envi 4.6; el procesamiento de la información geográfica obtenida se realizó en el programa Arc Gis 9.3. Se realizó mapas y tablas para localizar y cuantificar los aspectos relevantes durante la investigación. Para la generación del escenario prospectivo se utilizó la plataforma Idrisi Kilimanjaro- Módulos Markov y C.A. Markov.

1.4.7.3 Técnicas Bibliográficas

Los datos recopilados también fueron tomados de diversas fuentes secundarias, en las cuales se revisaron libros, artículos, documentos, mapas, videos y fuentes estadísticas que se relacionan con el tema planteado y que permitieron complementar las ideas que permitirán desarrollar el trabajo.

Gráfico 1.4.- Metodología del proceso de desarrollo del estudio



2 CARACTERÍSTICAS Y CONDICIONES SOCIALES, AMBIENTALES Y ECONÓMICAS RELACIONADAS CON EL CULTIVO DE PALMA AFRICANA

2.1 Caracterización del área de estudio

La parroquia de Limoncocha fue establecida el 13 de febrero de 1975, se encuentra dividida en 46 comunidades indígenas, que en su mayoría pertenecen a pueblos Kichwas amazónicos. La parroquia de San Roque fue establecida el 13 de septiembre de 1991 y se encuentra conformada por 7 centros poblados y 12 recintos o precooperativas.

2.1.1 Ubicación geográfica y superficie

El área de estudio se encuentra ubicada al Norte de la Región Amazónica Ecuatoriana (RAE), en la provincia de Sucumbíos, en el Cantón Shushufindi, y corresponde a las parroquias Limoncocha y San Roque.

La parroquia de Limoncocha limita de la siguiente manera:

- Al Norte: Parroquia de San Roque (Cantón Shushufindi, Provincia de Sucumbíos)
- Al Noroeste: Parroquia Dureno (Cantón Shushufindi, Provincia de Sucumbíos)
- Al Sur: Parroquia Taracoa (Cantón Orellana, Provincia de Orellana) y el Río Napo
- Al Suroeste: Parroquia Pompeya (Cantón La Joya de los Sachas, Provincia de Orellana)
- Al Este: Parroquia de Pañacocha (Cantón Shushufindi, Provincia de Sucumbíos)
- Al Oeste: Parroquia Enokanqui (Cantón La Joya de los Sachas, Provincia de Orellana)

La parroquia de San Roque limita de la siguiente manera:

- Al Norte: Parroquia de Tarapoa (Cantón Cuyabeno, Provincia de Sucumbíos) y el Río Aguarico
- Al Noroeste: Parroquia Dureno (Cantón Shushufindi, Provincia de Sucumbíos)
- Al Sur: Parroquia de Limoncocha (Cantón Shushufindi, Provincia de Sucumbíos)
- Al Este: Parroquia de Pañacocha (Cantón Shushufindi, Provincia de Sucumbíos)
- Al Oeste: Parroquia de Limoncocha (Cantón Shushufindi, Provincia de Sucumbíos)

2.1.2 Aspectos biofísicos

2.1.2.1 Clima

El Clima es respuesta de una serie de condiciones como latitud, entorno, topografía, suelo, vegetación, altitud, entre otras. En una zona, el clima se define mediante las estadísticas de un período de tiempo relativamente largo de información climatológica. Las características de mayor interés para definir al clima son: temperatura, humedad relativa, y precipitación anual.

Para el área de estudio se han considerado cinco estaciones climatológicas, las cuales se encuentran distribuidas en las provincias de Sucumbíos y Orellana, siendo estas las estaciones más cercanas a las parroquias Limoncocha y San Roque. La información correspondiente describe períodos de tiempos relativamente amplios y secuenciales. Las estaciones meteorológicas se encuentran manejadas por la Dirección de Aviación Civil (DAC), la empresa Palmeras del Ecuador, el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INHAMI), la Universidad San Francisco de Quito (USFQ) y la Fuerza Aérea del Ecuador (FAE).

Los datos de las estaciones meteorológicas fueron tomados de la “Reevaluación del Diagnóstico y Plan de Manejo Ambiental para el Área de Producción Shushufindi”, realizado por Envirotec Cía. Ltda., para Petroproducción en Enero del 2007 y del

“Estudio de Impacto Ambiental y Plan de Manejo Ambiental para la Construcción y Perforación de las Plataformas Exploratorias Sector Edén Alto y para la Construcción del Nuevo Puerto Edén y Vía de Acceso”, realizado por Envirotec Cía. Ltda., para Petroamazonas S.A. en Abril del 2009.

La tabla 2.1.2.1 muestra la ubicación geográfica y características adicionales de las estaciones.

Tabla 2.1.2.1.- Datos de las Estaciones Meteorológicas más próximas a la zona de estudio

Estación	Coordenadas		Altitud	Periodo Registros	Institución
	Latitud	Longitud	msnm		
Coca Aeropuerto	00°27'00'' S	76°56'00'' W	300	1981-2005	DAC
Lago Agrio Aeropuerto	00°6'00'' N	76°53'00'' W	299	1981-2005	DAC
Limoncocha	00°24'00'' S	76°37'00'' W	299	1961-1978	DAC
Palmeras del Ecuador	00°17'02.6'' S	76° 31'29.3'' W	263	1994-2004	Palmeras del Ecuador
Tarapoa	00°08'00'' N	76°23'00'' W	240	1985-1994	DAC

Fuente: DAC, INAMH y Palmeras del Ecuador. Citado por Envirotec. Cía. Ltda.
Elaboración: Propia

➤ *Temperatura*

Es la temperatura señalada en un termómetro expuesto al aire y protegido de la radiación solar; se mide en grados centígrados. Es inversamente proporcional a la altitud, por ende, a mayor altura, la temperatura disminuye. El cambio de esta variable también responde a otros factores como: orografía, hora del día, y época del año.

En la tabla 2.2.1.1.a., se ha considerado los valores mensuales de temperatura máxima, mínima y promedio.

Tabla 2.1.2.1.a.- Valores Medios y Extremos Mensuales de Temperatura

Estación	Temperaturas Mensuales				
	Media	Mínima		Máxima	
		Absoluta	Media	Absoluta	Media
Coca Aeropuerto	26,6	15,1	24,1	38,2	29
Lago Agrio Aeropuerto	26,2	15	23,2	37,2	28,9
Limoncocha	24,7	--	20,2	--	29,8
Palmeras	26,4	16	20,7	35,5	30,3
Tarapoa	26,6	16	23,9	37,8	29,6
Media total	26,10	15,53	22,42	37,18	29,52

Fuente: DAC, INAMH y Palmeras del Ecuador. Citado por Envirotec. Cía. Ltda.

Elaboración: Propia

Los valores de temperatura media mensual de las estaciones muestran que en los sectores aledaños a la zona de estudio la temperatura es casi uniforme, registrándose en el área de Limoncocha las temperaturas más bajas. El rango promedio de temperaturas medias es de 26 grados centígrados para esta zona.

➤ *Precipitación*

La precipitación es una parte importante del ciclo hidrológico ya que responde al depósito de agua dulce en una región y por ende la vida y las características de los individuos tanto en la flora como en la fauna. Las características paisajísticas y de uso de suelo también responden a esta variable.

Tabla 2.1.2.1.b.- Valores Medios Mensuales de Humedad Relativa

Estación	Precipitación Anual		
	Media	Mínima	Máxima
Coca Aeropuerto	3115.0	1546,6	4430,7
Lago Agrio Aeropuerto	3492.1	2404,7	4668
Limoncocha	3238	--	--
Palmeras	3280.7	2631,9	3968,8
Tarapoa	2700.3	1279,4	3666,7
Media total	3238	1965,7	4183,6

Fuente: DAC, INAMH y Palmeras del Ecuador. Citado por Envirotec. Cía. Ltda.
Elaboración: Propia

Los valores de pluviosidad de la zona, comparados con valores de otras regiones del Ecuador, son muy superiores; registrándose valores máximos de 4183,6 mm (Ver tabla 2.1.2.1.b. La distribución anual pluviométrica tiende a presentar dos períodos húmedos, los cuales corresponden a los meses de marzo a mayo y entre octubre y noviembre; mientras que de diciembre a febrero se presentan los períodos de menor precipitación.

➤ *Clasificación del clima para el Ecuador*

Pourrut (1994), presenta una clasificación general del clima en el Ecuador basado en los valores de precipitación total anual y sus regímenes (número anual de máximos pluviométricos) y la temperatura media anual. (ECORAE, 2008)

En relación con los totales pluviométricos, la clasificación es la siguiente:

- Si la precipitación anual es inferior a 500 mm por año, el clima es árido a semiárido.
- Si la precipitación anual está comprendida entre 500 y 1.000 mm, el clima es seco a semihúmedo.
- Si la precipitación anual registra entre 1.000 y 2.000 mm, el clima es húmedo y, si el valor sobrepasa los 2.000 mm el clima es muy húmedo.

En relación con la temperatura se distinguen tres clases:

- Megatérmica ($T > 22^{\circ}\text{C}$)
- Mesotérmica ($12^{\circ}\text{C} < T < 22^{\circ}\text{C}$)
- Fría ($T < 12^{\circ}\text{C}$).

En esta clasificación, los datos de las estaciones registradas determinan que en la zona de las parroquias de Limoncocha y San Roque, el clima es Tropical megatérmico muy húmedo.

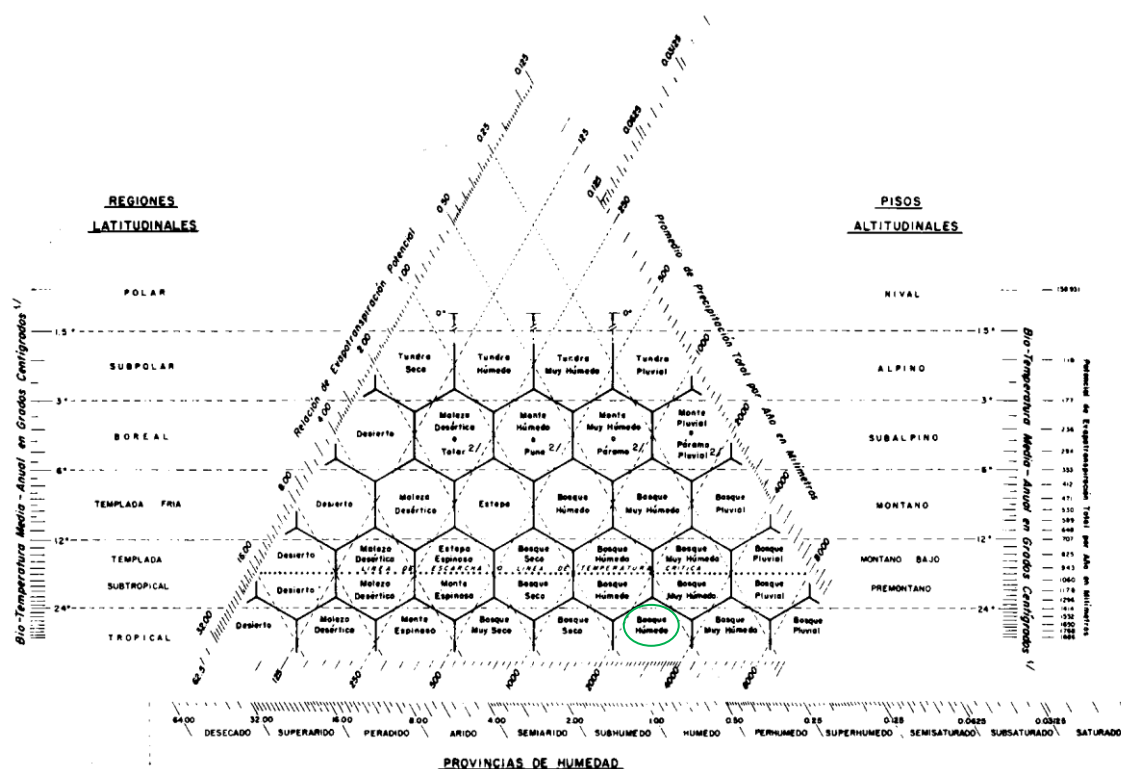
2.1.2.2 Zonas de Vida

Para este concepto, se establece el sistema Holdridge, el cual sin ser una clasificación climática, ni de vegetación, establece la relación fundamental entre ambos, es decir clima y vegetación. El diagrama de las Zonas de Vida de Holdridge, utiliza para su interpretación la biotemperatura, la precipitación y la humedad.

- Biotemperatura: Cuando relacionamos la vida vegetal y la animal con la temperatura, estamos hablando de biotemperatura.
- Precipitación: Corresponde a la precipitación media anual en milímetros.
- Humedad disponible: Varía localmente con las características del suelo.

Al utilizar este método de determinación de zonas de vida, se establece que para esta zona, corresponde a la zona de vida de Bosque Húmedo Tropical (b.h.T.) (Ver gráfico 2.1.2.2)

Gráfico 2.1.2.2.- Diagrama de Holdrige



Fuente: Holdridge, 1964

2.1.2.3 Geología

El Oriente ecuatoriano corresponde a una vasta parte de la cadena de cuencas sucesivas que se desarrollan desde Venezuela hasta Bolivia, extendiéndose entre la cordillera Andina y el Cratón Guayanés Brasileño. En el Ecuador, el relleno de esta cuenca fue marino hasta el Maestrichtiense seguido de sedimentos salobres con recurrencias marinas y más tarde continentales (Faucher y Savoyat, 1973). La cuenca oriente se formó por esfuerzos transpresivos a partir del Cretácico Terminal, lo que hizo que emerja la Cordillera Real y se formará la cuenca de trasarco (Baldock, 1982; Dashwood y Abbotts, 1990, Citado por Envirotec Cía. Ltda., 2007)

➤ Estratigrafía

De acuerdo a la información cartográfica propiciada por la Fundación EcoCiencia, en el área de las parroquias Limoncocha y San Roque afloran las formaciones Chambira, Curaray y Mera.

Estas formaciones se encuentran cubiertas por suelos residuales generados a partir de la meteorización de sus rocas; por esta razón los afloramientos rocosos son escasos. Adicionalmente y de manera localizada se encuentran los depósitos aluviales actuales que están restringidos al lecho mayor o terraza de inundación de los ríos de mayor tamaño como el Aguarico, Eno y Victoria (Envirotec Cía. Ltda, 2007). (Mapa N°2. - Anexo Cartográfico).

Formación Curaray

Reconocida en el río de su mismo nombre, es prácticamente subhorizontal en todo el Oriente. Se encuentra localmente al este de las parroquias San Roque y Limoncocha y atraviesa el centro de la parroquia Pañacocha, entre los ríos Aguarico y Napo.

Esta formación asignada al Mioceno Superior, ha sido depositada en un ambiente de aguas salobres y está conformada por una serie detrítica que comprende arcillas bien estratificadas que localmente contienen yeso, alternadas con areniscas de grano fino a medio. Estratos tobáceos y arcillas negras carbonosas se encuentran hacia el tope. Aforamientos de esta formación se encuentran en los cortes del río Aguas Blancas, cerca de su desembocadura en el río Aguarico; allí se observan arcillolitas intercaladas con areniscas finas (Envirotec Cía. Ltda, 2007).

Formación Chambira

El Plioceno está representado por esta formación, denominada también Formación Ushpa (Faucher y Savoyat, 1973). En el Cantón Shushufindi se encuentra atravesando las parroquias San Pedro de los Cofanes, Siete de Julio, Dureno, Limoncocha y San Roque.

Es la unidad geológica que predomina en el área por su amplia distribución; a pesar de ello, los afloramientos son escasos debido a que sus rocas están cubiertas por suelos residuales. Regionalmente está conformada en su base por areniscas, de grano medio a muy grueso, frecuentemente conglomeráticas, intercaladas con lutitas a veces arenosas que contienen abundantes restos fósiles de plantas. (Envirotec Cía. Ltda, 2007)

En la parte media contiene areniscas tobáceas y conglomerados interestratificados con bentonitas. En la parte superior predominan los conglomerados y las gravas; esporádicamente se encuentran troncos carbonizados o silicificados. Las rocas descritas corresponden a abanicos aluviales distales terciarios, que se depositaron formando una terraza aluvial de inclinación regional hacia el sureste. (Envirotec Cía. Ltda, 2007)

Afloramientos de esta formación se encuentran en el cauce del río Eno y en la orilla sur del río Napo (Pompeya Sur, fuera del área de influencia). En los mismos, se encuentran rocas sedimentarias como areniscas algo conglomeráticas con feldespatos y cuarzo, areniscas líticas algo tobáceas. En todo caso la litología descrita muestra el importante aporte volcánico proveniente de la cordillera, hecho que es de gran importancia respecto a la calidad de los suelos del área. (Envirotec Cía. Ltda, 2007)

Depósitos Aluviales

Son depósitos aluviales recientes superficiales: terrazas aluviales, especialmente del sistema hídrico de las cuencas de los ríos Aguarico y Napo en su curso medio. Los aluviales son depósitos clásticos sueltos (arenas y limos), formados a lo largo de los cauces de los ríos y sus tributarios principales. Son depósitos compuestos por abanicos de piedemonte del cuaternario, areniscas tobáceas y arcillas que disminuyen hacia el este en espesor y tamaño del grano. (Estudio de Impacto Ambiental para el Programa de Sísmica 3D Pañacocha-Petroproducción, 2007)

Son depósitos clásticos sueltos (arenas y limos), las terrazas aluviales formadas se caracterizan por estar constituidas de material clástico fino: arenas, limos y arcillas. (Energy, Consulting Group, 2008)

Estos depósitos aluviales están presentes en las márgenes de los ríos Aguarico y Napo y en las márgenes de los cauces inferiores de sus principales tributarios dentro del área de estudio “(EIA Programa de Sísmica 3D Pañacocha-Petroproducción, 2007). Estos materiales son depositados por los ríos durante los períodos de inundación.

➤ *Geología estructural*

La Geología Estructural investiga las particularidades de la composición de las rocas de la corteza terrestre y las características tectónicas de su comportamiento, considerando fallas, fracturas, plegamientos, contactos que se presentan en los terrenos por su deformación debido a fuerzas tectónicas. (Energy, 2009)

En la Reevaluación del Diagnóstico y Plan de Manejo Ambiental para el Área de Producción Shushufindi, realizado por Envirotec Cia Ltda para PETROPRODUCCIÓN en Enero del 2007; se determina que en el área de Shushufindi no existen fallas activas que puedan originar sismos locales y superficiales; por consiguiente las parroquias de Limonocha y San Roque no presentan fallas activas. Las estructuras sismogénicas más próximas se encuentran al pie del subandino, atravesando las zonas de Baeza-Reventador. (Envirotec, 2007)

2.1.2.4 *Geomorfología*

La geomorfología es una ciencia geológico-geográfica que estudia el relieve terrestre, su estructura, origen, historia de desarrollo y dinámica actual (UNAM, 1989). Las características geomorfológicas son consecuencia por las condiciones de la litología de de las rocas aflorantes, las precipitaciones, la cobertura vegetal, la dinámica fluvial y en los últimos años por la actividad humana.

La unidad litológica predominante en el área de estudio corresponde a la formación Chambira, sobre la cual corresponde un área de depósito aluvial, la cual conforma una planicie de baja inclinación hacia el sureste. Esta planicie aluvial fue modificada en su paisaje por altas precipitaciones en la zona, lo que ocasionó una disección, cuyos remanentes corresponden actualmente a las zonas colinadas. (Envirotec, 2007). (Ver Mapa N°3. - Anexo Cartográfico).

Para la zona de estudio se determinan las siguientes unidades geomorfológicas:

Tabla 2.1.2.4.- Unidades geomorfológicas identificadas en la zona de estudio

Unidad Geomorfológica			
Región	Sistema	Unidades del Paisaje	% en territorio
Amazonía	Amazonía periandina	Piedemontes	18,66
		Colinas periandinas, sobre areniscas, conglomerados, arcillas, suelos ferralíticos y pseudo-ferralíticos rojos	64,82
		Medio aluvial	16,52

Fuente: Cartografía EcoCiencia

Elaboración: Propia

2.1.2.5 Suelos

Los suelos en las parroquias de Limoncocha y San Roque fueron conformados por migración lateral de los ríos Aguarico y Napo, que conforman una planicie ligeramente ondulada con algunos testigos del antiguo nivel, en forma de colinas que sobresalen en el paisaje al este del cantón. Esta migración depositó material volcánico de arenas y limos aluviales en las superficies arrasadas, lo que constituye el material parental de los suelos de las zonas planas a suavemente onduladas. (Envirotec, 2007). (Mapa N°4. - Anexo Cartográfico)

Tabla 2.1.2.5.- Clasificación taxonómica de los suelos en la zona de estudio según la FAO

Suelos de la Zona de Estudio				
Orden⁷	Suborden	Grupo	% en el territorio	Características Principales
Inceptisol	Tropept	Dystropept	85,17	Poco evolucionados, de colores rojizos a pardos, formados a partir de rocas de diverso origen bajo condiciones de altas precipitaciones, baja fertilidad.
Inceptisol	Aquept	Tropaquept	11,28	Poco evolucionados, permanentemente saturados de agua, coloración oscura, desarrollados sobre depósitos sedimentarios, marinos antiguos o aluviales. Textura arcillosa, baja fertilidad.
Entisol	Fluvent	Tropofluvent	2,26	Localizados en planicies de inundación, con poca o ninguna evidencia de horizontes pedogenéticos, de poco espesor, susceptibles a inundaciones, saturados permanentemente de agua.
Histosol	Fibrist	Tropofibrist	1,29	Localizados sobre depresiones pantanosas de capas orgánicas fibrosas, con materiales arcillosos.

Fuente: Cartografía EcoCiencia

Elaboración: Propia

Según la tabla 2.1.2.5., el mayor porcentaje del territorio se encuentra conformado por inceptisoles, de suborden tropept, cuya característica principal es su baja fertilidad debido a su prematura evolución.

➤ *Orden de los Inceptisoles*

Son suelos que son considerados inmaduros en su evolución, en los cuales se evidencian un incipiente desarrollo pedogenético, dando lugar a algunos horizontes alterados; los procesos de traslocación y acumulación pueden alterarse. (López, 2006)

⁷ La Soil Taxonomy establece como clasificación básica de los suelos los siguientes niveles jerárquicos: orden, suborden, grupo.

Suborden Tropepts

Corresponden a regiones tropicales, que no tienen una cantidad significativa de materiales piroclásticos o amorfos en su constitución mineralógica. Son suelos de colores pardos o rojizos. (López, 2006)

Grupo Distropets

Son los Tropepts ácidos, parduzcos o rojizos, formados a partir de rocas ácidas de diverso origen, o bajo las condiciones a alta precipitación. Son suelos de muy bajas saturaciones de bases, texturas finas y pesadas, compactas, muy lixiviadas y de baja fertilidad. (López, 2006)

Suborden Aquept

Son inceptisoles permanentemente saturados de agua, donde el agua superficial permanece durante algún tiempo del año en el suelo. Presentan coloraciones oscuras, con gran cantidad de moteados indicadores de mal drenaje. (López, 2006)

Grupo tropaquepts

Son suelos que se han desarrollado sobre depósitos sedimentarios, marinos antiguos o aluviales recientes. Se lo identifica sobre terrazas y depresiones de las llanuras aluviales y valles de la Amazonía. Presentan textura arcillosa, y arcillo limosa, su pH es ácido y además tiene baja fertilidad natural. (López, 2006)

➤ *Orden Entisol*

Son aquellos que tienen muy poca o ninguna evidencia de formación o desarrollo de horizontes pedogenéticos. Las condiciones de poco espesor o desarrollo del suelo limitan su uso; además presentan problemas a la erosión, son susceptibles a inundaciones y a la saturación permanente de agua. (López, 2006)

Suborden Fluvent

Son entisoles formados por sedimentos aluviales recientes, sobre planicies de inundación: Presentan capas estratificadas de textura variable y distribución irregular de materia orgánica. (López, 2006)

Grupo Tropofluvents

Son fluvents de zonas húmedas, con temperaturascálidas. Se localizan en las planicies de inundación. (López, 2006)

➤ *Orden Histosol*

Son suelos compuestos principalmente por materia orgánica y en general se encuentran saturados de agua, esta condición impide la mineralización de los materiales orgánicos. (López, 2006)

Suborden fibrists

Son histosoles compuestos de residuos orgánicos fibrosos poco o ligeramente descompuestos. (López, 2006)

Grupo tropofibrist

Se localizan sobre depresiones y cubetas que dan lugar a grandes pantanos formados por capas orgánicas fibrosas, sumergidos en agua y bajo las cuales se tiene materiales arcillosos. (López, 2006)

2.1.2.6 *Vegetación*

La diversidad biológica del Ecuador se caracteriza por ser una de las más ricas del planeta, la cual se ha visto favorecida por tres factores determinantes: su ubicación geográfica en la zona ecuatorial, el levantamiento de la cordillera andina y la influencia de las corrientes marinas en sus costas (Tirira, 2007)

Sierra et al. (1999) establece una propuesta preliminar de un sistema de clasificación de la vegetación natural del Ecuador continental, en la cual desarrolla un mapa de vegetación a escala 1:1000 000. De acuerdo con esta propuesta, en las parroquias de Limoncocha y San Roque se distinguen las siguientes formaciones vegetales:

➤ *Bosque siempreverde de tierras bajas*

Son los bosques de tierra firme que cubren la mayor parte de las tierras bajas amazónicas. Se incluyen los bosques sobre suelos relativamente planos de origen aluvial o coluvial pero que actualmente no reciben la influencia de los ríos, en especial aquéllos entre los ríos Payamino y Napo hasta el Aguarico. Los bosques siempreverdes amazónicos son altamente heterogéneos y diversos, con un dosel que alcanza los 30 m de altura y árboles emergentes que superan los 40 m o más de altura. (Sierra et al., 1999)

Gran parte de esta vegetación natural ha sido talada para dar paso a cultivos e inclusive grandes monocultivos debido a la bondad de los suelos, quedando pocos relictos de bosques naturales. (Sierra et al., 1999)

➤ *Bosque siempreverde de tierras bajas inundable por aguas blancas*

También conocidos como várzeas; son bosques ubicados en las terrazas sobre suelos planos contiguas a los grandes ríos (entre ellos Aguarico, Coca, Napo, Pastaza y Bobonaza) de aguas “blancas y claras”, las cuales llevan gran cantidad de sedimentos suspendidos. Se caracterizan por inundarse en épocas de altas precipitaciones, por lo que sus suelos son enriquecidos con los sedimentos. Estas terrazas pueden permanecer varios años sin inundarse. La vegetación alcanza los 35 metros de altura. (Sierra et al., 1999)

➤ *Bosque siempreverde de tierras bajas inundable por aguas negras*

Son bosques inundables por ríos de aguas negras o en sistemas lacustres de similares características. Estos cuerpos de agua nacen en la misma llanura amazónica y contienen grandes cantidades de compuestos orgánicos producto de la descomposición de la materia orgánica, lo que provoca su color oscuro. En contraste con las aguas blancas, los ríos de aguas negras contienen pocos sedimentos en suspensión. (Sierra et al., 1999)

Los bosques son característicos porque los troncos de los árboles permanecen sumergidos de dos a tres metros varios meses del año. Pocas especies de plantas están adaptadas a estas condiciones. Cuando las lluvias escasean (entre fines de diciembre y febrero), los cuerpos de agua pierden la mayoría de agua, dando el apareamiento de una rica variedad de plantas herbáceas, principalmente gramíneas. Algunos autores llaman a estas formaciones “igapó”. (Sierra et al., 1999)

➤ *Bosque inundable de palmas de tierras bajas*

Esta vegetación ocupa grandes extensiones de tierras planas mal drenadas, por lo que son pantanosas o inundables la mayor parte del año por lluvias locales cerca de lagunas o ríos. El elemento más representativo de esta formación es la palma conocida como morete (*Maurititia flexuosa*), de ahí que se la conoce localmente como “moretal”. El dosel alcanza los 30 m de altura, con un sotobosque relativamente denso. (Sierra et al., 1999)

2.1.2.7 *Fauna*

La mayor diversidad del Ecuador se evidencia en los bosques tropicales de la Región Amazónica, con 198 especies que representan más de la mitad de los mamíferos presentes en el país. (Tirira, 2007)

Debido a la pequeña superficie de los remanentes boscosos presentes principalmente en el occidente de ambas parroquias, no hay la posibilidad de albergar gran diversidad de fauna, especialmente si se trata de especies de gran tamaño. Especies como el tapir amazónico y grandes felinos se encuentran en zonas donde la cobertura vegetal es exuberante, y aislada de la intervención humana.

La mayor parte de aves de la zona son características de áreas alteradas; el estado de los anfibios y reptiles no es satisfactorio, por lo que su diversidad no es significativa; muchas de las especies de macroinvertebrados acuáticos (chironomidos, hirudineos, oligochaetos, turbelarios, gasterópodos) son indicadores de aguas contaminadas o en proceso de contaminación. (Envirotec, 2007)

La fauna es muy diversa, destacándose entre los mamíferos las zarigüeyas, raposas, venados, pecarís, jaguares, pumas, nutrias, cuchuchos, murciélagos, perezosos, osos hormigueros, tapires amazónicos, saínos, monos nocturnos, leoncillos, chichicos, monos ardillas, capibara, ratas, guantas, guatusas, ardillas. Aves como gallinazos, tinamús, garcillas, gavilanes, palomas, pericos, garrapateros, ermitaños, Vencejos, carpinteros, monjas, tucanes, cuervos, caciques. La herpetofauna abunda en una gran variedad de sapos, ranas, lagartijas, caimanes, boas, anacondas. La fauna ictiofaunística se caracteriza por abundancia de sardinas, guanchiches, anguilas, barbudos, raspabalsas, viejas, carachas, chuis, boquiches, entre otros.

2.1.3 Aspectos sociales

Esta sección tiene como objetivo describir los aspectos más relevantes de las condiciones sociales y las características principales de la población de Limoncocha y San Roque. Se consideran aspectos como los servicios básicos disponibles, la infraestructura vial y de salud, el analfabetismo, y las principales características demográficas presentes. Los aspectos significativos de la dinámica social de la población inserta en el área se interrelaciona con los objetivos generales de este estudio.

Para el año 2001, las dos parroquias de estudio tiene una población rural de 6230 habitantes, siendo Limoncocha la parroquia con mayor número de habitantes (Ver tabla 2.1.3.)

Tabla 2.1.3.-Número de habitantes en las parroquias de Limoncocha y San Roque

Parroquia	Hombres	Mujeres	Total
Limoncocha	2095	1724	3819
San Roque	1314	1097	2411
Total	3409	2821	6230

Fuente: INEC, Censo 2001

Elaboración: Propia

2.1.3.1 Servicios básicos

Los servicios básicos en una población corresponden a obras de infraestructura, necesarias para una vida digna y saludable. Se los reconoce como servicios básicos a suministros de agua, luz eléctrica, teléfono, alcantarillado, recolección de basura.

➤ *Suministro de agua (Agua entubada)*

Corresponde al número de viviendas abastecidas (u hogares cuyas viviendas están abastecidas) por agua de la red pública a través de tubería dentro de la vivienda, expresado como porcentaje del total de viviendas (u hogares), y se refiere tanto al sistema (tubería) como al medio de abastecimiento (red pública). (SIISE, 2008)

Este indicador por un lado refleja la calidad de la vivienda, y por otro, el acceso de la población a los servicios públicos. Además el agua corriente es una de las condiciones más importantes para disminuir las enfermedades especialmente las intestinales y parasitarias. (SIISE, 2008)

En ambas parroquias, la mayor parte de los hogares no percibe agua entubada por red pública, lo cual demuestra que la población se encuentra vulnerable principalmente a

enfermedades de tipo intestinal y parasitaria. Los hogares de la parroquia de Limoncocha carecen de este servicio. (Tabla 2.3.1)

➤ *Alcantarillado*

Las condiciones de vivienda y de saneamiento ambiental definen, en gran medida, la forma de vida de la población. La eliminación adecuada de excretas es necesaria para asegurar un ambiente saludable y proteger a la población de enfermedades crónicas como por ejemplo la cólera, tifoidea, etc.

Para los Objetivos de Desarrollo del Milenio este indicador, en la consulta local, pertenece al Objetivo 7: Garantizar la sostenibilidad del medio ambiente, cuya meta asociada es: Reducir a la mitad, para el año 2015, el porcentaje de personas que carezcan de acceso sostenible a agua potable y a servicios básicos de saneamiento. (SENPLADES, 2007)

Este indicador es alarmante, ya que para el 2001 los hogares de la parroquia Limoncocha no poseían servicios de red pública de alcantarillado. (Ver tabla 2.3.1)

➤ *Servicio eléctrico*

La red de distribución de energía eléctrica es un servicio esencial para el desarrollo de la población. Se encuentra relacionado con casi todas las actividades de desarrollo poblacional como en el campo industrial, agrícola, educacional, de salud, de comunicación, entretenimiento, etc. El servicio eléctrico es deficiente y casi nulo en Limoncocha; en San Roque no cubre más del 34% de la demanda de los hogares. (Ver tabla 2.3.1)

➤ *Servicio telefónico*

El servicio telefónico por parte de la empresa pública es indispensable para la comunicación de los centros poblados. Para el 2001, ni el 2% los hogares de Limoncocha y San Roque no poseen servicio telefónico, por. Sin embargo la telefonía celular es un servicio privado que sin duda se ha desarrollado en el ámbito comunicacional de la población. Muchos habitantes de Limoncocha y San Roque han optado por utilizar estos servicios; en especial la población joven es la que mayor acogida tiene en el servicio celular y la que presenta mayor demanda del mismo.

➤ *Servicio de recolección de basura*

La recolección de basura corresponde a un servicio de saneamiento ambiental, por lo que brinda garantías a la salud poblacional y disminuye la probabilidad de ocurrencia de las afecciones a la misma. En el 2001, Limoncocha no posee servicio de recolección de basura; en San Roque existe un servicio de recolección de basura y cubre el 28% de los hogares. La mayoría de los desperdicios se eliminan por medio de quema o de entierro de los mismos.

Tabla 2.3.1.- Hogares y servicios básicos en las parroquias de Limoncocha y San Roque

Hogares y Servicios básicos	Cantón Shushufindi	Limoncocha	San Roque
Hogares	6439	601	465
Servicios básicos	Porcentaje (%)		
Agua entubada por red pública dentro de la vivienda	24,79	3,83	1,08
Red de alcantarillado	17,11	2,66	0,00
Servicio eléctrico	63,58	36,11	11,83
Servicio telefónico	11,38	1,00	1,51
Servicio de recolección de basura	37,88	0,55	28,71

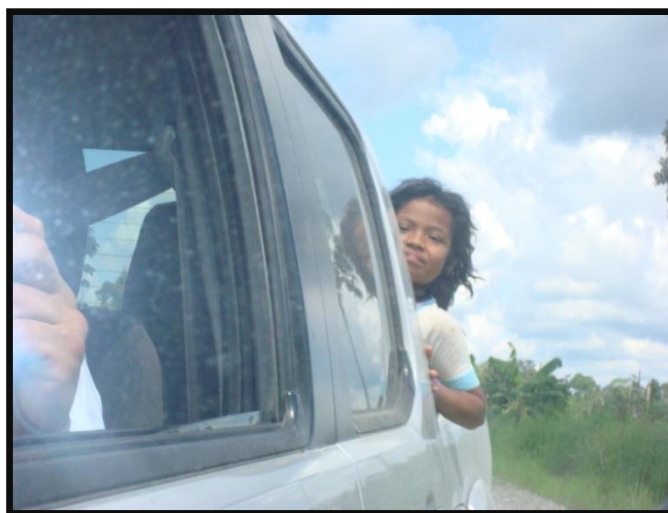
Fuente: Inec, Censo 2001

Elaboración: Propia

2.1.3.2 *Infraestructura vial*

En las parroquias de estudio no existe transporte público por lo que los pobladores se trasladan a sitios cercanos caminando o a su vez se transportan en bicicletas o motocicletas; existen cooperativas de camionetas y taxis (Ver fotografía 2.1.3.2.a).

Fotografía 2.1.3.2.a.-



Lugar: Comuna Secoyas, parroquia San Roque

Fecha: 18 abril 2010.

Autoría: Edison Morales

Las vías de las parroquias de Limoncocha y San Roque son de las siguientes características:

➤ *Vías lastradas*

Son vías que se encuentran en muy buen estado; estas fueron construidas por la ex operadora petrolera del sector OXY, pero este sistema vial es mantenido y adecuado por la estatal Petroamazonas EP, la cual utiliza esta infraestructura para la conexión de las plataformas correspondientes al Boque 15. La parroquia Limoncocha es la beneficiada en este tipo de infraestructura, y en especial las comunas Itaya, Limoncocha, Playayacu, San Antonio, Yamanunka y la Pre Cooperativa Alianza para el Progreso, son interconectadas por este sistema vial.

➤ *Vías sin asfaltar angostas*

Son vías que se encuentran en el sector de Palmeras; estas fueron construidas por la empresa Palmeras del Ecuador y conectan los grandes sistemas de monocultivos de palma africana. Los poblados colonos de Juan Montalvo, Israel, Pre Cooperativa Catorce de Junio y Alianza para el Progreso, son interconectados con este sistema vial.

Existen 560 Km de vías establecidas para el flujo de transporte terrestre integrado al sistema de producción de Palmeras del Ecuador. (Gómez, 2009. En: <http://www.eluniverso.com/2009/12/05/1/1416/palma-aceitera-da-progreso-sucumbios.html>. Rev.:12.12.2010)

Fotografía 2.1.3.2.b



Lugar: Palmeras del Ecuador, parroquia San Roque

Fecha: 18 abril 2010.

Autoría: Edison Morales

➤ *Senderos*

En Limoncocha existen senderos para la conexión entre comunidades, principalmente las Comunidades de Yamanunka, y la Pre Cooperativa Alianza para el Progreso.

2.1.3.3 Salud

Según el Plan de Desarrollo del Cantón Shushufindi, las enfermedades más frecuentes de los pobladores son paludismo, dengue, infecciones respiratorias y enfermedades dermatológicas (hongos en la piel). Enfermedades que se relacionan al alto grado de contaminación, no solo por ser una zona petrolera y agroindustrial, sino también por la falta de tratamiento de los pantanos existentes. (Plan de desarrollo Participativo del Cantón Shushufindi, 2007)

La falta de servicios básicos agrava el estado de salud de las parroquias de Limoncocha y San Roque, por ejemplo, la carencia del sistema de agua potable en el área de estudio obliga a que la mayoría de los hogares de Limoncocha se abastezcan de agua mediante ríos o acequias (49% de hogares) y pozos (41,43% de hogares). En San Roque la situación es casi similar; la mayoría de los hogares se abastecen de agua mediante pozos (69,89%) y ríos o acequias (21,29%) (Censo 2001).

Los centros de salud presentes en las parroquias son de alcance local, es decir, están aptos para suplir las necesidades inmediatas de la población en el tema de salud. Los dispensarios médicos son permanentes en la parroquia Limoncocha, mientras que los Puestos de salud, son temporales para la parroquia de San Roque. Existe 1 subcentro de salud para San Roque y otro para Limoncocha. (Ver tabla 2.1.3.3)

Tabla 2.1.3.3.- Infraestructura de salud en las parroquias de Limoncocha y San Roque

Infraestructura de salud	Cantón Shushufindi	Limoncocha	San Roque
Centros de salud	0	0	0
Dispensarios médicos	4	1	0
Puestos de salud	1	0	1
Subcentros de salud	7	1	1

Fuente: Proyecciones de población – INEC SIISE, 2001, Citado por Plan de Desarrollo Participativo del Cantón Shushufindi, 2007

Elaboración: Propia

2.1.3.4 Analfabetismo

Según el SIISE, analfabetos son aquellas personas que no saben leer y escribir o que solo leen o solo escriben. El número de analfabetos es un indicador del nivel de retraso en el desarrollo educativo de una sociedad. (SIISE, 2008)

Para los Objetivos de Desarrollo del Milenio este indicador, pertenece al Objetivo 2: Lograr la enseñanza básica universal, cuya meta asociada es: Velar por que, para el año 2015, los niños y niñas del Ecuador puedan completar un ciclo de enseñanza básica. (SENPLADES, 2007)

Tabla 2.1.3.4.- Porcentaje de analfabetismo en las parroquias de Limoncocha y San Roque

Analfabetismos mayores de 15 años	Cantón Shushufindi (%)	Parroquias (%)	
		Limoncocha	San Roque
Analfabetismo	11,57	11,32	23,85
Analfabetismo - hombres	10,01	8,83	22,29
Analfabetismo - mujeres	13,63	14,44	25,41

Fuente: INEC, 2001

Elaboración: Propia

La Parroquia de San Roque presenta mayor porcentaje de analfabetismo en el cantón, con el 23,85% de la población.

2.1.3.5 Demografía

➤ Condiciones de colonización

La región amazónica ecuatoriana siempre ha sido poco poblada. Esta baja densidad poblacional se la relaciona con el sistema de caza/cosecha silvestre hasta alrededor de 1600 d.C. La espesura del medio no permitió pensar en la posibilidad de un desmonte parcial, con las herramientas de la época. . (Eberhart, 1998)

El sistema agrario de la cuenca amazónica no ha evolucionado mucho, se ha basado siempre en largos periodos de reposo de la tierra. Este sistema se encuentra en lo que es hoy en día en los Sionas-Secoyas, o los Cofanes, los cuales viven en plena zona de colonización. (Eberhart, 1998)

Desde 1923 se sabía que la Amazonía era rica en petróleo. A partir de las concesiones que el Estado otorgó a la Gulf y Texaco, la extracción petrolera, al igual que la construcción del oleoducto comienza en 1972. (Eberhart, 1998)

La explotación petrolera ha favorecido el asentamiento de los colonos de todo el país. El Instituto Ecuatoriano de Reforma Agraria y Colonización (IERAC), establece normas para la colonización de la RAE, una de éstas es organizar a los colonos en pre cooperativas de al menos 10 miembros para su adjudicación de tierras. La mayor parte de los colonos son campesinos sin tierras, que buscaban un terreno explotable para hacer vivir a sus familias. (Eberhart, 1998)

Los conflictos entre colonos y comunidades indígenas, han surgido a partir de procesos de colonización; por ejemplo en la medida en que se habilitaron vías de acceso, muchos colonos han comenzado a acentuarse a los dos lados de las vías; incluso en muchos casos varias tierras ocupadas por comunidades indígenas han sido invadidas por colonos (Trujillo, 1988. En Larrea Edit.)

El proceso colonizador ha conllevado a construir dinámica intensa de colonos vs comuneros en el sector, en especial si se trata de conflictos por tierra o por trabajo. Esta dinámica se acrecienta funcionalmente con el incremento poblacional y su demanda, obligando así a un continuo avance de la frontera agrícola, y ocasionando que los pueblos tradicionales sientan presión directa sobre sus recursos.

El asentamiento de la empresa Palmeras del Ecuador es otro elemento que ha atraído población a la zona. Aproximadamente en 1976 ingresaron técnicos y trabajadores para talar el bosque nativo y dar paso a los sembríos de palma africana que se consolidaron en 1978. (Envirotec, 2009)

➤ *Grupos poblacionales*

La mayor parte de los grupos poblacionales corresponden a mestizos (Ver tabla 2.3.5.1), los cuales son colonos, que en algún momento fueron campesinos sin tierras, que buscaban un terreno explotable para hacer vivir a sus familias. (Eberhart, 1998)

La población indígena ha ocupado estos territorios ancestralmente, sin embargo en la actualidad, se ven superados en cuanto a número de habitantes, por la población mestiza.

Tabla 2.3.5.1.- Grupos raciales de las parroquias Limoncocha y San Roque

Categorías	LIMONCOCHA		SAN ROQUE	
	Casos	%	Casos	%
Indígena	1541	40	368	15
Negro (Afro-americano)	34	1	39	2
Mestizo	2099	55	1969	82
Mulato	35	1	23	1
Blanco	110	3	10	0
Otro			2	0
Total	3819	100	2411	100

Fuente: Inec, Censo 2001

Elaboración: Propia

➤ *Grupos étnicos*

En las parroquias de estudio se encuentran asentados los siguientes pueblos indígenas amazónicos:

Secoya

- *Idioma:* Paicoca.
- *Ubicación territorial:* En el Ecuador se encuentran asentados en la provincia de Sucumbíos, cantón Shushufindi, parroquia San Roque y en el cantón Cuyabeno, parroquia Tarapoa, en las riveras del río Aguarico.

- *Territorio/tierras – legalización:* Posee 39.414,5 ha legalizadas las mismas que se encuentran distribuidas por comunidades en la siguiente forma: San Pablo de Catëtsiaya (7043,4 ha), Secoya Remolino Ñe'ñena (24.371,1 ha) y Campo Eno. (8.000,0 ha) (Villamarín, 2003)

Kichwa de la Amazonía

- *Idioma:* *Kichwa* de la amazonía, del cual se derivan una variedad de dialectos de los cuales sobresalen el Runa Shimi, el Bobonaza, el Tena, el Limoncocha, y en algunas comunidades se habla el Shuar.
- *Ubicación territorial:* Los Kichwas del Napo se asientan en las provincias de Napo y Sucumbios, en las cuencas de los ríos Napo, Aguarico, San Miguel, Putumayo y en algunas zonas urbanas como Tena y Nueva Loja.
- *Territorio/tierras – legalización:* No existen datos exactos sobre el territorio de los Kichwa de la Amazonía. El Estado adjudicó 1.115.000 ha, pero se calcula que faltan por legalizar 1.569.000 ha. (Villamarín, 2003)

2.1.4 Aspectos económicos

2.1.4.1 Características de los factores productivos en las parroquias Limoncocha y San Roque

Las fincas están orientadas a la obtención de dos tipos de productos: uno de consumo familiar (banano, yuca, frutas, arroz); y otro a los mercados locales y nacionales: palma, café, cacao, maíz, ganado.

➤ *Producción colona*

La producción colona se basa en la demanda de los mercados locales, por lo que el sistema de policultivos se vincula adecuadamente a esta dinámica. Las carreteras construidas en gran mayoría por las empresas petroleras facilitan el flujo comercial del sector.

Los cultivos de ciclo corto como: maíz y arroz, semi-permanentes como plátano y yuca; y permanentes como: café, cacao, palmito, se encuentran en casi todas las fincas de los colonos de la micro-región. Otros productos característicos en los sistemas productivos de los colonos son: cultivos de palma africana, palmito y otros como: guaba, achiote, piña, papaya, caña y algunas variedades de cítricos. Cabe indicar que estos productos generalmente son combinados con pastos destinados para ganado. (Envirotec, 2009)

Tabla 2.1.4.1.a.- Cultivos principales de producción colona

Nombre común	Familia	Especie
Plátano	Musaceae	<i>Musa paradisiaca</i>
Guaba	Mimosaceae	<i>Inga sp.</i>
Cacao	Sterculiaceae	<i>Theobroma cacao</i>
Achiote	Bixaceae	<i>Bixa orellana</i>
Piña	Bromeliaceae	<i>Anas comosus</i>
Yuca	Euphorbiaceae	<i>Manihot esculenta</i>
Papaya	Caricaceae	<i>Carica papaya</i>
Café	Rubiaceae	<i>Coffea arabica</i>

Fuente: Envirotec, 2009

Elaboración: Propia

Algunos de estos productos (yuca, plátano, arroz, etc.) son destinados al consumo familiar o sirven para intercambio o venta. Las unidades productivas de la zona alcanzan una extensión promedio de 50 hectáreas. (Ecuambiente, 2005)

Los campesinos de la zona, mantienen diferentes especies dentro de lo que se conoce como ganado mayor: bovino, porcino, equino y ovino. La ganadería es una importante fuente de ingresos, y es una forma de ahorro para la mayoría de campesinos, cualquiera sea el tipo de ganado. El ganado vacuno requiere de mayores inversiones que los de los otros tipos de ganado mayor, pero existen varias familias dedicadas a la ganadería. (Ecuambiente, 2005)

Los animales de corral son el complemento de la ganadería existente, gallinas, patos son importantes en las fincas pues constituyen una reserva de la familia para “épocas de crisis” y son considerados como ahorro. (Envirotec, 2010)

La ganadería está limitada por aspectos nutricionales y de manejo. Las pasturas, predominantemente de gramíneas tienen bajo valor proteico, existe inadecuado manejo de praderas lo que trae como consecuencia bajos rendimientos por unidad de superficie. (Envirotec, 2010)

La población campesina de la zona tiene como ingreso económico principal la ganadería, la cual en proporción anual representa el 35% del total de sus ingresos; la producción del café, cuyo rendimiento por hectárea oscila entre las 2 Tm. anuales, representa actualmente un 25% de sus ingresos; la palma africana como cultivo a pequeña (10ha) y mediana escala (50 ha) representa un 15% de sus ingresos; el maíz es destinado básicamente para la alimentación de aves de corral, pero cuando hay excedente representa el 5% de sus ingresos; en estos últimos años el cultivo de arroz se está generalizando tanto para el autoconsumo como para la venta, plátano yuca y frutales representan el 5%. (Envirotec, 2009)

Los pobladores del área de influencia acuden con mayor frecuencia a las ferias locales (Shushufindi, Pompeya, El Coca). Entre los productos que venden están el plátano (3 USD la cabeza), el maíz (8 USD el quintal), gallinas (8 USD a 10 USD c/u), café (12 USD el quintal), yuca (4USD el saco), arroz (25 USD el quintal). (E&E Consulting, 2008)

Los trabajos asalariados son temporales como mano de obra no calificada en las petroleras o jornaleros en los cultivos de palma, alcanza un 10% del total de sus ingresos; finalmente, los negocios, 5%, se refieren a la venta de productos elaborados provenientes de otras regiones del país. (Envirotec, 2009)

➤ *Producción Indígena/tradicional*

Economía de Los Secoya

La economía de subsistencia de este pueblo está basada en la horticultura principalmente a través de la práctica de quema de rosa⁸. Se cultiva yuca, camote, maní, maíz, caña de azúcar, entre otros; la caza y pesca complementan la necesidad protéica de la población (Trujillo, 2001)

En las condiciones actuales, los Secoyas deben adaptarse a las nuevas formas culturales y sociales que les enfrentan con sus vecinos étnicos. Los procesos de nucleamiento han determinado cambios en los comportamientos culturales y en los ideales simbólicos de estos pueblos. La cultura de occidente y sus características están transformando la cultura económica de estas etnias. (Trujillo, 2001)

Así se advierten rápidos procesos de pérdida de conocimiento de técnicas de subsistencia. Por ejemplo, actualmente se ha generado una presión considerable por parte de la agroindustria de palma sobre los territorios de los Secoyas; esta presión no solo es desde el punto de vista biótico, sino también social, donde los bosques en los cuales esta población basa su economía de subsistencia, están siendo remplazados por cultivos de palma africana (Ver fotografía 2.1.4.1)

⁸ La quema de rosa es una práctica que consiste en cortar y quemar una parte de un terreno. Los indígenas realizan esta práctica por dos motivos: para fertilizar la tierra y para tumbar el cultivo de una manera más práctica y segura.

Fotografía 2.1.4.1



Lugar: Comuna Secoya-Parroquia San Roque

Fecha: 18 de abril del 2010

Autoría: Edison Morales

Economía de Los Kichwas de la Amazonía

La economía de subsistencia de este pueblo ha ido incorporándose a la lógica del mercado capitalista. Esta es una de las principales razones de la gran adaptabilidad del grupo étnico kichwa a los nuevos procesos de desarrollo y transformaciones socioeconómicas en la amazonía ecuatoriana. (Envirotec, 2010)

El uso tradicional de los recursos de este grupo se basa en la explotación de la chacra, de la que extraen variedad de cultivos entre los que se destacan la yuca y el maíz, la caza, pesca y recolección de frutos de la selva. (Trujillo, 2001)

Tabla 2.1.4.1.b.- Épocas de siembra y cosecha de arroz, maíz y café

Cultivo	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Arroz												
Maíz (1ra siembra)												
Maíz (2da siembra)												
Café												
Yuca												

Siembra de cultivos anuales	■
Cosecha de cultivos anuales	■
Inicio o fin de cosecha de café	■
Plena cosecha de café	■
Cultivo de yuca y otros productos aprovechamiento anual	■

Fuente: Envirotec, 2009

Elaboración: Pablo Trujillo

En el caso de los kichwas la caza es la principal fuente de proteína animal; el consumo de aves de corral es eventual y los porcinos, en el caso de quienes los poseen, los venden a campesinos no – kichwas en las ferias. (Envirotec 2010)

Para los grupos kichwas de la ribera del Napo es muy importante la obtención de vías carrozables que les comuniquen con centros poblados y mercados, siendo éste uno de los principales pedidos de estos grupos a las empresas petroleras. (Envirotec, 2010)

Muchos kichwas amazónicos se sustentan de la comercialización del café en las ferias de las parroquias; otros agricultores kichwas han dejado que sus cultivos se remonten al no ser buen negocio. Esto ha provocado una drástica recesión en las economías familiares de los habitantes de la zona. Ante estas perspectivas, se ha incrementado el interés por la siembra de pastizales y la introducción de ganado vacuno, algunos comuneros poseen varias reses que las crían y venden a intermediarios y comerciantes de la zona. (Envirotec, 2010)

Sin embargo, en los actuales momentos son el trabajo asalariado en las empresas petroleras y los beneficios económicos que reciben de las mismas, los que sostienen la economía familiar de los kichwa de la zona. Esto ha generado conflictos entre petroleras e indígenas, por el creciente acceso a puestos de trabajo, convirtiéndose en la principal petición en las negociaciones entre estos dos actores.

2.1.4.2 Descripción de la Industria Hidrocarburífera en la zona de estudio

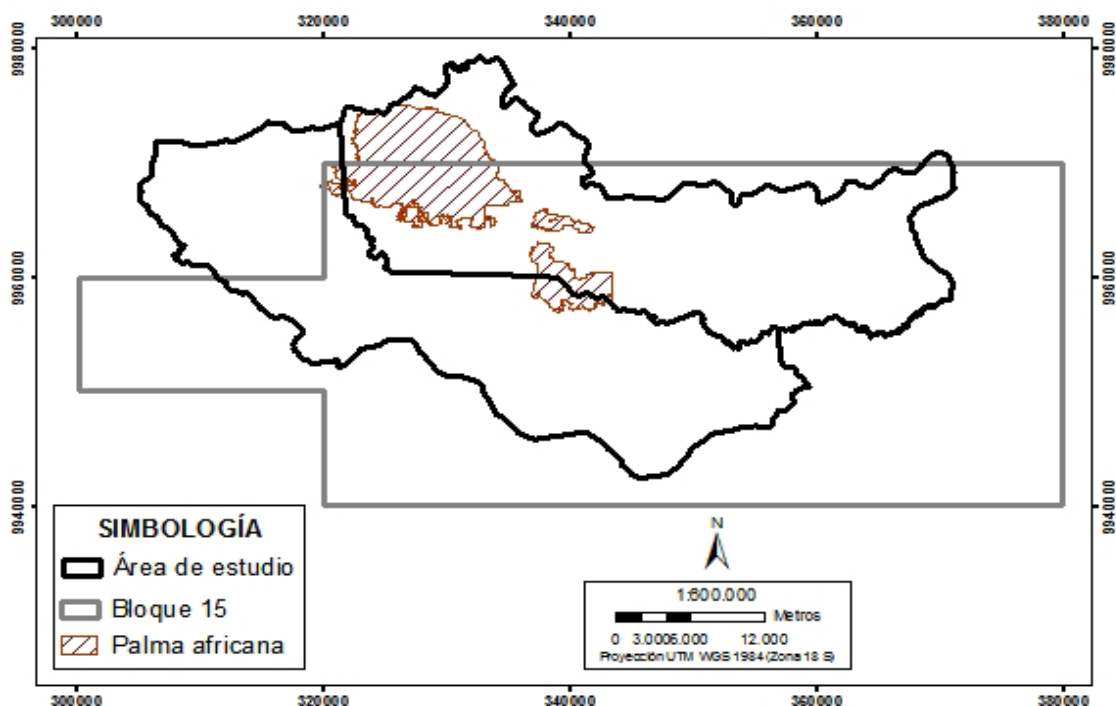
La actividad petrolera es de significancia económica nacional e internacional y adicionalmente conlleva una serie de situaciones que generan conflictos. En el Ecuador,

la actividad hidrocarburífera se realiza en un ecosistema de singular importancia, como es la Amazonía.

La explotación petrolera trajo significativas transformaciones a la economía del país, en tanto se dispuso de grandes cantidades de recursos financieros, los que a su vez convirtieron al país en interesante sujeto de crédito para la banca internacional. Sin embargo todos estos ingresos no permitieron establecer un esquema de desarrollo más autónomo y autoconcentrado. (Varela, 1995)

El bloque 15 de la estatal Petroamazonas EP, atraviesa por las parroquias de Limoncocha y San Roque. Su superficie de concesión es de 2000 kilómetros cuadrados; la cual se subdivide en 9 campos petroleros, 83 plataformas y más de 153 pozos perforados destinados a la exploración, producción o reinyección.

Gráfico 2.1.4.2.-Área de estudio y localización del Bloque 15 y cultivos de palma africana



Elaboración: Propia

Fuente: Cartografía Petroamazonas EP

2.2 Condiciones sociales, económicas y ambientales relacionadas con el sistema de Plantación agroindustrial de palma africana

2.2.1 Aspectos contextuales del sistema de plantación de palma africana (*Elaeis guineensis*)

La Palma Africana ha tenido una rápida expansión debido a diferentes factores favorables, tanto climáticos como de calidad de suelo, que conjuntamente con facilidades como la construcción de carreteras por parte de la industria petrolera han permitido el desarrollo del sistema agroindustrial.

En la actualidad se estima que aproximadamente existen 25000 ha de palma africana, con producción efectiva, en la región, que incluye a pequeños y medianos propietarios y a las empresas Palmeras del Ecuador y Aceipa, los cuales en conjunto conforman un sistema sinérgico dependiente de la producción y procesamiento de los frutos de la palma. (Envirotec, 2010)

La palma africana desde el punto de vista como cultivo agroindustrial puede ser variable, debido a que se desarrolla a partir de diferentes niveles de producción desde pequeños propietarios, así como también modelos de mediana empresa y principalmente los esquemas agroindustriales a gran escala.

Los modelos de pequeños y medianos propietarios surgieron a partir del establecimiento de los sistemas de cultivo agroindustrial a gran escala. El esquema de gran escala es dominante en cuanto a ocupación, especialmente en la parroquia de San Roque.

2.2.1.1 Producción de palma africana

La producción de nuez de palma representa una de las principales fuentes generadoras de empleo en la zona de estudio. En la zona se desarrollan dos empresas

representativas: Aceipa y Palmeras del Ecuador, las cuales han expandido el monocultivo en el espacio inter-fluvial comprendido entre los ríos Aguarico y Shushufindi. Las empresas mencionadas son las principales productoras de la nuez de palma; no obstante, existen campesinos que poseen dentro de sus fincas extensiones dedicadas al cultivo de la palma, producción que es vendida a las dos empresas mencionadas. (Envirotec, 2010)

La cosecha se realiza a partir del tercer o cuarto año. Para el corte de los racimos se utilizan palillas o el cuchillo malayo. Los racimos son recogidos y llevados a terrazas de recolección (tambos) por mulas. Del tambo se transporta a la extractora en un lapso promedio de un día. Durante la época húmeda (diciembre a mayo) se cosecha alrededor de 11,5 TM/ha y se realiza cada 6-16 días (en promedio cada 15 días). En la época seca (junio a noviembre) la cantidad cosechada se reduce aproximadamente al 60% de la cantidad cosechada durante la época lluviosa (6,9 TM/ha) y se cosecha cada 10-21 días (en promedio cada 19 días). Se cosecha en promedio 19 veces al año con un descanso de 2 y 3 semanas en invierno y verano respectivamente. (Envirotec, 2009)

2.2.1.2 Estrategias de producción

En los últimos años las empresas de palma han expandido sus cultivos mediante dos estrategias: la primera, es la compra de tierras a campesinos que quieran venderla y la segunda, es la captación de nuevos espacios productivos a través de la asistencia técnica a campesinos que desean sembrar palma, en este sentido, la empresa agroindustrial proporciona semillas, asistencia técnica y garantías de rentabilidad; una vez que las palmas entran en producción el campesino vende el producto a la empresa. (Envirotec, 2010)

Para la segunda estrategia, se considera a territorios de campesinos que han destinado un espacio de 10 Ha (aproximadamente) del área de su finca para ser incorporadas al sistema de producción de palma.

De la misma forma, se añade a la segunda estrategia la población indígena secoya las cuales rompen con la norma productiva de las comunidades indígenas tradicionales ubicadas en el área para insertarse en el proceso de expansión de la palma aceitera. Esta ampliación es parte de un mecanismo incentivado por Palmeras del Ecuador para el mejoramiento de ingresos de las unidades domésticas.⁹ Esta estrategia está auspiciada por créditos de la Corporación Financiera Nacional. (Envirotec, 2010)

2.2.1.3 *Control de malezas*

El control manual de maleza (chapia y corona), es una práctica insustituible, se realiza 3,5 veces al año aunque también se recurre al control mecánico esporádicamente. La fumigación se realiza junto a la chapia y corona. El control fitosanitario de una hectárea lo realizan 2 trabajadores en 8,4 días al año. (Envirotec, 2009)

2.2.1.4 *Requerimientos ambientales para el cultivo de palma*

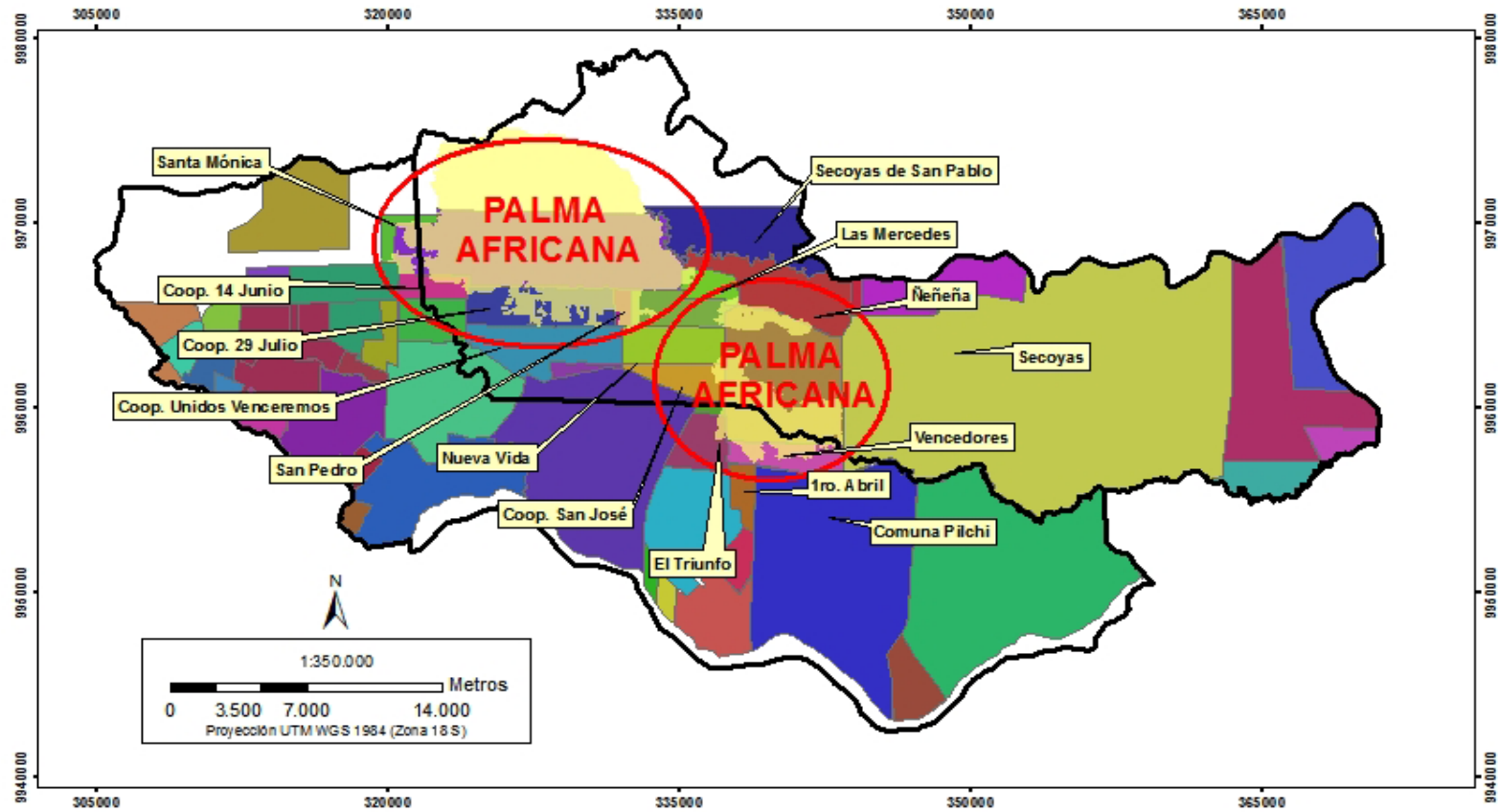
Los requisitos ecológicos para este cultivo son que el clima particularmente el régimen de lluvias, la heliofanía y la temperatura sean favorables, pues son factores decisivos en los rendimientos de la agroindustria. Las características físicas y químicas del suelo influyen en el desarrollo de la palma de aceite. Este cultivo es favorecido principalmente en suelos profundos, sueltos y con buen drenaje. La palma de aceite resiste niveles bajos de acidez, hasta pH 4; Los suelos demasiado alcalinos le son perjudiciales. (Sáenz, 2007)

⁹ [...] El subgerente de Palmeras del Ecuador, Flavio Paredes, explicó que este proyecto denominado cultivos inclusivos, comenzó hace un año con 30 familias, de las cuales 20 pertenecen a la comuna indígena Secoya, con el interés de sembrar paz social en el campo e incentivar el trabajo para que no siga la costumbre de pedir y pedir ayuda. “Queremos hacer un trabajo de desarrollo sustentable con la comunidad, que aprenda a trabajar y cumpla con el porvenir de sus hijos” (GOMEZ, J. En: <http://www.eluniverso.com/2009/12/05/1/1416/palma-aceitera-da-progreso-sucumbios.html> Rev.: 14.12.2010)

2.2.2 La población local y los cultivos de palma africana

La población local, que está directamente relacionada con la plantación de palma africana corresponde a habitantes de las siguientes comunidades y cooperativas: Comunidad Santa María, Coop. 29 de Julio, Coop. 14 de Junio, Coop. Unidos Venceremos, Comuna Nueva Vida, Comunidad San Jacinto, Comunidad San Pedro, Coop. San José, Comuna El Triunfo, Comuna 1ro de Abril, Comuna Pilchi, Comuna Vencedores, Comuna Secoyas, Comuna San Jacinto, Comunidad Ñeñena, Las Mercedes y Secoyas de San Pablo. (Figura 2.2.2) Por este concepto es alta la presunción que los habitantes de estos sectores sufren los impactos ambientales y sociales que puede generar un sistema de monocultivo.

Figura 2.2.2.- Principales poblados del área de estudio (año 2010) y monocultivos de palma africana



Elaboración: Propia

Fuente: Cartografía Petroamazonas EP

Las necesidades de espacio de los campesinos comuneros y colonos para su reproducción social han sido deterioradas por concepto de instauración del cultivo a gran escala. La relación social que han mantenido estos dos poblados durante las últimas décadas han modificado las características sociales tradicionales de sus pueblos. Por ejemplo, de cada 10 jóvenes Kichwas del sector, 7 tienen el conocimiento de la lengua Kichwa amazónico, los otros 3 restantes prácticamente han desheredado su lengua nativa. (Entrevista realizada a un Comunero de Limoncocha. 15.09.2010) De la misma forma, la gente mayor es la que mantiene las costumbres tradicionales de caza y recolección para su subsistencia.

2.2.2.1 Tenencia de la tierra

La zona reproduce modalidades de tenencia de la tierra que son generalizadas en la Amazonía ecuatoriana. La vigencia de estas modalidades es resultado de la convergencia de distintas legislaciones que establecen diferentes figuras jurídicas. Es el caso de la Ley de Colonización, la Ley de Hidrocarburos, la de Minería y otras que se han establecido a lo largo del proceso de colonización en la RAE. (Guerrero, 1987)

La situación de la tenencia de la tierra muestra una predominancia de las posesiones y adjudicaciones hechas a comunidades indígenas y cooperativas de colonos.

La historia de la palma en el oriente comienza en 1979, cuando el IERAC concedió 20.000 ha de selva virgen en las provincias de Sucumbíos y Napo, que habrían de ser desbrozadas y utilizadas en el cultivo de esta oleaginosa. Las adjudicaciones fueron a las empresas Palmaoriente en Huashito y Palmeras del Ecuador en Shushufindi, cada una con 10.000 ha. (CFN, 1994)

2.2.2.2 *Conflictos por tierras*

La lucha campesina y sobretodo indígena tiene una larga trayectoria, principalmente en reivindicaciones que hacen referencia a la posesión de tierra y a las consecución del crédito agrario (Chiriboga, 1986)

El proceso colonizador, de un principio se había desarrollado vinculado al capital comercial (actividad extractiva de recursos) y a la ampliación del mercado interno. Este proceso ha generado características de violencia e implantación colonial en de una manera redefinida. Algo similar ha ocurrido con otros rubros de inversión empresarial como es el caso de la explotación maderera y el desarrollo de las plantaciones industriales de palma africana, (Varela, 1995)

Frente a la enorme capacidad de inversión de las compañías petroleras y sobre todo agroindustriales, el retroceso de las tierras ancestrales es obvio. Se han configurado procesos de despojo de tierras de las comunidades y contribuido a destruir los bosques tropicales, lo que ocasiona directamente daños a la población indígena y colona.

Un peligro significativo considerable durante el proceso de expansión de los cultivos agroindustriales, es el despojo de tierras a las comunidades indígenas, lo que reduce el espacio vital de las poblaciones nativas. La destrucción de la zona lleva como consecuencia la disminución de la cacería y recolección de frutos naturales, lo que obliga a los indígenas a la compra de alimentos de poco valor nutritivo.

Las empresas agroindustriales incentivan la afluencia de trabajadores del resto de provincias, que compiten con la mano de obra local y con la propia tenencia de la tierra, generando conflictos considerables entre colonos y comuneros. (CFN, 1994)

2.2.2.3 *Salubridad de la población asentada en la zona*

Las enfermedades prevalentes de mayor frecuencia presentes en la población del área de estudio, tienen una relación directa con la calidad ambiental y de agua destinada para el consumo humano.

Enfermedades endémicas como paludismo, dengue han disminuido en la zona principalmente por las campañas de fumigación y prevención que han llevado a cabo los diferentes actores de salud. En cuanto a las mujeres las enfermedades más frecuentes son las infecciones a las vías urinarias y la presencia de enfermedades ginecológicas en general, así como desnutrición principalmente en el periodo de gestación y en la época de lactancia. (Envirotec, 2009)

Otro de los aspectos importantes que influyen en la salud de los habitantes de la zona se vincula a problemas de nutrición. Los grupos colonos se encuentran en desventaja comparativamente frente a los grupos indígenas, la pobre producción de las fincas y la crisis económica del sector, afectan directamente en la calidad de vida de los colonos y en su nutrición. La alimentación colona se basa en pocos productos que se obtienen de las fincas, y además el nivel protéico nutricional es limitado, lo que contribuye al incremento de niveles de desnutrición infantil y problemas de salud.

Para el caso de los Kichwas, la carne de especies del bosque y la pesca en ríos, en combinación con yuca o plátano han constituido la base de su alimentación por muchos años. Sin embargo, en la actualidad, la presión que ejercen las actividades petroleras y sobretodo agroindustriales en el sector ocasiona una dramática presión sobre el bosque, lo que ha declinado en la desaparición de muchas especies del sector. A falta del recurso de caza, la pesca en los ríos cercanos se ha convertido en otra opción para obtener proteína animal.

El descargue de las aguas negras y grises de las instalaciones industriales pueden convertirse en un factor de contaminación aunque no es determinante, si es que estas

instalaciones cumplen con las debidas normativas de seguridad industrial y el reglamento ambiental.

2.2.2.4 Cambios en los niveles de vida

La relación entre el poblado indígena y su entorno natural es inseparable, su vida basada en sus prácticas productivas de subsistencia están íntimamente relacionada con la tierra.

Las respuestas al avance del mercado en estas últimas décadas han girado en torno a cinco estrategias básicas: ganadería, cultivos comerciales como el cacao o café, extracción de madera, venta de fuerza de trabajo y servicios turísticos. Muchos de los habitantes ya sean colonos o indígenas han combinado dos o más estrategias, lo que ha inducido a que estos adopten a su criterio decisiones a nivel local o zonal respecto al uso y explotación de los recursos del bosque húmedo tropical (Varela, 1995)

2.2.3 Condiciones económicas

2.2.3.1 Trabajo

Este esquema agroindustrial es muy representativo en la región en cuanto al tema de generación de empleo. La palma africana en la zona involucra a una cantidad de mano de obra; se necesita 47 días al año de trabajo efectivo por hectárea cultivada de palma aceitera. En otro sentido, se necesitan 47 trabajadores que laboren durante 1 día en el año o 1 trabajador que labore durante 47 días al año. A pesar que el trabajo en la agroindustria de la palma es estacional, por la extensión cultivada, involucra a gran parte de la población de la zona de estudio tanto por el empleo directo como por su efecto multiplicador. (Envirotec, 2008)

2.2.3.2 *Salario*

El salario se encuentra entre los 100 y 200 dólares, dependiendo de la actividad de los trabajadores los cuales se los contrata por diferentes modalidades, por diario, por cantidad de fruto recolectado, por cuadrillas y asalariados estables. En Palmeras del Ecuador existen alrededor de 30 “mulerías”,¹⁰ y se estima que existen 5 familias por “mulerías” y 4 miembros por cada una. (Envirotec 2008)

2.2.4 **Condiciones Ambientales**

2.2.4.1 *Servicios ambientales del ecosistema de Bosque húmedo tropical*

La importancia ecológica de los bosques húmedos tropicales amazónicos es un hecho reconocido por la comunidad científica. La Amazonía es uno de los sistemas fluviales más caudalosos del mundo, que permite la existencia de gran extensión de bosques que constituyen un refugio de una variada flora y fauna. (Varela, 1995)

Este recurso ecológico es fundamental dentro del equilibrio ambiental del planeta, puesto que en la Amazonía se concentran las dos terceras partes de los bosques tropicales y casi el 15% del agua dulce de la Tierra. (Varela, 1995)

Este ecosistema tiene una estrecha relación con el clima, principalmente si se trata de su balance hídrico: el bosque sirve de filtro donde el agua se acumula y evita la acción directa sobre el suelo, y además impide que los rayos ultravioletas penetren y produzcan cambios químicos en el. Además esta masa vegetal, que suministra permanentemente materias orgánicas y garantiza los nutrientes al ecosistema, evita que se produzca un rápido proceso de erosión de la delgada capa de humus existente y también regula la temperatura del suelo y la atmósfera.

¹⁰ las “mulerías” son las familias que se dedican al manejo de mulas para la transportación de la materia prima de la palma.

Los nichos ecológicos y las posibilidades de aprovechamiento del medio en la Amazonía, son muy numerosos, pero a su vez esta estructura transforma al medio en uno de los más complejos y frágiles ecosistemas, en tanto se trata de una variedad de nichos con un relativo reducido número de individuos de una misma especie. (Varela, 1995)

La región amazónica ecuatoriana es un centro evolutivo que sigue formando diversidad biológica, con un alto índice de endemismo¹¹. La alta tasa de especiación de la Amazonía Ecuatoriana se debe a:

- La regularidad climática
- La alta precipitación.
- La presencia de la cordillera andina, lo que hace que la región tenga tanto elementos andinos como la baja Amazonía.
- Los cambios geológicos producidos en la región, incluyendo la formación del istmo de Panamá y los refugios geológicos del Pleistoceno. (Varela, 1995)

El valor de la biodiversidad¹² no incluye solamente el valor material y cultural que tienen para las sociedades locales, sino además el valor de los recursos genéticos que se encuentran en los genes y principios activos presentes en las plantas y microorganismos.

2.2.4.2 *Calentamiento global*

La región amazónica ecuatoriana concentra casi la mitad de los bosques naturales del país, con una gran riqueza de especies vegetales y animales. Por lo que la conservación de este ecosistema y su manejo son fundamentales en tanto aquí se podrá encontrar

¹¹ Se refiere al endemismo a las especies que solamente se encuentran en un área geográfica determinada

¹² El ser humano ha tenido dependencia hacia los recursos naturales y en la actualidad hacia los recursos genéticos. El rol de los Estados toma un papel primordial en el manejo de los recursos. El material genético y la biodiversidad son territorializados, pasando a manos de gobiernos con lo cual cada país tiene jurisdicción sobre el uso y negociación en caso de llegar algún acuerdo de beneficios mutuos entre ambas partes.

respuesta a múltiples problemas actuales y futuros, siempre que su manejo vele por la utilización adecuada de los recursos naturales y la preservación del entorno natural y humano.

2.2.4.3 *Pérdida ecosistémica de la zona*

- *Deforestación y pérdida de materia orgánica ocasionadas por plantaciones de palma africana*

Se ha notado que la tala de algunos miles de hectáreas de bosque tropical produce una disminución del régimen de lluvias, incluso en zonas tan húmedas como la Amazonía. En lo que se refiere a plantaciones de palma, el efecto de su desmonte para el cultivo produce una disminución del régimen de lluvias en un 20 a 30 % durante cuatro a cinco años, como se ha comprobado en la Amazonía de Colombia y en Costa de Marfil.

Según investigaciones realizadas por el Instituto Nacional de Colonización de la Región Amazónica Ecuatoriana (INCRAE), el Programa Nacional de Regionalización Agraria-Ecuador (PRONAREG) y la Oficina de Investigación Científica y Técnica de Ultramar-Francia (ORSTOM), hasta junio de 1984, en las plantaciones de palma en el Oriente, existen bajas de 17% y 34% de la tasa de materia orgánica. (CFN-Luzuriaga C, 1994)

2.2.4.4 *Contaminación de los elementos de los ecosistemas*

Palmeras del Ecuador, ha entrado en una etapa de crisis, provocada por el agotamiento de las palmas, que presta facilidades para la proliferación de plagas, las cual han reducido la producción, y ha inducido a que estas tierras estén destinándose al cultivo de palmito, arroz y pasturas.

La fotografía 2.2.4.4.a muestra una parcela de cultivos de palma africana pertenecientes a la empresa Palmeras del Ecuador afectada por plaga x.

Fotografía 2.2.4.4.a.-



Lugar: Palmeras del Ecuador-Parroquia San Roque

Fecha: 18 de abril del 2010

Autoría: Edison Morales

➤ *Agua*

La descarga de aguas residuales con alta carga orgánica, mezcladas con productos químicos ocasiona contaminación del agua, ocasionando que los ríos y los suelos inmediatos se vean expuestos a procesos degenerativos, especialmente en cuanto a la disminución del tipo de vida acuática. Los procesos de escorrentía transportan diferentes partículas presentes en el suelo, incluido los residuos de pesticidas, los cuales son de obligado uso en el control fitosanitario de un monocultivo, ocasionando la contaminación de los cuerpos de agua más próximos de las plantaciones. (Fotografía 2.2.4.4.b)

Fotografía 2.2.4.4.b.-



Lugar: Cultivos de Palma-Palmeras del Ecuador, parroquia San Roque
Fecha: 03 de febrero del 2010.
Autoría: Zurita J.-Petroamazonas EP.

➤ *Aire*

El aire se ve afectado mediante las emisiones de gases y partículas de las fuentes estacionarias y motrices utilizadas para el procesamiento de la mazorca de la palma.
(Fotografía 2.2.4.4.c)

Fotografía 2.2.4.4.c.-



Lugar: Planta agroindustrial de Palmeras del Ecuador, parroquia San Roque
Fecha: 03 de febrero del 2010.
Autoría: Zurita J.-Petroamazonas EP.

➤ *Suelo*

El suelo se ve expuesto a cambios químicos, consecuencia de la sobrecarga de procesos de fertilización y control de plagas para los sistemas agroindustriales. Los procesos de erosión y compactación son visibles, debido a que para el establecimiento del cultivo de palma, el suelo tuvo que pasar por procesos de deforestación, lo cual obliga a que exista una pérdida de la cobertura vegetal, y por ende el deterioro de la delgada capa orgánica presente en el suelo. (Fotografías 2.2.4.4.d y 2.2.4.4.e)

Fotografía 2.2.4.4.d.-



Lugar: Palmeras del Ecuador, parroquia San Roque
Fecha: 03 de febrero del 2010.
Autoría: Zurita J.-Petroamazonas EP.

Fotografía 2.2.4.4.e.-



Lugar: Palmeras del Ecuador, parroquia San Roque
Fecha: 03 de febrero del 2010.
Autoría: Zurita J.-Petroamazonas EP.

➤ *Flora*

La deforestación es la principal actividad que suprime a la cobertura vegetal. En el oriente ecuatoriano para el establecimiento de dicho sistema agroindustrial, se procedió a deforestar miles de hectáreas de bosque. Aproximadamente se calcula que 10.000 hectáreas están destinadas al cultivo de palma africana. La aplicación de herbicidas, con el fin de controlar la población de individuos no deseados, destruye directamente a la flora de la zona. (Fotografía 2.2.4.4.d.)

➤ *Fauna*

La fauna, es el primer recurso que se ve afectado por el establecimiento del sistema agroindustrial. El ruido, ocasionado por las diferentes actividades y la afección paisajística del ecosistema, obliga a que muchas especies emigren de la zona. Existe también la proliferación de animales introducidos; tal es el caso de los perros, gatos y ratas. Hace aproximadamente 15 años existió una plaga incontrolable de ratas, los cuales afectaron inclusive a los cultivos de palma. (Entrevista realizada a un ex trabajador de la empresa Palmeras del Ecuador. 15.09.2010)

2.2.5 La Palma africana como monocultivo y la problemática socioambiental

El monocultivo se refiere a una plantación de gran extensión territorial con cultivo de una sola especie, la cual se caracteriza por tener los mismos patrones, tanto para una similitud genética de las especies vegetales, como para los métodos de cultivo para la plantación (siembra, control de plagas, fertilización, cosecha, etc)

La emisión de la conversión de los bosques supera claramente el potencial de fijación de carbono de las plantaciones de palma aceitera. La conversión de bosques en monocultivo de palma de aceite provoca una liberación neta de aproximadamente 650 Mg equivalentes de dióxido de carbono por hectárea (...)” (Germer y Sauerborn, Citado por Castro, 2009)

La no diversificación del cultivo de palma así como en cualquier otro monocultivo tiene gran afección al entorno ambiental, puesto que:

- Desplazan a poblaciones campesinas, por lo que sus tierras productivas se disuelven.
- Aumentan la pobreza en zonas donde se instalan.
- Disminuyen la salud y la seguridad poblacional de la zona.
- Los ecosistemas naturales del área donde se emplazan los monocultivos se ven comprometidos en su conservación, ocasionando el deterioro de sus componentes biofísicos.
- Una dramática baja en el número de especies vegetales y animales, sobre todo de mamíferos y roedores, también ocasiona la instauración y la proliferación consecuente de flora y fauna indeseada.

(CFN-Luzuriaga C, 1994)

Las siguientes fotografías (2.2.5.a y 2.2.5.b) muestran el avance sobre el territorio amazónico de los cultivos de palma africana correspondientes a la empresa Palmeras del Ecuador; La fotografía 2.2.5.a muestra la relación de ocupación del suelo entre una parcela de monocultivo agroindustrial y una plataforma petrolera del Bloque 15.

Fotografía 2.2.5.a.-



Lugar: Plataforma Palmar Oeste y Cultivos de Palmeras del Ecuador-Parroquia San Roque

Fecha: 03 de febrero del 2010

Autoría: J. Zurita

Fuente: Petroamazonas EP

Fotografía 2.2.5.b.-



Lugar: Palmeras del Ecuador-Parroquia San Roque

Fecha: 01 de noviembre del 2010

Autoría: O. Calva

Fuente: Geoinformática y Sistemas-GEOIS

3 TRATAMIENTO Y PROCESAMIENTO DIGITAL DE IMÁGENES SATELITALES DEL ÁREA DE ESTUDIO.

3.1 Generalidades de teledetección

3.1.1 Fundamentos de la observación remota:

La teledetección permite obtener información a distancia de los objetos situados sobre la superficie terrestre. En el sistema de teledetección existen tres principales elementos para la obtención de la información: El sensor, el objeto observado y el flujo energético que permite poner ambos en relación.

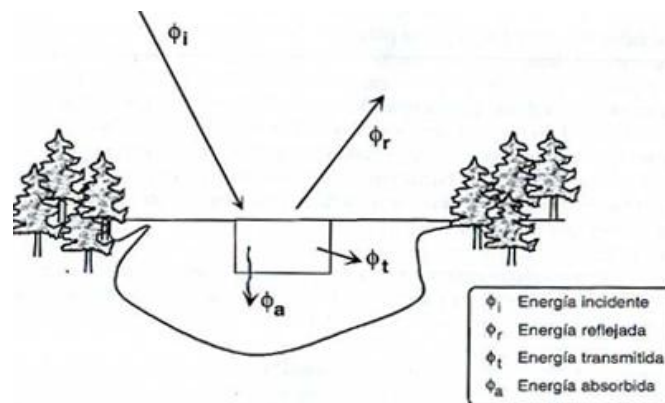
La *radiación electromagnética* es una forma de energía que se propaga mediante ondas que se desplazan por el espacio a la velocidad de la luz (300000 Km/s) transportando cantidades discretas de energía (cuantos). (García, 2006)

El sol ilumina la superficie terrestre, que refleja esa energía en función del tipo de cubierta presente sobre ella. Este flujo reflejado se recoge por el sensor que lo transite posteriormente a las estaciones receptoras. El flujo energético entre la cubierta terrestre y el sensor constituye una forma de radiación electro-magnética. El sol es fuente principal de energía radiante en nuestro planeta. La radiación que esta recibe puede descomponerse en tres términos: (Chuvieco, 2000)

$$\Phi_i = \Phi_r + \Phi_a + \Phi_t$$

Donde el flujo incidente sobre una superficie (Φ_i) es reflejado (Φ_r), transmitido (Φ_t) o absorbido (Φ_a).

Gráfico 3.1.1.- Propagación de la radiación electromagnética

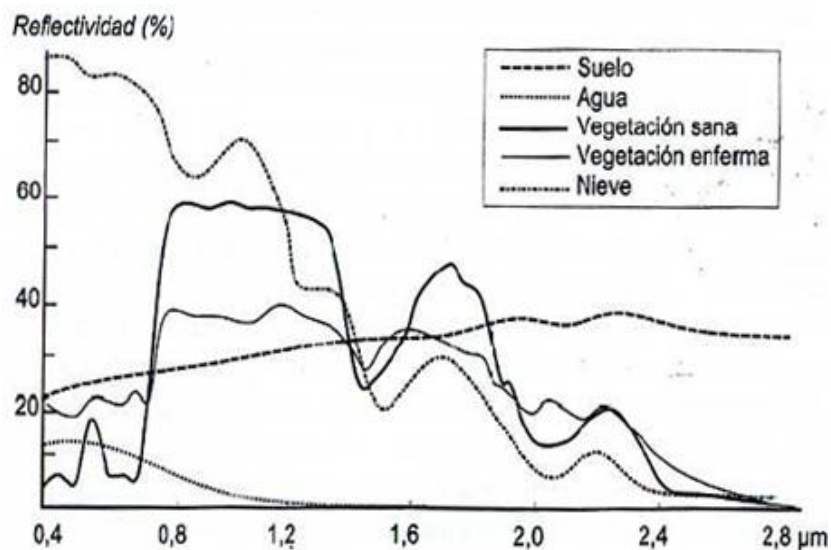


Fuente: Chuvieco, 2002

3.1.2 Relación entre flujo incidente y reflejado

Las curvas de reflectividad espectral varían según el elemento de la tierra. Algunas curvas tienden a presentar una respuesta uniforme en distintas longitudes de onda, mientras otras ofrecen un comportamiento mucho más selectivo. El agua absorbe la mayor parte de energía que percibe, la nieve presenta una reflectividad alta y la vegetación presenta un comportamiento con bajos valores de reflectividad en el espectro visible, más elevados en el infrarrojo cercano y menos en el medio. (Chuvieco, 2000)

Gráfico 3.1.2.- Variación de las curvas de reflectividad espectral



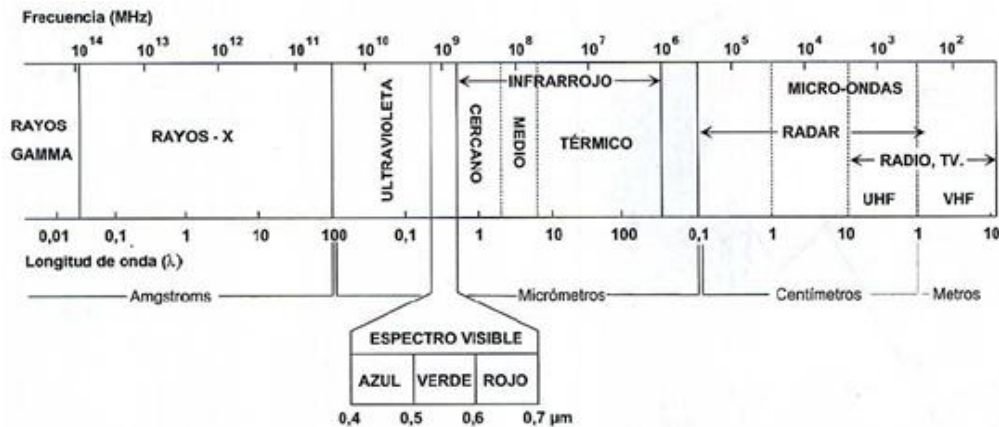
Fuente: Chuvieco, 2002

3.1.3 El Espectro electromagnético

La radiación electromagnética es un tipo de energía que se propaga por ondas, estas ondas se caracterizan por tener longitudes muy diferentes. El conjunto de todas las longitudes de onda se denomina espectro electromagnético. Las regiones más utilizadas en las técnicas de investigación son:

- Espectro visible (0,4 a 0,7 μm): Es la única radiación electromagnética que el ojo humano lo puede percibir. Suelen distinguirse tres bandas elementales y son: Azul (0,4 a 0,5 μm); verde (0,5 a 0,6 μm) y rojo (0,6 a 0,7 μm). Esto significa que es solo una parte de la que puede ser asociada con el término color. (Chuvieco,2002)
- Infrarrojo próximo (0,7 a 1,3 μm): En esta región se puede detectar y discriminar adecuadamente masas vegetales y concentraciones de humedad. (Chuvieco,2002)
- Infrarrojo medio (1, a 0,8 μm): Donde se entremezclan los procesos de la reflexión de la luz solar y de emisión de la superficie terrestre. Es idóneo para estimar el contenido de humedad de la vegetación y detección de focos de alta temperatura. (Chuvieco,2002)
- Infrarrojo lejano o térmico (8 a 14 μm): Incluye la porción emisiva del espectro terrestre, donde se detecta el calor proveniente de la tierra. (Chuvieco,2002)
- Micro ondas (a partir de 1 μm): Es un tipo de energía bastante transparente a la cubierta nubosa. (Chuvieco,2002)

Gráfico 3.1.3.- El espectro electromagnético



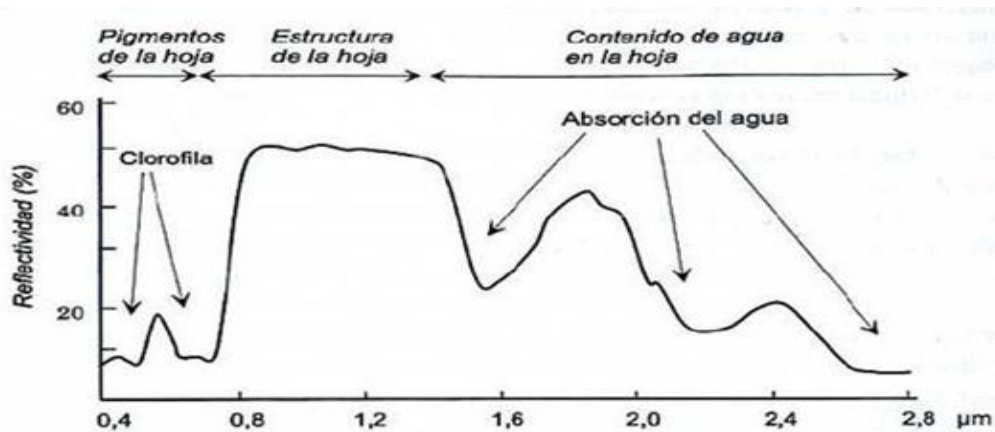
Fuente: Chuvieco, 2002

3.1.3.1 Comportamiento espectral de la vegetación en el espectro óptico

La caracterización espectral de las masas vegetales constituye un proceso interesante dentro de la teledetección. El comportamiento típico de la vegetación vigorosa muestra una reducida reflectividad en las bandas visibles, con un máximo relativo de la porción verde del espectro (en 0,55 μm). En el infrarrojo próximo se presenta una elevada reflectividad, reduciéndose paulatinamente en el infrarrojo medio.

Estas características espectrales se encuentran asociadas con las acciones de los pigmentos foto-sintéticos y de agua que almacenan las hojas. La baja reflectividad en la porción visible, se debe al efecto absorbente de los pigmentos de la hoja (clorofila, xantofila y caroteno). En cuanto a la elevada reflectividad en el infrarrojo cercano, parece deberse a la estructura celular interna de la hoja. En los 1,4 μm el efecto absorbente del agua es claro, por lo que la reflectividad de la vegetación sana se reduce en el infrarrojo medio. Las curvas de reflectividad presentadas en el siguiente gráfico pueden modificarse en función de la morfología de la hoja.

Gráfico 3.1.3.1.- Comportamiento espectral de la vegetación en el espectro óptico



Fuente: Chuvieco, 2002

El contraste más nítido en la reflectividad espectral de la vegetación sana se produce entre las bandas visibles, especialmente el rojo (en 0,645 μm) y el infrarrojo cercano (0,7 a 1,3 μm); de esto se menciona que cuanto mayor sea el contraste entre esas bandas, mayor será el vigor de la vegetación, y más clara su discriminación frente a otros tipos de cubierta. (Chuvieco, 2000) Queda implícito que cualquier fuente de estrés en la vegetación se mostrará en un comportamiento espectral diferente al expuesto anteriormente.

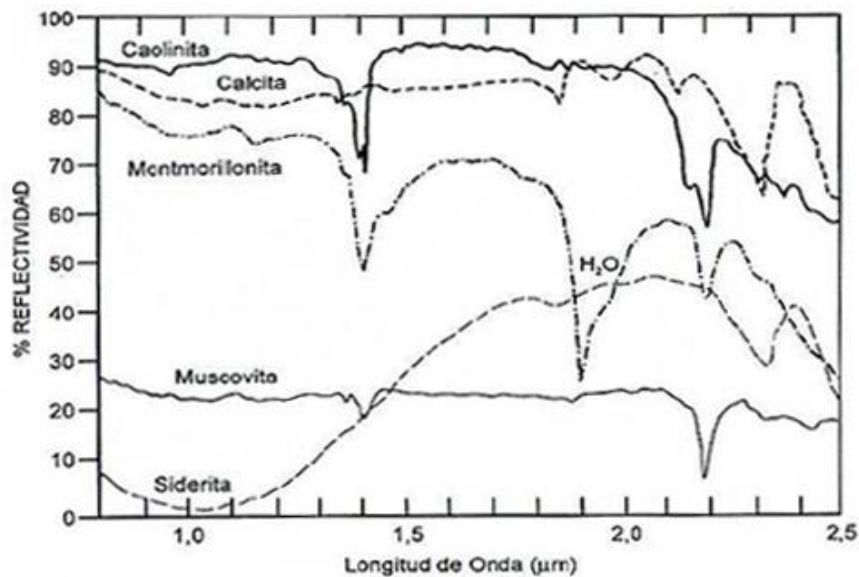
3.1.3.2 Comportamiento espectral del suelo en el espectro óptico.

En lo que atañe a suelos desnudos, su comportamiento espectral es mucho más uniforme que el de la vegetación. La composición química es la causa dominante con el que percibimos el suelo. Los suelos arcillosos ofrecen una mayor reflectividad en el rojo, como consecuencia de un alto contenido de óxido de hierro. El contenido de humus resulta muy influyente en su color, tendiendo a una baja reflectividad, especialmente en torno a 0,7-0,75 μm (Currant et al., 1990, Citado por Chuvieco, 2000)

El contenido de humedad es uno de los elementos más destacados en la reflectividad del suelo para estas longitudes de onda, como consecuencia de la alta absorción del agua en estas bandas. La textura, estructura y contenido de humedad están bien relacionados. Por ejemplo, un suelo arcilloso tiende a tener un alto contenido de

humedad, fuerte estructura y fina textura, lo que supone una baja reflectividad. En contraste, un suelo arenoso tiene una débil estructura y un bajo contenido de humedad, por lo que representa una reflectividad mas elevada (Curran, 1985, Citado por Chuvieco, 2000) La materia orgánica en el suelo tiende a oscurecerle, y en consecuencia a reducir su reflectividad.

Gráfico 3.1.3.2.- Comportamiento espectral del suelo en el espectro óptico

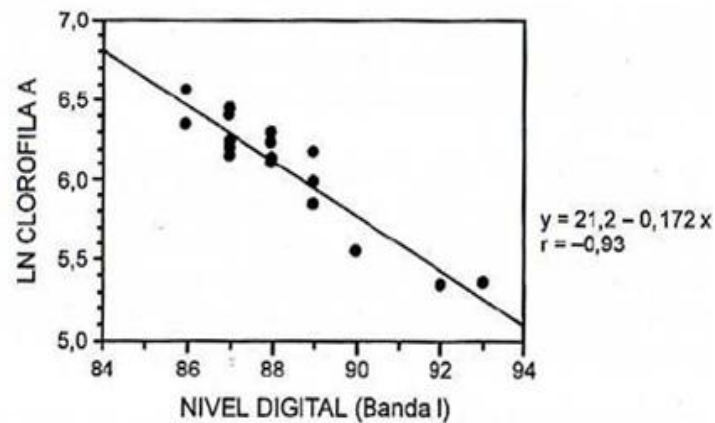


Fuente: Chuvieco, 2002

3.1.3.3 Comportamiento espectral del agua en el espectro óptico

Las superficies acuáticas absorben la mayor parte de radiación visible, siendo mayor su absorptividad cuanto mayor sea la longitud de onda. La variabilidad del agua es más fácilmente detectable en las longitudes de onda más cortas (azul y verde), y se relaciona con su profundidad y contenido de materiales en suspensión (clorofila, arcillas y nutrientes).

Gráfico 3.1.3.3.- Comportamiento espectral del agua en el espectro óptico



Fuente: Chuvieco, 2002

En aguas poco profundas la reflectividad aumenta, ya que se mezcla en el flujo recibido la reflectividad de los fondos. Para imágenes Landsat-TM, se estima que la profundidad de agua máxima que puede determinarse alcanza 6,4m en la banda azul, 3 en la verde y 2,1 en la roja (Ji et al., 1992, Citado por Chuvieco, 2000)

En cuanto a su composición, si el agua ofrece importantes concentraciones de clorofila, la reflectividad en el azul tiende a descender, aumentando en el verde.; el resto de materiales en suspensión contribuyen también a aumentar la reflectividad, además de presentar una mayor turbidez.

Por último la rugosidad de la superficie favorece la reflexión difusa, y en consecuencia una mayor reflectividad.

3.2 Pre procesamiento de imágenes satelitales

Para obtener un producto cartográfico a través del tratamiento e interpretación de las imágenes satelitales, es necesario seleccionar herramientas que sean óptimas para cumplir con este objetivo.

En este estudio se ha escogido cuatro software, los cuales brindaron soporte, según las etapas establecidas para el desarrollo de la cartografía.

- ✓ **Envi 4.6:** Es un software destinado para realizar procesos involucrados en con teledetección, y el análisis hiperespectral de las imágenes satelitales. Este programa fue utilizado para realizar el proceso de normalización de la imagen Landsat 7 ETM+ correspondiente al 2008
- ✓ **Erdas Image 9.1:** Es un sig especializado en la teledetección remota, por lo que brinda un soporte adecuado para el procesamiento digital de imágenes satelitales. Las imágenes Landsat obtenidas para este estudio fueron procesadas con el software Erdas Imagine 9.1.
- ✓ **Arc Gis 9.3:** Es un SIG en el cual se agrupan varias aplicaciones para la captura, edición, análisis, tratamiento, diseño, publicación e impresión de información geográfica, ya sea de naturaleza raster o vector. Esta plataforma brinda un buen soporte para la gestión del SIG.
- ✓ **Idrisi Kilimanjaro:** Es un SIG basado para el procesamiento geográfico y estadístico de imágenes de tipo raster. Este software tiene un módulo basado en Cadenas de Markov, el cual se utilizó para la generación de los escenarios prospectivos al 2015.

3.2.1 Selección y adquisición de imágenes satelitales

Para la interpretación del uso del suelo de un intervalo de multitemporalidad en las parroquias de Limoncocha y San Roque, se optó por trabajar con imágenes satelitales Landsat 5TM y Landsat 7 ETM+. La razón principal para haber escogido dicho satélite, es debido a que las imágenes captadas están disponibles de forma gratuita a través de la página del Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS).

La información obtenida por los satélites, en el sector de Shushufindi corresponde a las referencias Path 09 y Row 60 en la cuadrícula del trayecto de los satélites Landsat.

Para la interpretación supervisada de las imágenes y estimar adecuadamente el uso del suelo se utilizó información procedente de dos sensores remotos diferentes:

- ✓ El primero corresponde a un satélite de órbita tipo Quick Bird, el cual proporciona información de imágenes de alta resolución (0,5 metros). Se trabajó con imágenes de febrero del 2010, las mismas que fueron facilitadas por la empresa Petroamazonas-EP, para el desarrollo de este trabajo.
- ✓ El segundo tipo de información corresponde a fotografías aéreas tomadas por la empresa Geoinformática y Sistemas para el proyecto “Toma de fotografías aéreas para la Región Amazónica” destinada a Sociobosque durante el mes de septiembre de 2010. El sensor utilizado fue una cámara fotográfica modelo Hasselblad H3DII-50. La resolución espacial¹³ de la fotografía corresponde a 0,5 metros. La interpretación fotométrica corresponde a RGB (Red, Green y Blue).

3.2.1.1 Características de las imágenes Landsat

Los satélites Landsat son una serie de satélites construidos y puestos en órbita por EE. UU., para la observación en alta resolución de la superficie terrestre. Estos se encuentran dotados de sensores empleados en teledetección, y fueron diseñados con el fin de obtener datos de los recursos terrestres. En base a este objetivo se diseñaron las resoluciones para adaptarse a este fin. Los Landsat son los sensores más empleados en aplicaciones agrícolas, forestales, usos del suelo, hidrología, recursos costeros y monitorización ambiental. La resolución temporal¹⁴ de los Landsat 5 TM y 7 ETM+ es de 16 días. (Fernández I, Herrero E, 2001)

¹³ La resolución espacial es la medida del objeto más pequeño de la Tierra que el sensor puede captar en un pixel (Simonett et al, 1983).

¹⁴ La resolución temporal mide el tiempo que pasa desde la obtención de la imagen de un punto de la Tierra hasta la siguiente imagen (Fernández y Herrero, 2001)

La tabla 3.2.1.1 muestra las imágenes Landsat seleccionadas para el desarrollo de este estudio, y las características principales de las mismas.

Tabla 3.2.1.1.- Imágenes Landsat seleccionadas para el desarrollo del estudio multitemporal

Fecha	Sensor	Path / Row	Bandas Espectrales	Resolución espacial (m)	Altitud (Km)	Inclinación
13/10/1987	Landsat 5 TM	09/60	1-7	30	705	Solar-sincrónica, 98,2°
03/09/1996	Landsat 5 TM	09/60	1-7	30	705	Solar-sincrónica, 98,2°
12/09/2008	Landsat 7 ETM+	09/60	1-8	30, 15(b8)	705	Solar-sincrónica, 98,2°
28/09/2008	Landsat 7 ETM+	09/60	1-8	30, 15(b8)	705	Solar-sincrónica, 98,2°
18/09/2010	Landsat 7 ETM+	09/60	1-8	30, 15(b8)	705	Solar-sincrónica, 98,2°

Elaboración: Propia

3.2.1.2 Asignación de bandas

En esta sección se procedió a realizar el análisis de la imagen en composiciones a color. Las composiciones a color se realizan a partir de tres bandas espectrales ubicando estas en tres cañones de color del sistema de despliegue (Rojo, Green y Blue – RGB). El objetivo de las composiciones de color es realzar algún tipo de objeto o fenómeno dentro la imagen respecto a los demás en función de las propiedades espectrales de diferentes tipos de coberturas. (Castro, 2009)

Para la asignación de bandas en las imágenes Landsat, se procedió a realizar varias combinaciones, con el fin de realzar las características de la imagen respecto a

distinción de la vegetación, condiciones del suelo y su uso. Se obtuvo como mejor resultado la combinación de las bandas 4, 5, 3 (Ver tabla 3.2.1.2 y gráfico 3.2.1.2).

Tabla 3.2.1.2.- Bandas espectrales¹⁵ de Landsat TM y sus principales aplicaciones

DOMINIO ESPECTRAL	BANDA	LONGITUD DE ONDA	PRINCIPAL APLICACIÓN
Azul	1	0,45-0,52	Batimetría en aguas claras, diferenciación de suelos y tipos de bosque
Verde	2	0,52-0,6	Batimetría en aguas turbias, estimación de sedimentos, vigor de vegetación
Rojo	3	0,63-0,69	Clasificación de cultivos, color de suelos y de follaje
Infrarrojo cercano	4	0,76-0,9	Estudio de biomasa, tipos de bosques, delimitación de agua-suelos
Infrarrojo medio	5	1,55-1,75	Humedad en vegetación, diferenciación nubes-nieve
Infrarrojo térmico	6	10,4-12,5	Mapeo hidro-térmico, discriminación tipos de suelo y rocas
Infrarrojo medio	7	2,08-2,35	Mapeo térmico, estrés en vegetación, diferenciación usos urbanos y no urbanos

Fuente: Castro, 2009

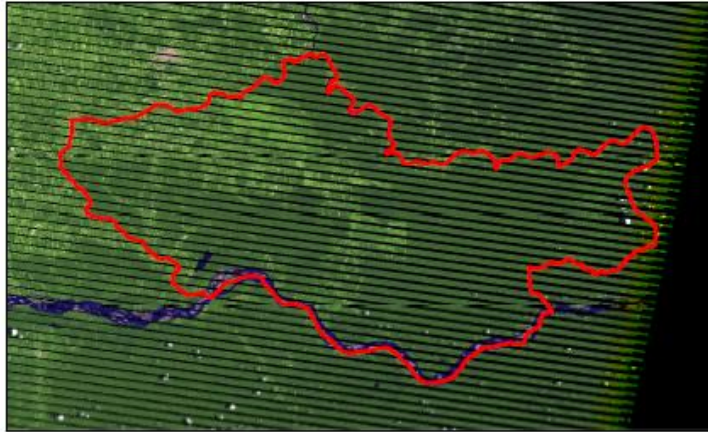
➤ *Combinación de bandas*

Combinación TM 4, 5, 3 (Falso Color): Esta combinación es utilizada para estudio de vegetación y uso de suelo, pues logra la mejor distinción entre tipos de vegetación. El uso de la banda roja y las del infrarrojo medio y cercano, ofrece una especial definición en lo concerniente a la distinción de tierra-agua y destaca detalles sutiles, especialmente en clasificación de cultivos y características de biomasa, las cuales no fácilmente distinguibles en las bandas visibles solas. Los tipos de vegetación y sus condiciones se distinguen por su color, variando entre cafés, verdes y naranjas como también por su tonalidad. Esta combinación revela también diferencias de humedad, por lo que es útil para análisis de condiciones del suelo y su vegetación. Los suelos con características de alto contenido de humedad aparecen más oscuros debido a la capacidad de absorción del agua en el infrarrojo.

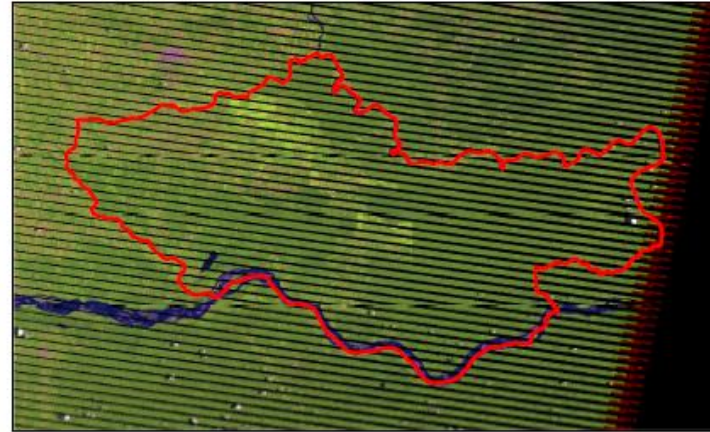
¹⁵ La resolución espectral consiste en el número de canales espectrales (y su ancho de banda) que un sensor puede captar.

Gráfico 3.2.1.2.- Combinaciones de bandas espectrales realizadas en la imagen Landsat ETM+, correspondiente al año 2008

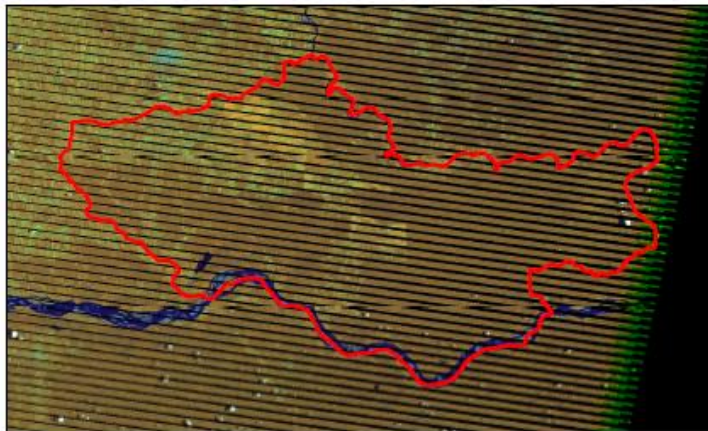
Combinación 7,5,3 (Falso Color)



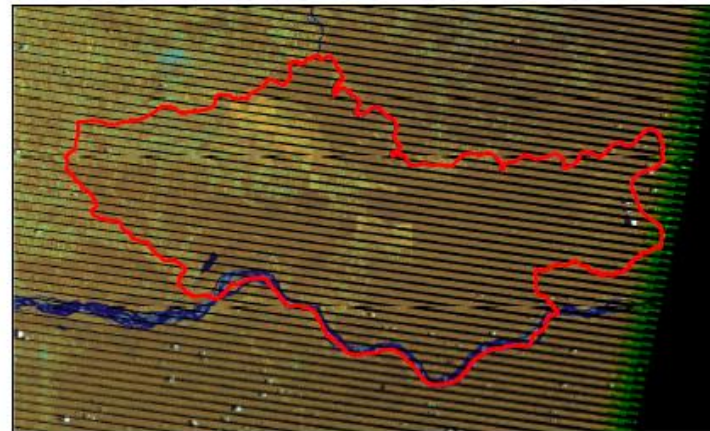
Combinación 5,4,3 (Falso Color)



Combinación 3,2,1 (Color Real)



Combinación 4,5,3 (Falso Color)



Elaboración: Propia

3.2.2 Normalización radiométrica relativa de la imagen satelital Landsat 7 ETM+

La normalización radiométrica relativa calibra los valores digitales de una imagen a otros de referencia utilizando datos de un conjunto de elementos del paisaje cuya respuesta espectral permanece constante en el tiempo. Esto requiere identificar una imagen de referencia y normalizar las otras imágenes disponibles para el mismo sitio en función de la primera.

Nielsen ha propuesto recientemente una técnica denominada Alteración Multivariable de Detección de Cambio (MAD), la cual es afín a la escala lineal. La normalización radiométrica de las imágenes es importante para aplicaciones tales como mosaicos, seguimiento de los índices de vegetación, etc. (Canty et al, 2004)

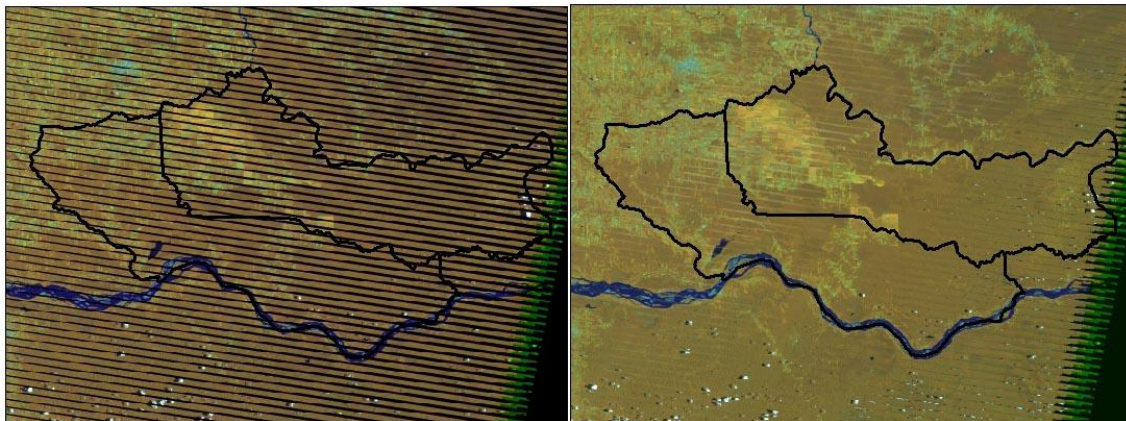
Debido a la falta de información de las imágenes Landsat 7 ETM+ se optó por generar un mosaico de imágenes normalizadas¹⁶ (Landsat 7 ETM+ fechas: 12/09/2008, 28/09/2008 y 18/09/2010), para esto se ha considerado el proceso de normalización radiométrica relativa.

Sociobosque ha desarrollado un protocolo para la normalización radiométrica de imágenes satelitales Landsat ETM+, con el afán de corregir la ausencia de información de las imágenes (Gaps). El protocolo se encuentra compuesto por diferentes algoritmos aplicables independientemente en el software Arc Gis, como en el software Envi; los mismos que fueron utilizados para la corrección de las imágenes utilizadas en este estudio.

¹⁶ Es importante considerar imágenes de un trimestre en común, esto con el afán de evitar en lo posible las variaciones de reflectancia de la superficie a causa de diferentes contenidos de humedad; es decir las imágenes deben concordar ya sean todas en época de lluvia o todas en época seca. También es importante realizar un mosaico de imágenes en lo posible entre imágenes que no disten demasiado entre sus fechas (a lo mucho 2 años).

Este proceso consiste en generar a partir de regiones de interés (ROI), detección de cambios ocurridos en las imágenes que se van a utilizar en el mosaico final. Con las regiones de interés se obtiene un algoritmo de detección de cambios, el cual fue ingresado en Envi para generar un algoritmo de normalización radiométrica, y producto de este obtenemos ecuaciones para normalizar las imágenes. En Arc Gis se realizó un proceso de aplicación de los reportes generados en Envi, los cuales se aplicaron en ecuaciones para establecer los parámetros para la normalización de la imagen a normalizar, posterior a esto se estableció máscaras de las superficies de interés de las imágenes y finalmente se realizó el mosaico normalizado final. (Ver imagen 3.2.2)

Imagen 3.2.2 Imágenes Landsat, años 2008 y 2010 ETM+ sin normalizar (izquierda) y mosaico normalizado (derecha)

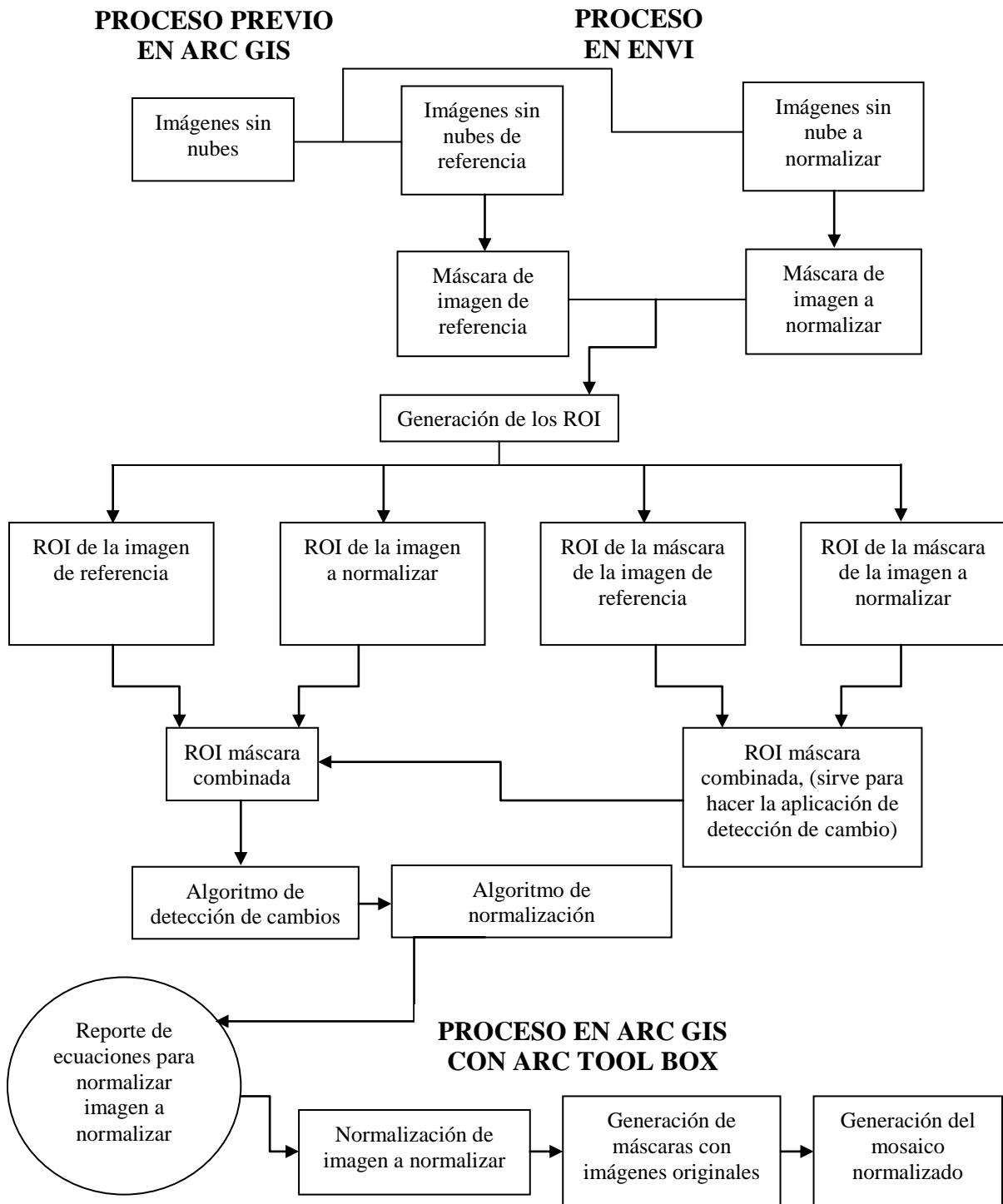


Fuente: Servicio Geológico de los Estados Unidos. (USGS).

Elaboración: Propia

Para esquematizar el proceso de normalización llevado a cabo se procedió a realizar una adaptación (Ver gráfico 3.2.2) del flujo de normalización radiométrica de imágenes satelitales que emplea Sociobosque para la corrección de las imágenes Landsat ETM+ que presentan el problema de ausencia de información.

Gráfico 3.2.2.- Adaptación del Flujoograma del Proceso de Normalización Radiométrica de imágenes satelitales aplicado por Sociobosque.



Fuente: Protocolo para la normalización radiométrica de imágenes-Sociobosque, 2010

Elaboración: Propia

3.2.3 Enmascaramiento del área de estudio

Tomando en cuenta el área de estudio se realiza un corte (mask) sobre la imagen adquirida; para esto es importante establecer una zona buffer de 200m; esto con el afán de que no se pierda la información de los bordes, y así asegurar la interpretación completa del área de estudio. Es importante considerar que se asegure la mayor cantidad de información útil para el proceso de georeferenciación de la imagen.

3.2.4 Corrección Geométrica

Entre las causas de errores geométricos de origen sistemático se puede mencionar la velocidad de la plataforma y la rotación de la tierra. Por otro lado, también se incluyen errores no sistemáticos producto de la altitud y posición del sensor (Bernstein, 1983; citado por Jensen, 1996).

La mayoría de la información de sensores remotos comerciales entregan los datos con errores sistemáticos previamente corregidos, permaneciendo los errores no sistemáticos en la imagen. Para corregir estos errores se recurre a la rectificación de la imagen, ya sea esta de imagen a imagen o de imagen a mapa. (Jensen, 1996).

Esta corrección pretende modificar las coordenadas de los píxeles de la imagen. Gracias a tratarse de un formato digital, se permite modificar flexiblemente la geometría de la imagen. La expresión general de este tipo de función sería:

$$f(c') = f1(c,l)$$

$$f(l') = f2(c,l)$$

Esto es, las coordenadas columna y línea (c' y l') de la imagen corregida son función de las coordenadas columna y línea de la imagen de entrada (c, l) o de las coordenadas del mapa al que se pretende superponer la imagen (x, y).

La corrección que se ha realizado es a partir de puntos de control. Para que el ajuste de la imagen sea lo más preciso, se requiere atender a tres aspectos en la selección de puntos de control: número, localización y distribución de los puntos de control.

3.2.5 Corrección Radiométrica

El flujo de radiación recogido por un sensor remoto es una representación precisa del flujo de radiación de las características de la superficie terrestre. Desafortunadamente esto no ocurre y pueden ingresar errores al sistema de colección de información de varias maneras. Por ejemplo, errores radiométricos en los datos percibidos en la superficie terrestre pueden ser introducidos por el mismo sensor remoto cuando los detectores individuales no funcionan apropiadamente o son inapropiadamente calibrados (Teillet, 1986, citado por Medina, 2001).

Por otro lado la intervención atmosférica (ruido atmosférico¹⁷) entre el terreno de interés y el sensor remoto, los efectos topográficos y hasta el mal funcionamiento de los sensores remotos pueden contribuir a generar error, ocasionando variaciones en los niveles digitales (ND) de la imagen (ERDAS, 2005)

Las variables condiciones de observación, situaciones atmosféricas o condiciones de calibración del sensor se convierten en otro importante problema en la detección digital de cambios, ya que la signatura espectral en un píxel se ve modificada aunque se mantenga constante la cubierta (Chuvieco, 1996, citado por Medina, 2001).

La corrección radiométrica pretende modificar los niveles digitales (ND) de la matriz original; esta corrección es útil para modular los parámetros físicos de la imagen y así poder abordar los análisis espectrales adecuadamente. (Liesand, T.m y Kiefer R. 1994, Citado por Bernis y Betancourt, 2006)

¹⁷ Un concepto importante en la adquisición de imágenes es el "Ruido", considerado como una perturbación o señal anómala que se produce en un sistema de transmisión y que impide que la información llegue con claridad. (Hernández, 2003. Citado por Montaner, 2006)

3.2.6 Determinación de espacios Gap

Los espacios vacíos fueron determinados según las condiciones atmosféricas presentes durante la captura de la imagen. Uno de estos problemas es el tema de la nubosidad, la cual casi nunca está exenta en el ecosistema amazónico.

Es necesario suprimir esta información en nuestro proceso de estudio, ya que es información vacía. La supresión de esta información es acumulativa en los tres escenarios. De esta forma se puede obtener una homogeneidad en cuanto a superficie de análisis.

3.3 Clasificación digital de imágenes

La clasificación digital de imágenes abarca un conjunto de técnicas de reconocimiento de patrones espaciales y espectrales de los píxeles de una imagen que constituyen la base para la clasificación de coberturas de la tierra. Los patrones de reconocimiento espacial se basan en las relaciones espaciales entre un píxel y su entorno, y consideran aspectos de la imagen tales como textura, proximidad, tamaño, forma, direccionalidad, repetición y contexto. Los patrones de reconocimiento espectral se refieren a las características de radiancia que contienen los ND de cada banda. (Lillesand, T, y Kiefer, R, 1994, Citado por Bernis y Betancourt, 2006)

La clasificación digital es el proceso mediante el cual los píxeles de una imagen satelital multibanda son etiquetados según la categoría a la que pertenecen. A partir de esta imagen puede generarse una cartografía temática y el inventario estadístico de la superficie involucrada en cada categoría. (Chuvienco, 1996, citado por Navarro, 2001)

3.3.1 Clasificación no supervisada de imágenes

Es un proceso de clasificación digital automática, en la cual se escoge un número de clases en función de las clases deseadas a clasificar. Este sistema divide en forma

regular el número de clases que se ha dado, tomando en cuenta los límites inferior y superior del rango del nivel digital.

La clasificación no supervisada no utiliza áreas de entrenamiento, sino clases o clusters presentes en la imagen. Para esto existen algoritmos de la clasificación los cuales reconocen los pixeles y los analiza de acuerdo a sus valores, y los agrega a diferentes clases con base en sus ND. Las clases resultantes son llamadas clases espectrales. (Lilesand, T, y Kiefer, R, 1994, Citado por Bernis y Betancourt, 2006)

Esta clasificación es útil para la planificación del trabajo en campo. Esta etapa es muy importante en el proceso de clasificación digital; en el campo se comprueba los clusters obtenidas en la clasificación no supervisada. El proceso de clasificación no supervisada se lo desarrolla en la imagen más reciente para obtener los clusters adecuados, por lo que en este estudio se procedió a clasificar la imagen Landsat 7 ETM+, de fecha 28/09/2008.

Se procedió a determinar 30 clases, esto con el afán de obtener un número adecuado de clusters para poderlos agrupar y determinar una mejor separabilidad de bandas entre estos. Durante el proceso de edición de signaturas se realizó un proceso de evaluación de separabilidad de bandas entre las 30 clases obtenidas; para esto se aplicó el algoritmo denominado como Divergencia Transformada.

3.3.1.1 Divergencia transformada:

De acuerdo a Jensen, la divergencia transformada establece un decrecimiento exponencial entre las distancias de los intervalos de las clases establecidas.

Las ecuaciones para establecer la Divergencia (D_{ij}) y la Divergencia Transformada (TD_{ij}) son las siguientes:

$$D_{ij} = \frac{1}{2} \text{tr} \left((C_i - C_j)(C_i^{-1} - C_j^{-1}) \right) + \frac{1}{2} \text{tr} (C_i^{-1} - C_j^{-1})(\mu_i - \mu_j)^T$$

$$TD_{ij} = 2000 \left(1 - \exp\left(\frac{-D_{ij}}{8}\right) \right)$$

Donde:

i, j = Signaturas (clases) comparadas

C_i = Covariancia máxima de la signatura i

μ_i = Promedio vector de la signatura i

T = Función de transposición

tr = Función de trazo (álgebra matricial)

D = Divergencia

TD = Divergencia transformada

Fuente: Swain and Davis, 1978, Citado por Erdas, 2005)

La escala de la divergencia tiene valores entre 0 y 2000 (Ver gráfico 3.3.1.1.a). Como regla general, si el resultado de la divergencia es mayor a 1900, las clases están bien separadas; si el valor cae entre 1700 y 1900, las separación de las clases son aceptables; pero si el valor cae bajo los 1700, las clases no poseen una separabilidad adecuada. (Jensen, 1996, Citado por Erdas, 2005)

Gráfico 3.3.1.1.a.- Valores de la divergencia transformada para la imagen Landsat 7 ETM+, fecha 28/09/2008

Signature Name	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
Class 1 1	0	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	
Class 2 2	2000	0	1997.16	1979.33	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	
Class 3 3	2000	1997.16	0	1992.27	1946.74	2000	1999.8	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	
Class 4 4	2000	1979.33	1992.27	0	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	
Class 6 5	2000	2000	1946.74	2000	0	1587.16	1666.05	1913.72	1996.48	1999.5	1999.92	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	
Class 7 6	2000	2000	2000	2000	1587.16	0	1383.92	1452.76	1729	1985.75	1994.9	1999.79	2000	1999.99	2000	2000	2000	2000	
Class 8 7	2000	2000	1999.8	2000	1666.05	1383.92	0	1640.13	1669.18	1766.06	1963.94	1996.09	1999.98	1993.75	2000	2000	1999.99	1999.97	
Class 9 8	2000	2000	2000	2000	1913.72	1452.76	1640.13	0	1266.51	1722.81	1655.27	1857.03	1996.48	1994.56	1999.96	2000	1999.99	2000	
Class 10 9	2000	2000	2000	2000	1996.48	1729	1669.18	1266.51	0	1493.86	1712.92	1934.77	1998.96	1996.71	2000	2000	2000	2000	
Class 11 10	2000	2000	2000	2000	1999.5	1996.75	1766.06	1722.81	1493.86	0	1158.2	1412.06	1926.56	1711.53	1996.47	1999.97	1999.07	1999.45	
Class 12 11	2000	2000	2000	2000	1999.92	1994.9	1963.94	1655.27	1712.92	1158.2	0	1338.07	1786.8	1831.28	1995.82	1999.93	1999.4	1999.86	
Class 13 12	2000	2000	2000	2000	2000	1999.79	1996.09	1857.03	1934.77	1412.06	1338.07	0	1202.83	1536.62	1930.05	1999.15	1996.48	1999.1	
Class 14 13	2000	2000	2000	2000	2000	2000	1999.98	1996.48	1998.96	1926.56	1786.8	1202.83	0	1218.1	1456.12	1987.96	1978.74	1997.84	
Class 15 14	2000	2000	2000	2000	2000	1999.99	1993.75	1994.56	1996.71	1711.53	1831.28	1536.62	1218.1	0	1497.4	1916.73	1616.36	1809.83	
Class 16 15	2000	2000	2000	2000	2000	2000	1999.96	2000	1999.96	2000	1998.47	1995.82	1930.05	1456.12	1497.4	0	1606.75	1722.14	1948.7
Class 17 16	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	1999.97	1999.93	1998.15	1987.96	1916.73	1606.75	0	1512.88	1823.41	
Class 18 17	2000	2000	2000	2000	2000	2000	1999.99	1999.99	2000	1999.07	1999.4	1996.48	1978.74	1616.36	1722.14	1512.88	0	1540.49	
Class 19 18	2000	2000	2000	2000	2000	2000	1999.97	2000	2000	1999.45	1999.96	1999.1	1997.84	1809.83	1948.7	1829.41	1540.49	0	
Class 20 19	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	1996	1998.43	1625.25	1731.54	1746.39	
Class 21 20	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	1999.13	1999.96	1974.08	1930.29	1542.04	
Class 22 21	2000	2000	1997.68	2000	1999.99	2000	1999.68	2000	2000	1999.93	1999.99	1999.99	2000	1995.89	1999.85	1998.27	1999.95	1830.84	
Class 23 22	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	1999.98	2000	1999.06	1995.01	1968.09
Class 24 23	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	1999.91	1990.95
Class 25 24	2000	1999.64	1982.33	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000
Class 26 25	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	1998.74
Class 27 26	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	1999.99
Class 28 27	2000	2000	1999.99	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000
Class 29 28	2000	1999.93	1996.89	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000
Class 30 29	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000

Elaboración: Propia

Jensen recomienda obtener clases mayores a 1700, por lo que se procedió a eliminar las clases inferiores a este valor, para esto se procedió a unir dichas clases con las subsiguientes mayores, esto con el afán de tener una matriz de firmas mayores a 1700. Como resultado se obtuvo una matriz de siete clases, con valores adecuadamente separados, superiores a 1700. (Gráfico 3.3.1.1.b)

Gráfico 3.3.1.1.b.- Valores reagrupados de la divergencia transformada para la imagen Landsat 7 ETM+, fecha 28/09/2008

Signature Name		1	2	3	4	5	6	7
Class 1	1	0	2000	2000	2000	2000	2000	2000
Class 2	2	2000	0	1997.16	1979.33	1999.45	2000	2000
Class 3	3	2000	1997.16	0	1992.27	1957.96	1968.32	1961.38
Class 4	4	2000	1979.33	1992.27	0	1999.99	2000	2000
Class 15	5	2000	1999.45	1957.96	1999.99	0	1845.06	2000
Class 10	6	2000	2000	1968.32	2000	1845.06	0	1835.82
Class 6	7	2000	2000	1961.38	2000	2000	1835.82	0

Elaboración: Propia

Para complementar el proceso de clasificación no supervisada se procede a establecer las firmas espectrales finales (7 Clases) en la imagen a clasificar. Como resultado se obtuvo un archivo raster .img, el cual presenta las siete clases establecidas para la comprobación en campo y/o gabinete.

3.3.2 Clasificación supervisada de imágenes

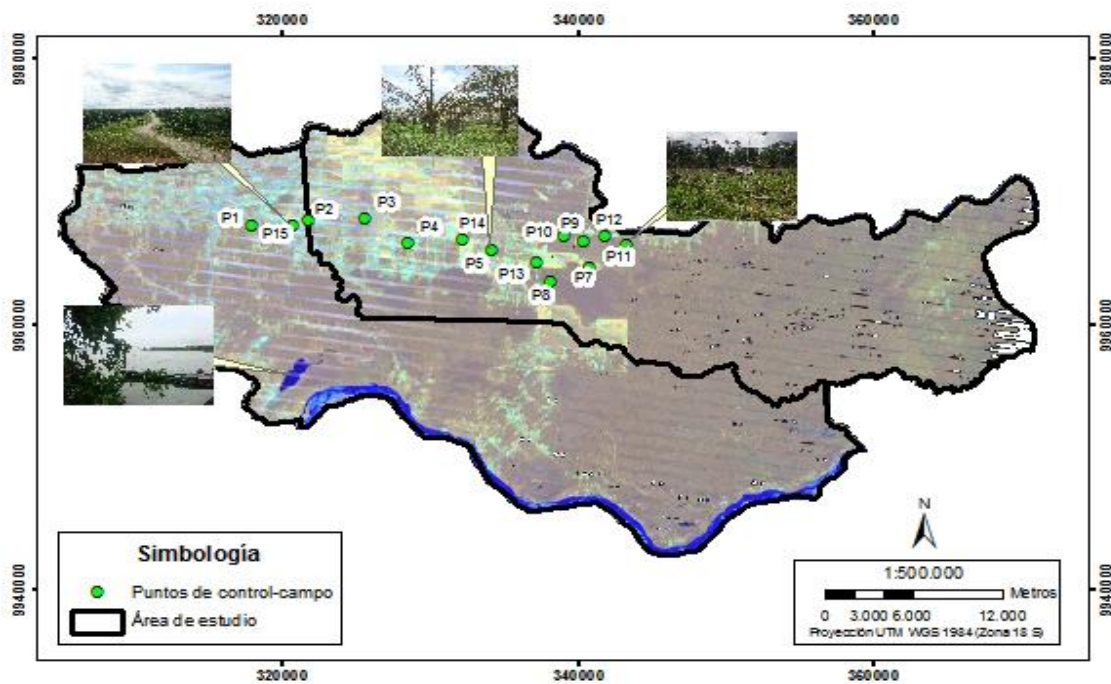
Consiste en determinar áreas de entrenamiento que representen lo mejor posible a cada una de las categorías que componen la leyenda; de aquí que en este proceso es importante que exista un conocimiento vasto del área a interpretar. Estas áreas se utilizan posteriormente para entrenar al ordenador en el cálculo de las diferentes categorías de los ND que definen cada clase, para luego asignar el resto de los píxeles de la imagen satelital a una de esas categorías en función de sus ND. (Chuvieco, 1996)

Los trabajos de campo y otros documentos auxiliares como la fotografía aérea o la cartografía convencional son de gran ayuda para la localización más precisa de estas áreas de entrenamiento.

El proceso de clasificación supervisada de imágenes se lo ha desarrollado en las tres imágenes Landsat. Para esto, se ha establecido un conjunto de firmas confiables, las cuales fueron creadas y evaluadas en un archivo de firmas.

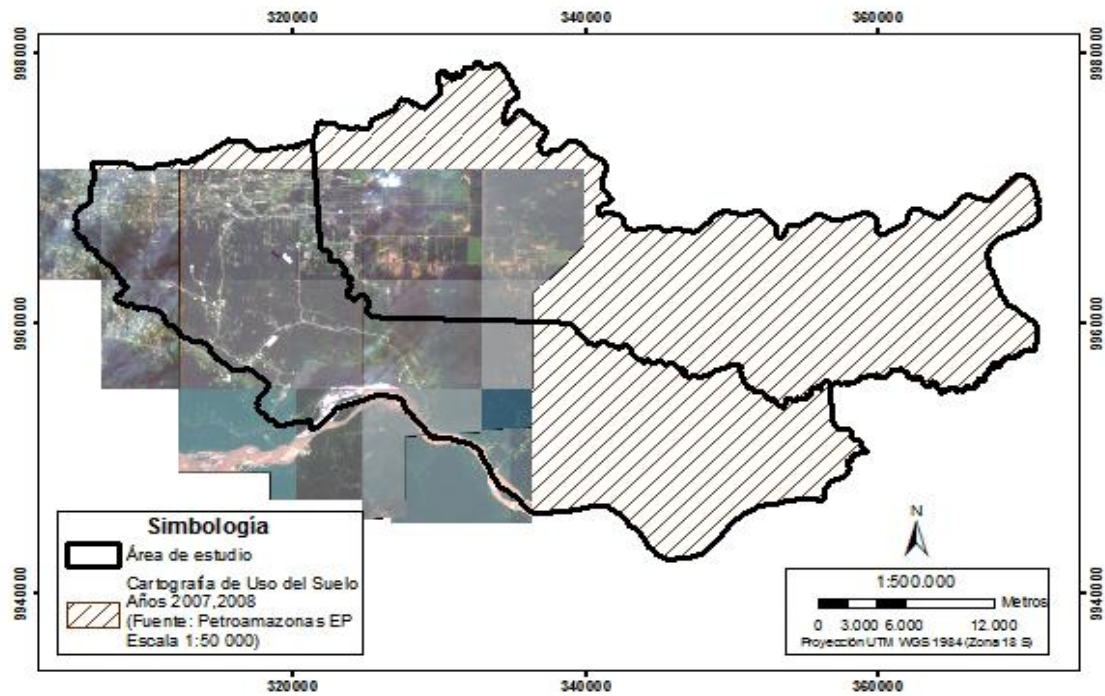
Para la determinación de áreas de entrenamiento se basó en la experiencia adquirida en campo, así como también la toma de 15 puntos de control y la utilización de imágenes satelitales y de fotografía aérea de alta resolución previamente georeferenciadas (Imágenes Quick Bird y Fotografía Hasselblad H3DII-50) (Gráficos 3.3.2.a, 3.3.2.b y 3.2.3.c).

Gráfico 3.3.2.a.- Puntos de control par el área de estudio



Elaboración: Propia

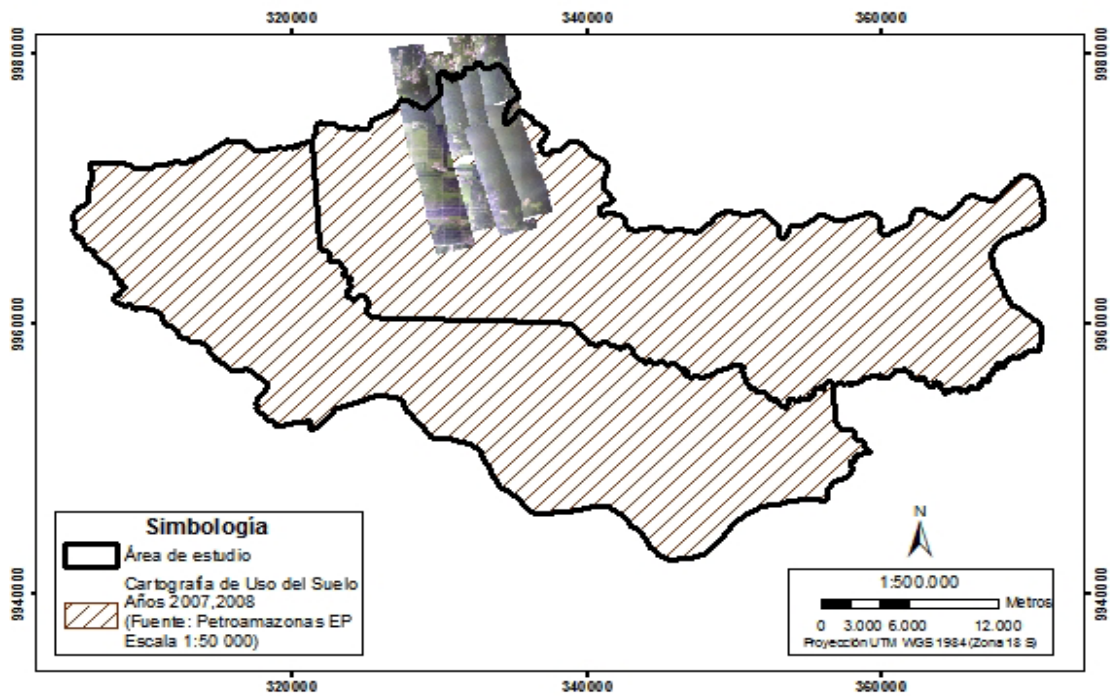
Gráfico 3.3.2.b.- Imágenes Quick Bird (año 2010, y cartografía consideradas para la clasificación supervisada.



Fuente: Petroamazonas EP.

Elaboración: Propia

Gráfico 3.3.2.c.- Líneas de vuelo de fotografía aérea Hasselblad H3DII-50 consideradas para la clasificación supervisada.



Fuente: Geoinformática y Sistemas (GEOIS), 2010

Elaboración: Propia

Existen áreas donde no se pudo tener acceso a información de campo o a imágenes o fotos aéreas de alta resolución (parte oriental del área de estudio). Para esto se procedió a utilizar cartografía de uso del suelo en los años 2007 y 2008 a escala 1: 50 000 existente en el área; esta información corresponde a los archivos de Petroamazonas Ep.

Se procedió a determinar las áreas de entrenamiento, en la imagen satelital. Fue necesario obtener varias muestras, adecuadamente distribuidas en la imagen. Se obtuvo un archivo de seis clases.

Para complementar el proceso de clasificación supervisada se procede a establecer las firmas espectrales finales (6 clases) en la imagen a clasificar. Como resultado se obtuvo un archivo raster .img, el cual presenta las clases establecidas para la determinación del uso del suelo.

Durante el proceso de clasificación supervisada se utilizó el algoritmo de regla de decisión de uso común para las firmas paramétricas denominado Máxima probabilidad

3.3.2.1 *Máxima probabilidad*

El algoritmo de máxima probabilidad asume que los histogramas de las bandas de datos se distribuyen de una manera normal, por lo que se basa en que la probabilidad de que un pixel pertenece a una clase en particular. La ecuación básica de este algoritmo supone probabilidades iguales para todas las clases y que las bandas de entrada tienen una distribución normal. (Erdas, 2005)

La ecuación para establecer la Máxima Probabilidad (D) es la siguiente:

$$D = \ln(a_c) - [0.5 \ln(|Cov_c|)] - [0.5(X - M_c)T(Cov_c^{-1})(X - M_c)]$$

Donde:

C = Clase particular

X = Vector de medición del píxel escogido

M_c = Vector de medidas de la muestra de la clase c

a_c = Porcentaje de probabilidad de que cualquier píxel candidato pertenezca a la clase

Cov_c = Matriz de covarianza de los píxeles de la muestra de la clase c

$|Cov_c|$ = Determinante de Cov_c (álgebra matricial)

\ln = Función de logaritmo natural

T = Función de transposición (álgebra matricial)

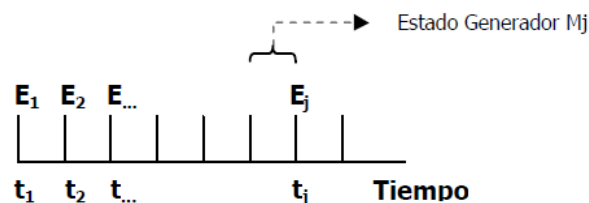
3.4 Generación de escenarios prospectivos de uso del suelo y cobertura vegetal a través de las Cadenas de Markov

3.4.1 Las cadenas de Markov

El nombre de esta metodología viene atribuida al matemático ruso A. Markov (1856-1922) el cual estudió un tipo de procesos que permite encontrar la probabilidad de que un sistema se encuentre en un estado en particular en un momento dado. (García J, 2001) Con esta información se puede predecir el comportamiento del sistema en un futuro.

La siguiente figura muestra el proceso para formular una cadena de Markov. El generador de Markov produce uno de (n) eventos posibles, E_j , donde $j = 1, 2, \dots, n$, a intervalos discretos de tiempo (que no tiene que ser iguales). Las probabilidades de ocurrencia para cada uno de estos eventos dependen del estado del generador. Este estado se describe por el último evento generado. Como se puede apreciar el último evento generado fue E_j , de manera que el generador se encuentra en el estado M_j . (Martínez, 2006)

Gráfico 3.4.1.-



La probabilidad de que E_k sea el siguiente evento generado es una probabilidad condicional: $P(E_k / M_j)$. Esto se llama probabilidad de transición del estado M_j al estado E_k . Las cadenas de Markov tienen la propiedad de que la probabilidad de que $X_n = j$ sólo depende del estado inmediatamente anterior del sistema: X_{n-1} . Para describir completamente una cadena de Markov es necesario saber el estado actual y todas las probabilidades de transición. (Martínez C, 2006)

Una gran ventaja es que la aplicación de las Cadenas de Markov permite establecer probabilidades de transición independientemente de las categorías de análisis, es decir genera una probabilidad para cada categoría. A este respecto hay que indicar que una de las limitaciones del algoritmo de las cadenas de Markov es la necesidad de contar con las mismas categorías en todas las fechas de la serie temporal, de tal forma que la desaparición o nueva aparición de alguna de ellas impide aplicar el método. (Pagelow, 2003)

3.4.1.1 Matriz de transición

La matriz de transición es una matriz cuadrada ($N \times N$), en la que todos sus elementos tienen un valor comprendido entre 0 y 1 y además la suma de estos de cada columna o fila de la matriz debe ser 1. (Bernis y Betancourt, 2006)

$$\begin{array}{cccc}
 \text{Estado} & 0 & 1 & M \\
 0 & p_{00}^{(n)} & \cdots & p_{0M}^{(n)} \\
 1 & \cdots & \cdots & \cdots \\
 M & p_{M0}^{(n)} & \cdots & p_{MM}^{(n)}
 \end{array}
 \Rightarrow p^{(n)} = \begin{bmatrix} p_{00}^{(n)} & \cdots & p_{0M}^{(n)} \\ \cdots & \cdots & \cdots \\ p_{0M}^{(n)} & \cdots & p_{MM}^{(n)} \end{bmatrix}$$

Se define para cada par de estados (i, j) que se alcanzan en dos pasos consecutivos de n y $n+1$ una probabilidad condicional denominada probabilidad de transición P_{ij} . (Bernis y Betancourt, 2006)

$$P_{ij} = P(X_{n+1} = j | X_n = i)$$

Donde:

P_{ij} : Probabilidad de Transición

X_{n+1} : Estado Futuro

X_n : Estado Anterior

Citado por Bernis y Betancourt, 2006.

3.4.2 Modelamiento Prospectivo: Módulo Markov en Idrisi Kilimanjaro

El proceso de modelamiento en Markov describe un estado futuro en función de un sistema modelado comprendido por dos escenarios, independientemente en tiempo, pero en espacios iguales. El cambio detectado entre un periodo y otro permite proyectar los cambios futuros. Esto se logra mediante una transición establecida en una matriz de probabilidad de cambio de uso del suelo. (Idrisi, 2004)

Idrisi, presenta dos herramientas o módulos que establecen técnicas de modelamiento que permiten establecer los cambios de uso del suelo en dos diferentes periodos, y posterior a esto establecer un futuro escenario. Para esto, es necesario correr dos procesos, las dos herramientas utilizadas para esto son el Análisis de Cambio de Markov y el Autómata Celular de Markov.

3.4.2.1 Análisis de Cambio de Markov

La herramienta de Análisis de Cambio de Markov, es una herramienta conveniente para el modelamiento de cambio de uso de la tierra, es de gran utilidad cuando los cambios y procesos son difíciles de describir.

El módulo de las Cadenas de Markov simula la predicción del estado de un sistema en un tiempo $t1$ a partir de dos estados precedentes $t0$ y $t-1$. Esto significa que la modelización no considera las variables explicativas y descriptivas, sino que se basa exclusivamente en el análisis de la dinámica interna del sistema. (Paegelow et al, 2002)

Como resultado se obtiene tres productos: una matriz de probabilidades de transición entre todas las categorías de ocupación del suelo; una matriz de áreas de transición la cual determina el número de píxeles que pueden sufrir una transformación (producto necesario en la aplicación de Autómatas Celulares de Markov); y, por último, mapas de cada una de las clases para establecer la probabilidad condicional ($0-1$) para cada una de las categorías en el tiempo $t1$, como proyección desde $t0$. Para ello se tiene en cuenta el número de unidades temporales (años en nuestro caso, que definen el número de iteraciones) transcurridos entre $t-1$ y $t0$, y entre esta última fecha y la que se pretende modelizar ($t1$), asumiendo una evolución lineal. (Paegelow et al, 2002)

Al desarrollar el análisis de cambio de uso de la tierra entre dos fechas se determina un cambio inherente sobre las categorías analizadas, pero no considera la distribución espacial de los sucesos dentro de cada categoría, es decir, no existe un componente espacial en el resultado de los modelos, lo que simula un proceso con un criterio separado de geografía.

3.4.2.2 *Autómatas Celulares de Markov*

Para agregar el carácter espacial de cada una de las clases analizadas se utilizará el módulo Autómata Celular de Markov, presentes en Idrisi. Este módulo es una extensión de la herramienta de Análisis de Cambio de Markov. Al usar las salidas de los análisis de cambio de Markov con los filtros de contigüidad “Grow out” se produce un nuevo uso de la tierra en un período más tardío. (Idrisi, 2004)

El Autómata Celular de Markov no sólo se tiene en cuenta el análisis de la serie cronológica de usos del suelo para la modelización (Cadenas de Markov), sino también la relación entre estos usos y las variables de la base de datos (Evaluación multicriterio), para, por último, asignar a cada píxel una categoría de ocupación del suelo (Evaluación Multiobjetivo) en la fecha proyectada. . (Paegelow et al, 2002)

A la vez un algoritmo de automatismo celular (con filtro medio booleano 5x5) mide la contigüidad local y su resultado es multiplicado por los mapas individuales de clases

obtenidos en la fase de análisis de cambio, incrementando la probabilidad de pertenecer a una categoría por vecindad. (Paegelow et al, 2002)

El filtro de cambio de las cadenas de Markov desarrollará una ponderación espacial explícita, la cual se aplicará de acuerdo a la distribución de las mismas, con un peso mayor en las zonas más próximas entre las clases aplicadas. Esto asegurará que el cambio de uso del suelo producido sea en función de la distribución de los anteriores y no del todo al azar.

Los requerimientos necesarios para la aplicación de esta función son el mapa de uso del suelo de referencia (fecha más próxima) utilizado para la aplicación de las Cadenas de Markov, la matriz de áreas de transición (Cadenas de Markov), y la indicación del número de iteraciones (que deben coincidir con los años de extrapolación para el cálculo de la proyección) y del tipo de filtro para el análisis de contigüidad local. . (Paegelow et al, 2002)

4 DINÁMICAS DE USO DEL SUELO EN LAS PARROQUIAS DE LIMONCOCHA Y SAN ROQUE, AÑOS 1987, 1996 Y 2008

4.1 Clases de uso del suelo

Según el proceso de clasificación no supervisada, se obtuvieron siete clases de uso del suelo. La clasificación presente se ha elaborado en función de este resultado.

Para este estudio, el uso del suelo se lo ha clasificado en seis clases y son las siguientes:

- *Bosque húmedo tropical*: Corresponde a vegetación pristina: Son bosques de tierra firme, cuyos suelos son relativamente planos.
- *Bosque húmedo tropical inundable*: Son bosques de tierras planas mal drenadas, donde la mayor parte del año se caracterizan por ser pantanosas o inundables. Se encuentran cerca a sistemas lacustres o contiguos a grandes ríos.
- *Cuerpos de agua*: Comprende todo lo referente a sistemas hídricos, ya sean lagos, lagunas o ríos.
- *Cultivos y pastos*: Son áreas de intervención antrópica, la cual se encuentra caracterizada por presencia de cultivos estacionales y permanentes. La actividad ganadera en los pastizales también se encuentra asignada a esta clase.
- *Palma africana*: Son áreas donde se ha instaurado el cultivo agroindustrial de palma africana (*Elaeis guineensis*). La clasificación comprende a superficies de cultivo agroindustrial de palma en diferentes edades¹⁸.

¹⁸ En la clasificación no supervisada se obtuvieron siete clases espectrales: 1. Bosque húmedo tropical, 2. Bosque húmedo tropical inundable, 3. Cuerpos de agua, 4. Cultivos de pastos, 5. Palma africana ≤ 2

- *Suelos descubiertos*: Comprende superficies deforestadas, libres de vegetación y actividad agrícola. Los bancos de arena también están inmersos en esta clase.

4.2 Características de uso del suelo. Años 1987, 1996 y 2008

La tabla 4.2 muestra el total de la superficie en hectáreas (ha) de cada categorías de uso del suelo, y su proporción con relación al total de la superficie del área de estudio. Se ha considerado los tres periodos de estudio (1987,1996 y 2008).

Tabla 4.2.- Superficie de uso de suelo en las parroquias de Limoncocha y San Roque. Años 1987, 1996 y 2008

Uso del Suelo	1987		1996		2008	
	Área (ha)	% Zona	Área (ha)	% Zona	Área (ha)	% Zona
Bosque húmedo tropical	96802	77,53	79979	64,06	77101	61,75
Bosque húmedo tropical inundable	8622	6,91	10468	8,38	8735	7,00
Cuerpos de agua	4458	3,57	5093	4,08	4913	3,93
Cultivos y pastos	7391	5,92	19135	15,33	18597	14,89
Palma africana	4955	3,97	8162	6,54	13127	10,51
Suelos descubiertos	2631	2,11	2020	1,62	2385	1,91
TOTAL	124857	100	124857	100	124857	100

Elaboración: Propia

Se ha realizado un análisis territorial de 124 857 hectáreas en los tres períodos de análisis, esto con la intención de hacer un análisis comparativo territorial equitativo. Los datos de la tabla 4.2 muestran que para los tres períodos existe una predominancia territorial del uso muy superior en relación a los otros usos establecidos y corresponde al bosque húmedo tropical, es decir aun existe mayoría de superficie en vegetación de

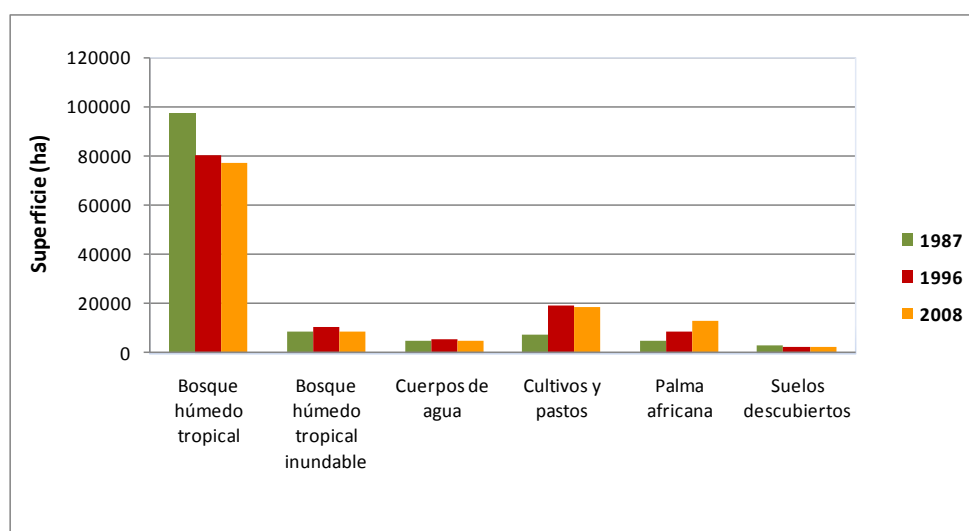
años 6. Palma africana ≥2 años, 7.Suelos descubiertos. En la determinación de la leyenda, se unieron las clases correspondientes a la palma africana (Clases 5 Y 6).

bosque primario; inclusive la predominancia continúa para el año 2008. (Ver gráfico 4.2.a)

De la misma forma, los suelos descubiertos se caracterizan en los tres períodos por ser el de menor superficie, donde en ninguno de los tres períodos no supera ni el 3% de ocupación en la superficie (Ver tabla 4.2 y gráfico 4.2.b)

Los gráficos 4.2.a y 4.2.b muestran la evolución de cada una de las clasificaciones de uso del suelo en los tres períodos establecidos (Años 1987, 1996 y 2008).

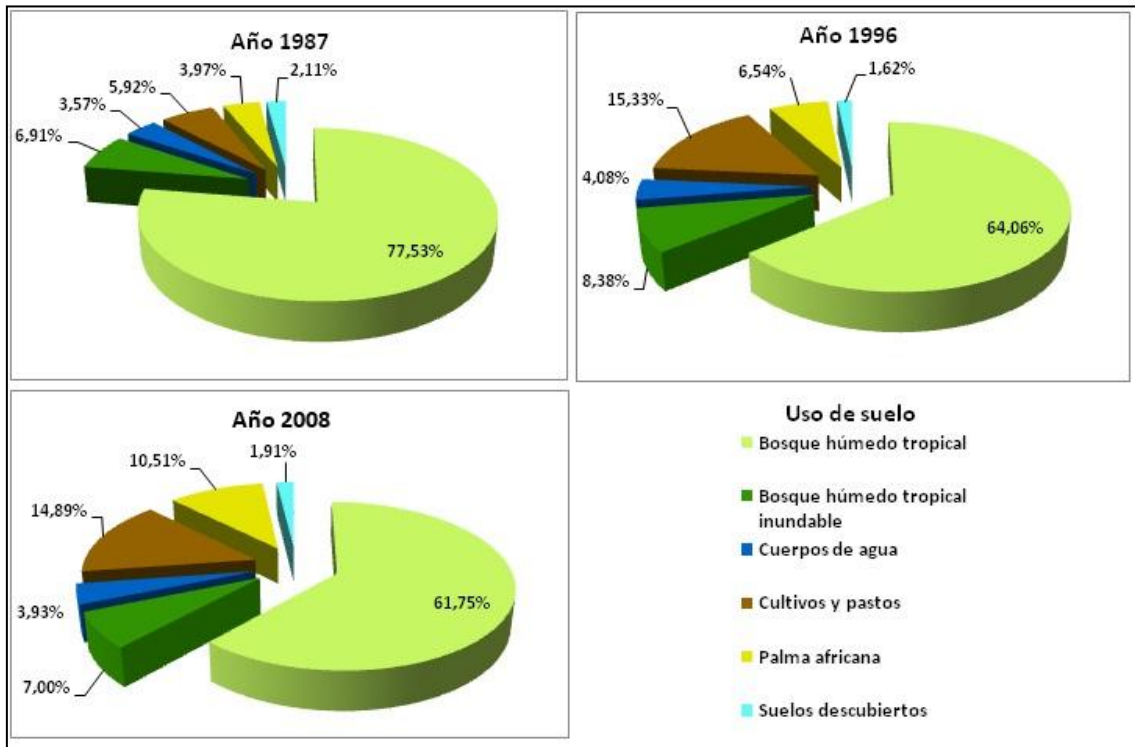
Gráfico 4.2.a- Superficie de uso de suelo en las parroquias de Limoncocha y San Roque. Años 1987, 1996 y 2008



Elaboración: Propia

La distribución porcentual del uso del suelo en el área de estudio para los años 1987, 1996 y 2008 se encuentra explícita en el gráfico 4.2.b:

Gráfico 4.2.b- Distribución porcentual del uso de suelo en las parroquias de Limoncocha y San Roque. Años 1987, 1996 y 2008



Elaboración: Propia

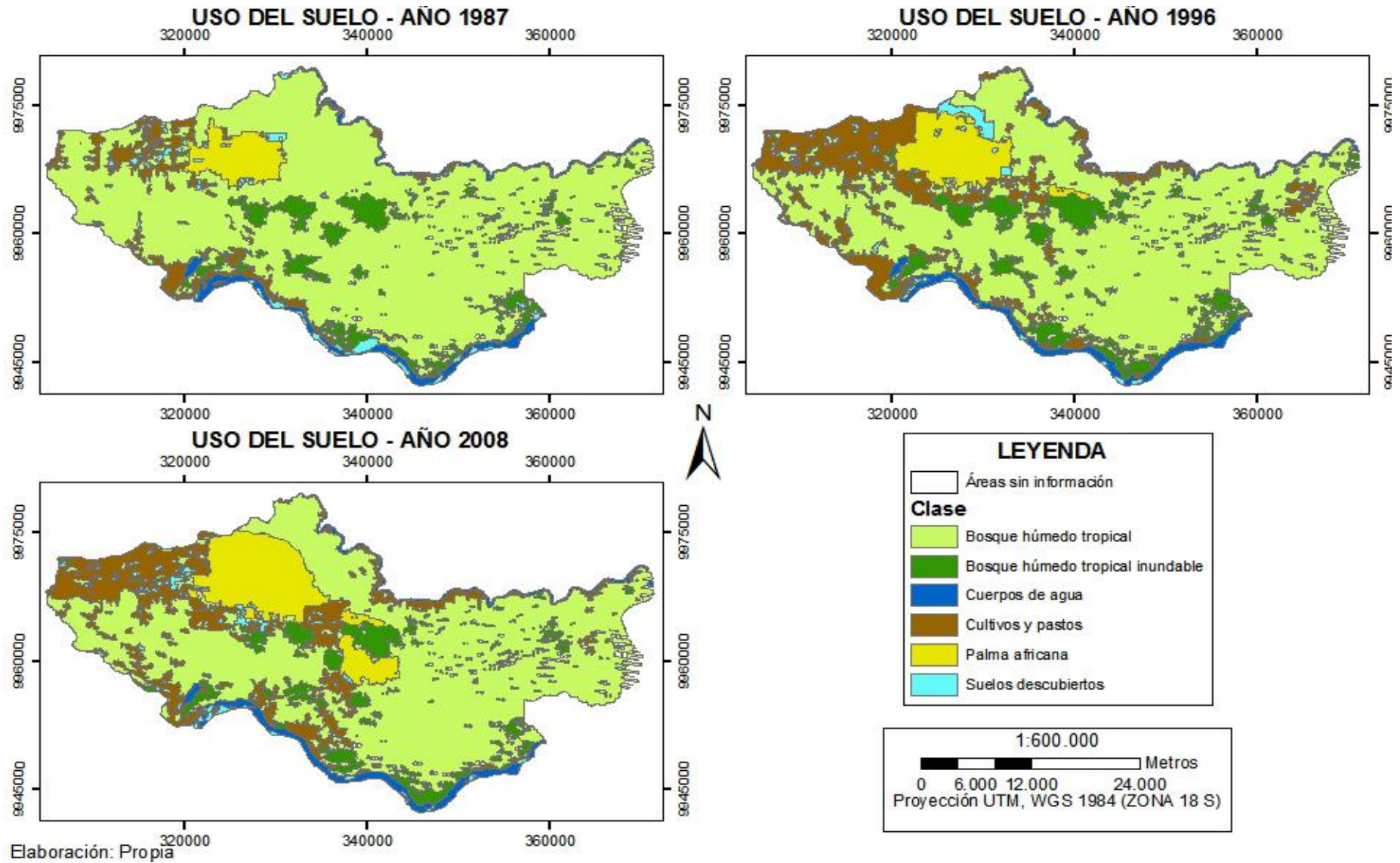
El gráfico 5.2.c., muestra el proceso espacial de cambio de uso del suelo en las parroquias de Limoncocha y San Roque. Para el año de 1987, se observa una primacía territorial del uso del suelo destinado al ecosistema primario de bosque húmedo tropical. Al noroeste del área de estudio, se observa un emplazamiento de forma cuasi rectangular, con un tamaño considerable que corresponde al cultivo agroindustrial de palma aceitera. Al oeste de esta zona, y al sur, en las riveras del Río Napo existen usos destinados a cultivos y pastos ligeramente dispersos entre sí, por lo que prácticamente no forman una unidad consolidada como la palma aceitera. Los suelos descubiertos se encuentran aledaños a los cultivos y pastos, y al cultivo agroindustrial de palma aceitera. La vegetación primaria correspondiente a bosque húmedo tropical inundable se encuentra en el centro del área de estudio y en las riveras del Río Napo. (Ver Anexo Cartográfico-Mapa N° 7)

Para el año de 1996, se observa también la primacía territorial del uso del suelo destinado al ecosistema primario de bosque húmedo tropical. En el área de estudio se

observan dos emplazamientos correspondientes al cultivo agroindustrial de palma aceitera: el primero ubicado al noroeste, de forma cuasi cuadrangular y tamaño considerable; y el segundo emplazamiento de menor tamaño se encuentra ubicado al centro norte del área de estudio. Al oeste de esta zona, se evidencian usos destinados a cultivos y pastos casi conglomerados entre sí, existen zonas de este uso ligeramente dispersas (centro oeste y riveras de los Ríos Napo y Aguarico). Los suelos descubiertos se encuentran entre los cultivos y pastos, y el cultivo agroindustrial de palma aceitera. La vegetación primaria correspondiente a bosque húmedo tropical inundable se encuentra en el centro del área de estudio y en las riveras del Río Napo. (Ver Anexo Cartográfico-Mapa N° 8)

Para el año de 2008, aún se observa una primacía territorial del uso del suelo destinado al bosque húmedo tropical. En el área de estudio se observan tres emplazamientos correspondientes al cultivo agroindustrial de palma aceitera: el primero ubicado al noroeste, de forma irregular y tamaño muy considerable; el segundo emplazamiento de menor tamaño se encuentra ubicado al centro-norte del área de estudio; y el tercer emplazamiento, ubicado al centro, de forma cuasi rectangular y de tamaño considerable. Al oeste de esta zona, se evidencian usos destinados a cultivos y pastos casi conglomerados entre sí, existen zonas de este uso ligeramente dispersas (centro oeste y riveras de los Ríos Napo y Aguarico). Los suelos descubiertos se encuentran aledaños a los cultivos y pastos, y también al cultivo agroindustrial de palma aceitera. La vegetación primaria correspondiente a bosque húmedo tropical inundable se encuentra en el centro del área de estudio y en las riveras del Río Napo. (Ver Anexo Cartográfico-Mapa N° 9)

Gráfico 4.2.c.-Uso del suelo para los años 1987, 1996 y 2008 en las parroquias de Limoncocha y San Roque



4.3 Tasas de Cambio

Posterior a la determinación de las superficies de cada cobertura vegetal y uso del suelo en los tres periodos, se procede a comparar el área del segundo periodo de estudio con el área del primer periodo de estudio, y se calcula el porcentaje de cambio de dicha cobertura. Para esto se aplica la siguiente fórmula:

$$\% \text{ cambio} = \left(\frac{A_2 * 100}{A_1} \right) - 100$$

Donde:

A_1 : Área de uso del suelo en el primer período

A_2 : Área de uso del suelo en el segundo período

Para establecer la tasa anual de cambio, se procederá a dividir el porcentaje de cambio obtenido en el periodo de estudio, con la diferencia de años del mismo. Por ejemplo, en el período de 1987 y 1996, existe un periodo de estudio de 9 años, este es el número que se divide para la tasa de cambio del período.

$$\% \text{ cambio} = \frac{\left(\frac{A_2 * 100}{A_1} \right) - 100}{t1 - t}$$

Donde:

$t1 - t$: Diferencia de años del período

La tabla 4.3 muestra los cambios de uso del suelo ocurrido en los periodos 1987-1996, 1987-2008 y 1996-2008. Se muestra la superficie de cambio en hectáreas, el porcentaje de cambio y la tasa anual de cambio de cada una de las clases.

Tabla 4.3.- Cambio de uso del suelo en las parroquias de Limoncocha y San Roque.

Años 1987, 1996 y 2008

Uso del Suelo	1987-1996			1987-2008			1996-2008		
	Sup. cambio (ha)	% cambio	Tasa anual	Sup. cambio (ha)	% cambio	Tasa anual	Sup. cambio (ha)	% cambio	Tasa anual
Bosque húmedo tropical	-16822	-17,38	-1,93	-19701	-20,35	-0,97	-2879	-3,60	-0,30
Bosque húmedo tropical inundable	1847	21,42	2,38	113	1,31	0,06	-1734	-16,56	-1,38
Cuerpos de agua	635	14,25	1,58	455	10,20	0,49	-180	-3,54	-0,30
Cultivos y pastos	11744	158,91	17,66	11206	151,63	7,22	-538	-2,81	-0,23
Palma africana	3207	64,73	7,19	8173	164,95	7,85	4965	60,84	5,07
Suelo descubierto	-611	-23,22	-2,58	-245	-9,33	-0,44	365	18,09	1,51

Elaboración: Propia

4.4 Análisis del cambio de uso del suelo en los períodos 1987-1996, 1987-2008 y 1996-2008

Para el período 1987-1996, la clase con mayor predominancia en cuanto a superficie es la que respecta al Bosque húmedo tropical. Con una diferencia de -16822 hectáreas, es la clase con mayor pérdida de superficie para este período (-17,38% superficie). Los cultivos y pastos es la clase con mayor porcentaje de cambio (158,91%), teniendo una tasa anual de crecimiento del 17,66%. En este período el sistema de plantación de palma africana también presenta un considerable crecimiento anual del 7,19% de su superficie. (Ver tabla 4.3)

Para el período de 1987-2008, la clase correspondiente a bosque húmedo tropical vuelve a ser la de mayor pérdida de superficie con una pérdida de 19701 hectáreas (-20,35% superficie). El cultivo de palma africana es la clase con mayor porcentaje de cambio para este período (164,95%), es decir es el uso de mayor crecimiento. Los cultivos y pastos también tienen un considerable crecimiento de su superficie (11 206 hectáreas). (Ver tabla 4.3)

Para el período 1996-2008, la clase correspondiente a bosque húmedo tropical y bosque húmedo tropical inundable reportan la mayor pérdida de superficie (-2879 y -1734 hectáreas). Para este período, la clase correspondiente al cultivo de palma africana es la de mayor crecimiento en cuanto al uso y ocupación del suelo (4965 hectáreas).

5 ESCENARIOS PROSPECTIVO AL 2015

El módulo de Markov en Idrisi, considera dos fechas para hacer las estimaciones de las proyecciones de los escenarios futuros. Para la realización del modelo a futuro, se utilizó el periodo entre 1996-2008; la proyección se aplicó hacia el 2015. (Ver tabla 5.a)

Tabla 5.a.- Parámetros de análisis para la estimación del escenario a futuro.

Período	Fecha Análisis (t_0)	ΔT_1	Fecha análisis (t_1)	ΔT_2	Proyección
1996-2008	1996	12	2008	07	2015

Elaboración: Propia

La tabla 5.b., describe el resultado del escenario de posible ocurrencia de uso del suelo para el 2015 en las parroquias de Limoncocha y San Roque. Se han analizado un total de 124 857 hectáreas (100% de la superficie); de esta totalidad se observa que para el 2015 la superficie de mayor uso corresponde al bosque húmedo tropical (60,65% uso); en segundo lugar se encuentran los cultivos y pastos ocupan un 14,53% de uso; la palma africana ocupa el tercer puesto con una representación espacial del 12,18% del uso del suelo en el territorio; el bosque húmedo tropical inundable con el 6,46%, los cuerpos de agua con el 4,00% de uso; y finalmente la superficie de menor uso espacial corresponde a la clase destinada a suelos descubiertos.

Tabla 5.b.- Superficie de uso del suelo proyectada al 2015 en las parroquias Limoncocha y San Roque

Uso del Suelo	1996-2008 TO 2015	
	Área (ha)	% Zona
Bosque húmedo tropical	75726	60,65
Bosque húmedo tropical inundable	8061	6,46
Cuerpos de agua	4994	4,00
Cultivos y pastos	18142	14,53
Palma africana	15206	12,18
Suelos descubiertos	2728	2,18
TOTAL	124857	100,00

Elaboración: Propia

Como resultado de aplicación de las cadenas de Markov se estableció una matriz de transición, cuyos valores se encuentran entre 0 -1. Por lo que la sumatoria en sus filas da como resultado 1, además de ser una matriz cuadrada. A continuación se presenta las matrices de las probabilidades de transición generadas para los períodos de análisis.

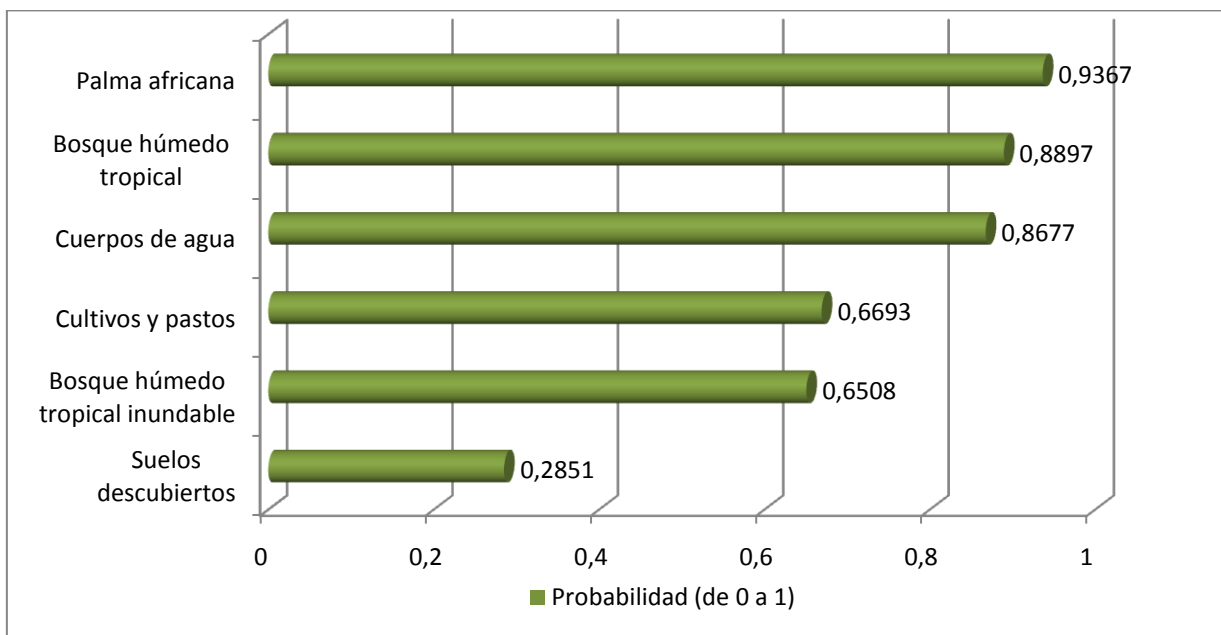
Tabla 5.c.- Matriz de probabilidades de transición de la superficie del uso del suelo en las parroquias Limoncocha y San Roque

Uso del Suelo	Bosque húmedo tropical	Bosque húmedo tropical inundable	Cuerpos de agua	Cultivos y pastos	Palma africana	Suelos descubiertos
Bosque húmedo tropical	0,8897	0,0284	0	0,0532	0,0239	0,0048
Bosque húmedo tropical inundable	0,3205	0,6508	0,0009	0,0224	0,0037	0,0016
Cuerpos de agua	0,0042	0,0021	0,8677	0,0218	0	0,1042
Cultivos y pastos	0,1889	0,0055	0	0,6693	0,01	0,1263
Palma africana	0,0076	0	0	0,0148	0,9367	0,0409
Suelos descubiertos	0,001	0	0,1318	0,3256	0,2565	0,2851

Elaboración: Propia

En el gráfico 5.a., se observa las probabilidades de transición de los diferentes usos del suelo, resultado de la aplicación del algoritmo de Markov en el software Idrisi. Las probabilidades de transición de los diferentes usos son las siguientes: La de mayor probabilidad de ocurrencia del escenario corresponde al cultivo de palma africana (0.94); el bosque húmedo tropical tiene una probabilidad del 0,89; los cuerpos de agua son probables de que ocurran en un 0,87; la ocurrencia del escenario de los cultivos y pastos está en 0,67; el bosque húmedo tropical inundable se maneja en una probabilidad de 0,65; y finalmente el uso de menor probabilidad corresponde a los suelos descubiertos con 0,29. (Ver gráfico 5.a)

Gráfico 5.a.- Probabilidades de transición de la superficie del uso del suelo en las parroquias Limoncocha y San Roque-Año 2015



Elaboración: Propia

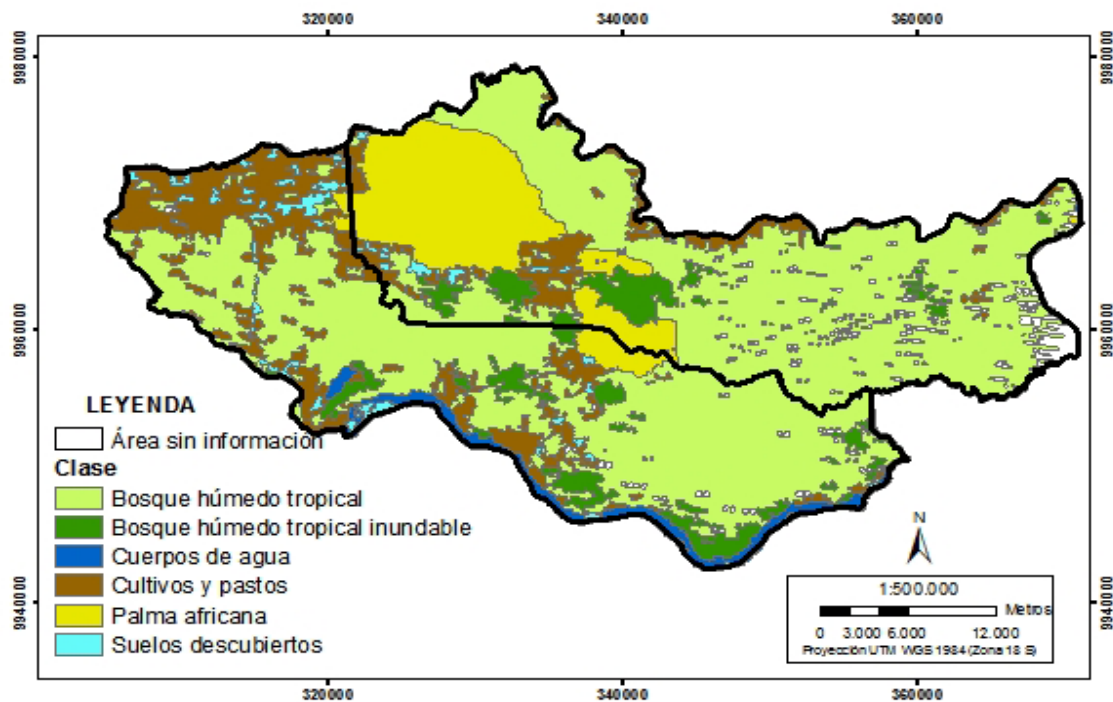
El gráfico 5.b., muestra la distribución espacial del uso del suelo en un escenario predictivo en base al modelo de proyección de Markov. El período de análisis para la proyección fue en función de los años 1996 y 2008.

Para el 2015 se vaticina un escenario de cambio en el cual la mayor superficie de cambio corresponde al incremento de cultivo de palma africana (2079 hectáreas); el bosque húmedo tropical y el bosque húmedo tropical inundable tienden a decrecer (-1375 y -674 hectáreas). Después de la palma africana, la mayor tasa anual de crecimiento corresponde a los suelos descubiertos (1,20) (Ver tabla 5.d)

Para el año de proyección (año 2015), aún se observa una primacía territorial del uso del suelo destinado al ecosistema primario del bosque húmedo tropical. En el área de estudio se observan tres emplazamientos correspondientes al cultivo agroindustrial de palma aceitera: el primero ubicado al noroeste, de forma irregular y tamaño muy considerable; el segundo emplazamiento de menor tamaño se encuentra ubicado al centro-norte del área de estudio; y el tercer emplazamiento, ubicado al centro, de forma cuasi rectangular y de tamaño considerable. Al oeste de esta zona, se evidencian usos

destinados a cultivos y pastos casi conglomerados entre sí, existen zonas de este uso ligeramente dispersas (centro-oeste y riveras de los Ríos Napo y Aguarico). Los suelos descubiertos se encuentran dispersos entre los cultivos y pastos. La vegetación primaria correspondiente a bosque húmedo tropical inundable se encuentra en el centro del área de estudio y en las riveras del Río Napo. (Ver Anexo Cartográfico-Mapa N° 10)

Gráfico 5.b.- Proyección al 2015 en las parroquias de Limoncocha y San Roque (Basado en las probabilidades de transición. Años 1996-2008)



Elaboración: Propia

La tabla 5.d., hace una comparación del uso del suelo entre el año 2008 y el uso proyectado para el año 2015, en esta se establece el cambio que probablemente ocurra en el transcurso de este período (2008-2015). Se vaticina que el uso de mayor cambio entre el 2008 y el 2015, corresponde a la palma africana, en la cual se presenta un incremento de 2079 hectáreas (15,84% cambio). A relación del 2008, para el 2015 el bosque húmedo tropical disminuye en 1375 hectáreas.

Tabla 5.d.- Cambio de uso del suelo en las parroquias de Limoncocha y San Roque.

Años 2008-2015

Uso del Suelo	2008-2015		
	Superficie de cambio (ha)	% de cambio	Tasa anual
Bosque húmedo tropical	-1375	-1,78	-0,15
Bosque húmedo tropical inundable	-674	-7,71	-0,64
Cuerpos de agua	81	1,65	0,14
Cultivos y pastos	-455	-2,45	-0,20
Palma africana	2079	15,84	1,32
Suelos descubiertos	343	14,36	1,20
TOTAL	0	20	2

Elaboración: Propia

6 IMPACTOS Y EFECTOS SOCIOAMBIENTALES OCASIONADOS POR LA ACTIVIDAD AGROINDUSTRIAL DE PALMA AFRICANA

6.1 Evaluación de Impactos Ambientales y Sociales Ocasionados en la Actividad Agroindustrial de Palma Africana (Metodología de Envirotec Cía. Ltda.)

A continuación se identifican y evalúan los posibles impactos ambientales que pueden presentarse en el transcurso de las actividades previstas para el establecimiento y operación del sistema de plantación de la palma africana en la empresa Palmeras del Ecuador.

Con base en el conocimiento del ecosistema, las observaciones y experiencias obtenidas durante las tres visitas de campo, se han identificado las actividades susceptibles de cambiar las condiciones naturales del área, los elementos que serían alterados y las características de la afectación.

Envirotec Cía. Ltda., es una empresa dedicada al desarrollo de la consultoría enfocada a la ingeniería ambiental desde hace 17 años, por lo que brinda soporte técnico a un sinnúmero de empresas de diferente índole, las cuales están comprometidas directamente con el entorno natural debido a las actividades que estas realizan, y que por lo tanto necesitan desarrollar estudios de impacto ambientales adecuados para la aplicación en la gestión ambiental empresarial.

Para determinar la identificación y valoración de impactos se adaptó a este estudio la metodología empleada por Envirotec Cía. Ltda.

6.1.1 Metodología para la identificación de impactos ambientales

Para la identificación de impactos ambientales se utiliza una matriz que relaciona las actividades con los componentes del medio definidos como factores ambientales.

6.1.1.1 Selección de las actividades

A continuación se definirá las diferentes actividades que impliquen afecciones, y que permitan la relación específica con cada factor ambiental. En las matrices a las actividades se las ha denominado como “acciones”.

Así, en función de la descripción de la agroindustria de palma africana se han seleccionado diferentes fases que a su vez contemplan una serie de acciones, las mismas que se listan a continuación:

➤ Preparación del terreno y construcción

- Movilización de maquinaria y equipo
- Desbroce de vegetación y remoción del suelo
- Construcción de obras civiles (alcantarillado, drenaje, campamentos, planta extractora)
- Captación de agua
- Construcción de viveros y adecuación de Unidades productivas agrícolas (UPA'S)

➤ Establecimiento y operación de la plantación agroindustrial

- Adecuación del sistema riego
- Fertilización del suelo
- Control fitosanitario (uso de plaguicidas)

- Control de malezas (uso de herbicidas)
- Cosecha de la fruta
- Transporte

➤ *Abandono y rehabilitación del área*

- Abandono y desmantelamiento
- Replantación

6.1.1.2 *Identificación de los factores ambientales*

Con el fin de determinar la influencia que tendrán las acciones que se desarrollarán durante las actividades previstas en la plantación agroindustrial, sobre las condiciones ambientales del área, se identificaron dentro de cada uno de los componentes ambientales (físicos, bióticos, socioeconómicos, arqueológicos y de paisaje) los elementos que los integran y en ellos los indicadores que permiten valorar los potenciales cambios.

➤ *Componente Abiótico*

Los componentes considerados dentro de los aspectos físicos fueron suelo, agua, aire y geoformas. A continuación se describe el significado de sus respectivos factores ambientales.

Suelo

- *Condiciones Químicas:* Se refiere a los potenciales cambios que pueden operarse en la composición de los suelos como resultado de las actividades involucradas en la agroindustria

- *Condiciones Físicas:* Se refiere a las características texturales y estructurales del suelo que pueden ser modificadas como resultado de las acciones que se realizarán durante las diferentes etapas del sistema. La textura corresponde a la granulometría del suelo. La estructura hace referencia al grado de compactación, cohesión y a la presencia de agregados o grietas.

Agua

- *Calidad:* Hace referencia a la posibilidad de que las acciones del sistema agroindustrial causen cambios en las condiciones físicas, químicas o bacteriológicas de los cuerpos de agua.
- *Caudal:* Considera los cambios que pueden operarse en el caudal de los cuerpos hídricos del área en función de las acciones a desarrollarse.

Atmósfera

- *Calidad del aire:* Se refiere a la potencial modificación de las concentraciones de material particulado y gases presentes en el aire, debido principalmente al tránsito de maquinaria, equipos, y operación de sistemas de fumigación.
- *Clima:* Se refiere a las variaciones de humedad, temperatura, e inclusive precipitación. Es importante analizar este factor por el hecho de analizar una superficie de aproximadamente 10 mil ha., la cual ha tenido cambios biofísicos significativos.

Geofomas

Se trata de las condiciones geomorfológicas del terreno que podrían ser modificadas por efecto de la instauración del sistema agroindustrial

➤ *Componente Biológico*

Flora

Se enfoca principalmente en las zonas de bosque que existieron y que existen en el área de estudio.

Fauna terrestre

El bosque húmedo tropical se caracteriza por poseer alta diversidad de especies y a la vez baja densidad de las mismas. Muchas especies son sensibles a cambios efectuados en su hábitat, lo cual puede ocasionar su migración que puede ser de carácter temporal o permanente, en función de los impactos que se produzcan. Los grupos anfibios e invertebrados terrestres tienen una capacidad más reducida de migrar, de manera que serían los más afectados. (Jiménez, 2010, En Envirotec 2010)

Fauna acuática

Los cuerpos de agua y su red fluvial son muy importantes en la zona del estudio. Estos, además de proporcionar el recurso agua necesario para todos los procesos biológicos, constituye el hábitat que favorece la reproducción y desarrollo de peces, anfibios y macroinvertebrados acuáticos. (Jiménez, 2010, En Envirotec 2010)

Áreas protegidas

Este indicador se ha establecido, por el motivo de que existen áreas protegidas aledañas a la zona de estudio. Las siguientes áreas protegidas (tabla 5.1.2) son las más próximas a la empresa Palmeras del Ecuador:

Tabla 6.1.1.2.- Distancia lineal del monocultivo de palma africana hacia las áreas protegidas

Área protegida	Distancia lineal de Palmeras del Ecuador
Reserva de Producción Faunística Cuyabeno	16 Km.
Bosque Protector Pañacocha	15 Km.
Parque Nacional Yasuní	15.5 Km.
Reserva Biológica Limoncocha	8 Km.

Elaboración: Propia

➤ *Componente Socioeconómico*

Cultivos y ganadería

Se refiere a la alteración de zonas de pastizales y cultivos dedicados al mercado y autoconsumo. Involucra también posibles afectaciones del ganado vacuno y porcino, y aves de corral, especialmente aquellas derivadas de procesos que pudieran ocasionar cambios en las características físico-químicas del agua.

Conflictividad Social

Se trata de las condiciones normales en las que cotidianamente se desenvuelve la población, las mismas que pueden ser alteradas por la acción de factores propios de las actividades involucradas en el proyecto, especialmente por presión no planificada sobre los recursos colectivos o deficiencia en los niveles de negociación e indemnizaciones a los bienes afectados, especialmente cultivos comerciales. (Envirotec,2010)

Generación de Empleo

Se refiere a la mano de obra local y no calificada que puede ser ocupada durante las actividades del proyecto, factor que se asocia al acceso a recursos monetarios. (Envirotec, 2010)

Seguridad y Salud

Involucra las garantías a la integridad física que tienen los diferentes individuos para realizar las actividades diarias sin riesgos para sí; también se considera las condiciones de salud presentes en el entorno.

➤ *Perceptual (Paisaje)*

Considera las condiciones paisajísticas del área. El paisaje natural, entendido como tal el no antropizado, aquel en el que no se encuentran rastros de la actividad humana como tendidos eléctricos, construcciones o caminos, va siendo cada vez un recurso más

escaso, el cual es difícilmente renovable, pero fácil de alterar o destruir. (Villarino, 1985)

6.1.1.3 Matriz de identificación de impactos ambientales

6.1.2 Metodología de calificación de la matriz de valoración de impactos ambientales

Para el desarrollo de esta metodología se consideró la labor del equipo interdisciplinario de profesionales consultores de Envirotec Cía. Ltda., los cuales participan en el desarrollo de los estudios de impacto ambiental. Para ponderar el impacto de las actividades sobre los factores determinados anteriormente, se asociaron los siguientes criterios:

- Magnitud
- Probabilidad de Ocurrencia
- Duración
- Área de Influencia
- Sensibilidad
- Clase de Impacto

El Proceso Analítico Jerárquico (AHP en sus siglas en inglés Analytic Hierarchy Process), consiste en una metodología basada en el principio de la experiencia y el conocimiento de los actores o especialistas en el tema. Envirotec Cía. Ltda., ha aplicado este procedimiento con sus mejores profesionales, de manera que se han establecido criterios de calificación, estructurando atributos de las diferentes variables consideradas en forma jerárquica, a través del trabajo de un equipo multidisciplinario, lo que se traduce en un modelo matemático, que es constantemente revisado y mejorado. (Envirotec, 2010)

De esta forma se estableció una escala de valoración para cada uno de estos criterios:

6.1.2.1 *Magnitud*

- ✓ Muy Alta (5): Se provoca una alteración total del factor analizado.
- ✓ Alta (4): Se modifican significativamente las características del factor analizado.
- ✓ Media (3): Las alteraciones producidas son visibles y sobrepasan ligeramente el rango de tolerancia que admite el factor analizado.
- ✓ Baja (2): Las alteraciones del factor son de difícil percepción. Se encuentran dentro del rango de tolerancia que admite el factor analizado.
- ✓ Muy Baja (1): Las alteraciones ocurren pero son prácticamente imperceptibles, casi no se modifican las características del factor analizado.

6.1.2.2 *Probabilidad de Ocurrencia*

- ✓ Alta (2,0): El impacto es inminente, la posibilidad de que ocurra es prácticamente del 100%.
- ✓ Media (1,5): Es probable que el impacto se dé, dadas las condiciones de la zona y las características de la actividad a realizarse.
- ✓ Baja (1,0): Las características de la operación implican que la probabilidad de ocurrencia del impacto es reducida, pero no puede descartarse por completo.

6.1.2.3 *Duración (D)*

- ✓ Permanente (1,0): La alteración será permanente en el tiempo o tendrá una larga duración. Por ejemplo la vegetación desbrozada para construir. La contaminación del suelo también se considera un impacto permanente, ya que este factor no presenta facilidades para su regeneración natural, es necesario efectuar procesos que lo faciliten.

- ✓ Temporal (0,8): El factor tiene capacidad de regenerarse de manera natural, como el agua, (siempre y cuando se hable de ríos o esteros), ya que la capacidad de dilución y depuración natural que tienen los ríos implican que las modificaciones causadas vayan desapareciendo en un período relativamente corto de tiempo. Lo mismo sucede con el aire.

6.1.2.4 *Área de Influencia*

- ✓ Menor a 2,5 hectáreas ó menor a 1 kilómetro (lineales en caso de cuerpos hídricos, líneas de flujo o vías) (0,6)
- ✓ Entre 2,5 hectáreas y 10 hectáreas ó entre 1 y 5 kilómetros (0,8)
- ✓ Mayor a 10 hectáreas o mayor a 5 kilómetros (1,0)

6.1.2.5 *Sensibilidad*

Se refiere al grado de susceptibilidad que tiene el componente a ser deteriorado ante la incidencia de las actividades. Las áreas clasificadas como de alta sensibilidad, en general, presentarán mayor susceptibilidad a los impactos.

La calificación numérica comprendió los valores siguientes:

- ✓ Sensibilidad Alta (1,0)
- ✓ Sensibilidad Media (0,8)
- ✓ Sensibilidad Baja (0,6)

6.1.2.6 *Clase de Impacto*

- ✓ Positivo (+1): Cuando el impacto favorece al factor analizado.
- ✓ Negativo (-1): Cuando el factor analizado sufre deterioro por efecto del impacto producido por determinada actividad.

Tabla 6.1.2.a.- Criterios para la valoración del impacto ambiental en el sistema de plantación agroindustrial de palma africana. Sector de Palmeras del Ecuador, Shushufindi

Magnitud (M)				
Muy Alta	Alta	Media	Baja	Muy Baja
5	4	3	2	1
Probabilidad de Ocurrencia (PO)				
Alta		Media		Baja
2,0		1,5		1,0
Duración (D)				
Permanente			Temporal	
1,0			0,8	
Área de Influencia (AI)				
Menor a 2,5 hectáreas ó menor a 1 kilómetro (lineales en caso de cuerpos hídricos, líneas, oleoductos o vías)	Entre 2,5 hectáreas y 10 hectáreas ó entre 2 y 5 kilómetros		Mayor a 10 hectáreas Mayor a 5 kilómetros	
0,6	0,8		1,0	
Sensibilidad (S)				
Alta		Media		Baja
1,0		0,80		0,60
Clase de Impacto (CI)				
Positivo			Negativo	
+1			-1	

Fuente: Envirotec, 2.006-2.010

La valoración del impacto estará dada por:

$$I = M \times PO \times D \times AI \times S \times CI$$

En tal sentido, se tendrá una escala de valores entre -10 y +10. Aquellas actividades que no determinen impactos sobre el factor ambiental asociado, tendrán una magnitud de 0 y evidentemente no se calificarán los demás aspectos.

Para tener una idea general del impacto en cuanto a su valoración, se ha preparado la matriz de calificación que incluye los factores antes mencionados y otra que contiene la multiplicación algebraica de los mismos, de forma que se obtenga la calificación cuantitativa de la afectación que una acción puede originar en el ambiente, mediante valores positivos máximos de + 10 o + 100% o negativos de -10 o -100%. Los criterios utilizados para valorar las matrices de evaluación de impactos fueron los establecidos en la siguiente tabla:

Tabla 6.1.2.b.- Valoración de impactos ambientales en el sistema de plantación agroindustrial de palma africana. Sector de Palmeras del Ecuador, Shushufindi

LEYENDA		
-10 a -7,5	-100% a -75%	Muy significativo negativo
-7,5 a -5,0	-75% a -50%	Significativo negativo
-5,0 a -2,5	-50% a -25%	Medianamente significativo negativo
-2,5 a -1,0	-25% a -10%	Poco significativo negativo
-1,0 a 0	-10% a 0%	No significativo negativo
0	0%	No existe impacto
0 a 1,0	0% a 10%	No significativo positivo
1,0 a 2,5	10% a 25%	Poco significativo positivo
2,5 a 5	25% a 50%	Medianamente significativo positivo
5 a 7,5	50% a 75%	Significativo positivo
7,5 a 10	75% a 100%	Muy significativo positivo

Fuente: Envirotec, 2.006

6.1.2.7 *Matriz de Valoración de impactos ambientales*

6.1.2.8 *Matriz de Valoración de impactos ambientales (Síntesis)*

6.1.3 Resultados de la valoración de impactos ambientales

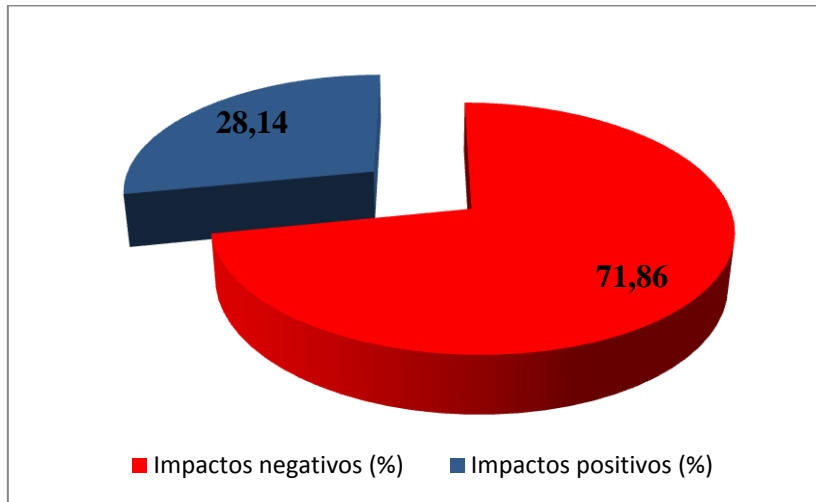
Como resultado de la calificación de impactos en la matriz, se determinó que existen 115 impactos negativos, y 41 impactos positivos, en las actividades para el establecimiento y operación de una planta agroindustrial en el área de estudio. El mayor número de impactos se repite en el nivel de impactos no significativos negativos (rango de -1,0 a 0), con 37 impactos. No existen impactos muy significativos positivos o significativos positivos para la presente actividad. (Ver tabla 6.1.3.a)

Tabla 6.1.3a.- Ponderación de impactos ambientales presentes en el sistema de plantación agroindustrial de palma africana. Sector de Palmeras del Ecuador, Shushufindi

Nivel de impacto	Rango	Tipo de impacto	Número de impactos	Porcentaje impactos
Muy significativo negativo	-10 a -7,5	-	10	5,99
Significativo negativo	-7,5 a -5,0	-	10	5,99
Medianamente significativo negativo	-5,0 a -2,5	-	28	16,77
Poco significativo negativo	-2,5 a -1,0	-	34	20,36
No significativo negativo	-1,0 a 0	-	38	22,75
No significativo positivo	0 a 1,0	+	14	8,38
Poco significativo positivo	1,0 a 2,5	+	20	11,98
Medianamente significativo positivo	2,5 a 5	+	13	7,78
Significativo positivo	5 a 7,5	+	0	0,00
Muy significativo positivo	7,5 a 10	+	0	0,00
TOTAL DE IMPACTOS NEGATIVOS			120	71,86
TOTAL DE IMPACTOS POSITIVOS			47	28,14
TOTAL DE IMPACTOS			167	100,00

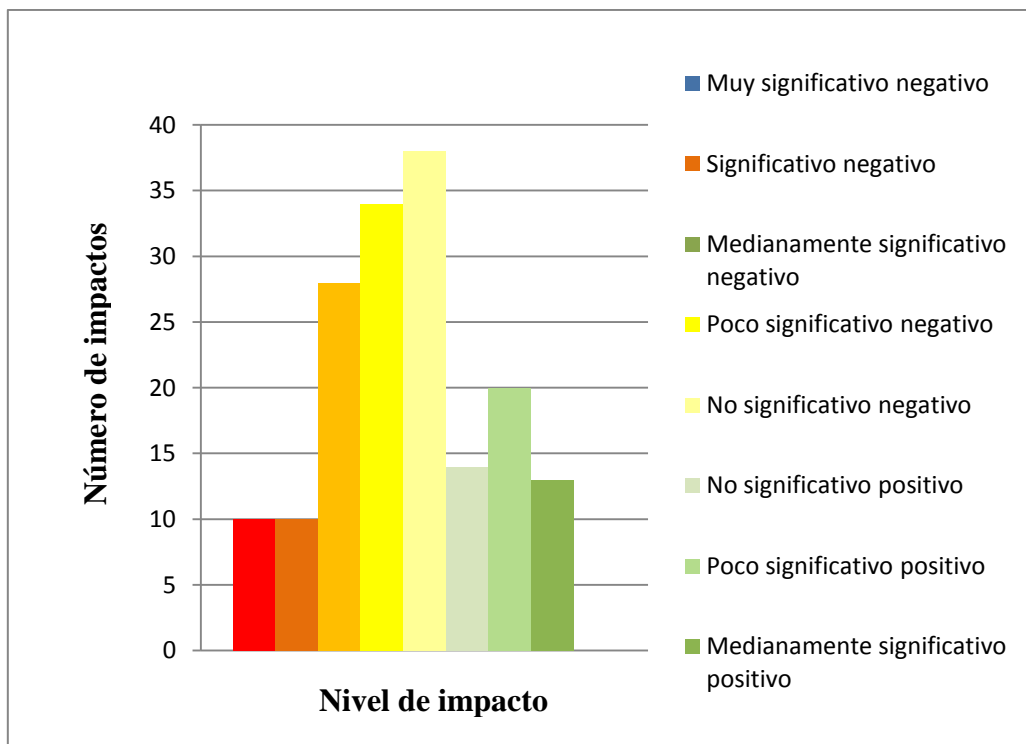
Elaboración: Propia

Gráfico 6.1.3.a.- Impactos positivos y negativos generados en la agroindustria de palma africana. Sector Palmeras del Ecuador, Shushufindi.



Elaboración: Propia

Gráfico 6.1.3.b.- Ponderación de impactos ambientales presentes en el sistema de plantación agroindustrial de palma africana. Sector de Palmeras del Ecuador, Shushufindi



Elaboración: Propia

La actividad agroindustrial generada para el cultivo de palma africana en la empresa Palmeras del Ecuador presenta casi las tres cuartas partes de los impactos generados como impactos negativos (73,73%), el resto (26,28%) son impactos positivos resultante de la actividad agroindustrial, los cuales casi en su mayoría son revertidos en el componente socioeconómico.

6.2 Efectos Socioambientales ocasionados por el cultivo agroindustrial de palma aceitera

Durante el proceso de desarrollo de metodología de la valoración de impactos socioambientales se valoró el nivel de impacto ocasionado por las acciones desarrolladas en el cultivo agroindustrial de palma aceitera sobre los principales factores considerados en el área de estudio.

Sin embargo fue pertinente y porque así lo señalan los objetivos de la temática tratada, determinar los principales efectos de los impactos identificados relacionados con el cultivo extensivo de la palma, y así mismo jerarquizarlos y ponderarlos. Para esto se optó por considerar los valores significativos negativos de la relación entre las acciones y factores, y determinar los siguientes efectos ambientales:

1. Pérdida del bosque húmedo tropical
2. Decrecimiento de la producción de agua
3. Modificación de la estructura de los suelos
4. Pérdida de biodiversidad
5. Toxicidad de los suelos
6. Contaminación de aguas superficiales y subterráneas
7. Emisiones atmosféricas
8. Desplazamiento de comunidades
9. Cambio del modo de subsistencia tradicional

Para determinar un orden lógico, secuencial que apegado al dimensionamiento del efecto, que se respalda con la investigación de campo realizada, se siguió el método de comparación de pares que aunque aún no ha sido patentado por su investigador principal el Ing. Patricio Solís, el hecho de haber algunas tesis desarrolladas , prueban el verdadero potencial y practicidad del método.

6.2.1 Jerarquización y Ponderación de los Efectos de los Impactos Socioambientales del Cultivo Agroindustrial de Palma Aceitera (Método Comparación de Pares)

El método se basa primeramente en identificar los elementos valorables, es decir para el caso de la temática los efectos de las acciones antrópica, que luego pasarían a ser los descriptores, que para ampliar el espectro de análisis pueden tener sus descriptores , y así contar con más elementos de sustento.

El paso siguiente es jerarquizar estos descriptores, realizando la comparación de la relevancia del efecto entre todos y cada uno de los descriptores seleccionados (Diez), es decir se debe comparar entre sí 45 elementos. Al final lo que tenemos es una verdadera jerarquía en orden de importancia.

Lo que sigue es determinar el peso ponderado que tiene cada efecto en el contexto global del impacto que produce la actividad palmácea (actual y potencial); y finalmente proceder a valorar los a través de indicadores que para el caso, seleccione: alto, medio y bajo impacto con valores de 3, 2 ,1 respectivamente

Los valores varían de la siguiente manera:

$$\begin{matrix} \mathbf{X} \\ (\mathbf{Y}) \end{matrix} \Rightarrow \boxed{1.0} \qquad \begin{matrix} (\mathbf{X}) \\ (\mathbf{Y}) \end{matrix} \Rightarrow \boxed{0.5}$$

Es decir, el paréntesis en el código indica la primacía del efecto¹⁹; pues si en la comparación se encuentra un paréntesis, el valor es de 1.0 en la comparación; si se encuentra el paréntesis distribuido en los dos códigos, ambos efectos tienen el peso es igual y el valor es de 0.5 para la comparación.

¹⁹ La primacía del efecto es subjetiva; es decir se califica según el criterio profesional, el cual se basa principalmente en la experiencia de quien lo califica. El criterio conseguido es mucho más sustentado y valedero, cuando cuya decisión proviene del consenso de un equipo multidisciplinario.

Detalle del ejercicio realizado:

Método de comparación de pares

1	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)
(1)	2	3	4	5	6	7	8	9
2	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	
(2)	3	4	5	(6)	7	8	9	
3	(3)	3	3	(3)	(3)	(3)		
(3)	4	(5)	(6)	7	8	9		
4	(4)	4	(4)	(4)	(4)			
(4)	(5)	(6)	7	8	9			
5	(5)	(5)	(5)	(5)				
(5)	(6)	7	8	9				
6	(6)	(6)	(6)					
(6)	7	8	9					
7	7	7						
(7)	(8)	(9)						
8	(8)							
(8)	9							
9								
(9)								

De acuerdo a lo anterior se obtiene los siguientes resultados, con sus respectivos pesos ponderados (Ver tabla 6.2.1.a):

6.2.1. a- Distribución de los pesos ponderados de los efectos sociambientales ocasionados por el cultivo agroindustrial de palma aceitera- Resultado del método de comparación de pares

Código	Efecto	Resultado	Pesos Ponderados (%)
1	Pérdida del bosque húmedo tropical	9	20,00
2	Decrecimiento de la producción de agua	7,5	16,67
3	Modificación de la estructura de los suelos	5	11,11
4	Pérdida de biodiversidad	4,5	10,00
5	Toxicidad de los suelos	6	13,33
6	Contaminación de aguas superficiales y subterráneas	7	15,56
7	Emisiones atmosféricas	1	2,22
8	Desplazamiento de comunidades	3	6,67
9	Cambio del modo de subsistencia tradicional	2	4,44
	Total	45	100

Elaboración: Propia

De la ponderación anterior finalmente se obtiene un orden según la jerarquía de importancia de cada efecto analizado; donde el efecto de mayor importancia corresponde a la pérdida del bosque húmedo tropical., cuyo orden está respaldado por un peso ponderado del 20%.

El decrecimiento de la producción de agua es el segundo efecto de consideración para la actividad agroindustrial de palma aceitera (16,67% peso ponderado). El efecto de las emisiones atmosféricas ocasionadas por la actividad (2.2% peso ponderado) poseen la menor importancia dentro de todos los efectos analizados (Ver tablas 6.2.1.a., y 6.2.1.b)

6.2.1. b.- Jerarquización de los efectos sociambientales ocasionados por el cultivo agroindustrial de palma aceitera- Resultado del método de comparación de pares

Jerarquía de importancia	Efecto
1	Pérdida del bosque húmedo tropical
2	Decrecimiento de la producción de agua
3	Contaminación de aguas superficiales y subterráneas
4	Toxicidad de los suelos
5	Modificación de la estructura de los suelos
6	Pérdida de biodiversidad
7	Desplazamiento de comunidades
8	Cambio del modo de subsistencia tradicional
9	Emisiones atmosféricas

Elaboración: Propia

7 CONCLUSIONES

- La zona de estudio se encuentra estructurada por una compleja estructura ambiental. La biodiversidad de la zona es abundante y variada tanto en flora como fauna; el componente físico denominado suelo, debido a sus características es un elemento de alta fragilidad en el sector.
- La población humana del área de estudio también es representada por una gran diversidad etno-cultural. Para el 2001 muchos de los servicios básicos como agua, luz o alcantarillado no se encuentran disponibles para toda la población. La colonización ha modificado la estructura y organización social tradicional que han llevado los pueblos ancestrales, desde sus costumbres hasta sus sistemas de producción y comercio.
- El sistema de plantación de un monocultivo de palma aceitera ocasiona en las distintas fases de operación más impactos negativos que positivos, los cuales inciden en los componentes abióticos, bióticos y socioeconómicos de la zona de estudio.
- Los efectos ocasionados por la plantación de un monocultivo de palma aceitera son considerables tanto en el aspecto social como ambiental. A dichos efectos se los puede jerarquizar utilizando técnicas de ponderación (método comparación de pares); pero este método depende mucho de la subjetividad profesional con la que se prioriza los efectos. Se ha determinado que para el área de estudio el mayor efecto corresponde a la pérdida del ecosistema de bosque húmedo tropical.
- Las áreas de cultivos y pastos dentro del área de estudio, aunque han sido pequeñas en porcentaje, han ido incrementándose de una manera vertiginosa , lo que representa una amenaza directa para la integridad de los bosques húmedos tropicales y los bosques húmedos tropicales inundables, en especial si se refiere al área occidental de las parroquias de Limoncocha y San Roque.

- El cultivo de palma aceitera ha ido estableciéndose de a poco en el área; desde el año 1987 hasta el año 2008 se ha generado una expansión territorial acelerada, ocasionando que se reemplacen áreas como las zonas destinadas a cultivos y pastos, y las áreas correspondientes los ecosistemas de bosque húmedo tropical cuya vegetación natural aún es primaria. La consolidación del uso de suelo como monocultivos agroindustriales de palma aceitera es evidente.
- Algunos habitantes de la zona han decidido reemplazar sus actividades tradicionales de producción, por instauraciones de cultivos de palma africana, esto con el afán de aventajarse de los créditos que las empresas industriales dan a los pequeños campesinos y grupos poblacionales (Ej. Secoyas)
- El modelo agroindustrial establecido en la zona de a poco ha ido tomando fuerza, valiéndose no solo de recursos territoriales, sino también del convencimiento social, a través de subsidios y créditos agrarios, lo que viene a ser una técnica estratégica para el crecimiento de la frontera agrícola y por ende el crecimiento productivo de dicha actividad.
- A través de técnicas estadísticas como las Cadenas de Markov se puede pronosticar un escenario a un futuro tentativo, tal es el caso de este estudio el año 2015. En este año se mantienen las condiciones de cambio, por lo que la tendencia de expansión territorial acelerada del cultivo es evidente.
- La actividad agroindustrial de la palma africana modifica en su totalidad al entorno natural, provocando en estos procesos degenerativos irrecuperables en el ecosistema. La mayoría de las actividades presentes en esta actividad generan un elevado impacto ambiental, en su mayoría negativo. La fragilidad de la zona se ve vulnerable frente al descontrolado avance de la frontera agroindustrial.

BIBLIOGRAFÍA

- BANCO MUNDIAL (2008): Agricultura para el Desarrollo, Informe sobre el Desarrollo Mundial. Colombia: Mundi-Prensa y Mayol Ediciones.
- BETANCOURT, F.; BERNIS, V. (2006): Análisis Multitemporal y Generación del Escenario Prospectivo del Cambio de la Cobertura Vegetal y Uso del Suelo en el Parque Nacional Llanganates. Tesis, ESPE. Quito-Ecuador
- CANTER, L. (1998): Manual de Evaluación de Impacto Ambiental. Editorial McGRAW-HILL/Interamericana de España. Madrid-España.
- CARABIAS, J.; PROVENCIO, E.; LEFF, E.; TOLEDO, V.; CURIE, A.; GISPERT, M.; DACHARY A. (2000): Desarrollo sustentable ¿Realidad o retórica? Edición Abya Yala. Ecuador.
- CARRERA B, KUCHARZ T (2006): La Insostenibilidad de los monocultivos agroindustriales como la Palma de Aceite. Madrid.
- CARRIÓN, L.: La Palma Africana en el Ecuador: Tecnología y expansión empresarial. Quito-Ecuador: Editorial FLACSO
- CHUVIECO, E. (1996): Fundamentos de Teledetección Espacial. Madrid-España.
- CIFUENTES, M. (2009): Plan de Manejo Integral Comuna Kicwa Playas de Cuyabeno y Asociación Socioambiental Santa Elena. Sucumbíos-Ecuador
- COMISIÓN ASESORA AMBIENTAL DE LA PRESIDENCIA DE LA REPÚBLICA (1996): Plan Ambiental Ecuatoriano.
- COMISIÓN BRUNDTLAND (1987): Nuestro Futuro Común. Bogotá: Alianza Editorial Colombiana ONU.
- EBERHART, N. (1998): Transformaciones Agrarias en el Frente de Colonización de la Amazonía Ecuatoriana. CNEARC. Ediciones Abya-Yala. Quito-Ecuador
- ECUAMBIENTE (2005): Estudio de Impacto y Plan de Manejo Ambiental del Programa de Sísmica 3d Área Pañacocha. Petroproducción-Ecuador.
- ENERGY CONSULTING GROUP (2008): Estudio de Impacto y Plan de Manejo Ambiental para la Ejecución del Proyecto de Prospección Sísmica 3 D en las Áreas Cedros y Garzacocha. Petroproducción-Ecuador

- ENVIROTEC CIA. LTDA. (2007): Reevaluación del Diagnóstico y Plan de Manejo Ambiental para el Área de Producción Shushufindi. Petroproducción-Ecuador
- ENVIROTEC CIA. LTDA. (2008): Reevaluación del Diagnostico y Plan de Manejo Ambiental para el Área de Producción Shushufindi. Petroproducción-Ecuador
- ENVIROTEC CIA. LTDA. (2009): Estudio de Impacto Ambiental y Plan de Manejo Ambiental para la Construcción y Perforación de las Plataformas Exploratorias Sector Edén Alto y para la Construcción del Nuevo Puerto Edén y Vía de Acceso. Petroamazonas S.A-Ecuador
- ENVIROTEC CIA. LTDA. (2010): Alcance al Estudio de Impacto y Plan de Manejo Ambiental para la fase de Desarrollo y Producción del Área Pañayacu; para la construcción del CPF y puerto. Petramazonas EP-Ecuador
- ESTRELLA, J.; MANOSALVAS, R.; MARIACA, J. Y RIBADENIERA, M. (2005): Biodiversidad y Recursos Genéticos. Una guía para su uso y acceso en el Ecuador. Abya Yala, Quito.
- FAUCHER, B.; SAVOYAT, E. (1973): Esquema Geológico de los Andes Ecuatorianos. Federación de Estudiantes de Geología Minas y Petróleos del Ecuador (FEGMPE).
- GOBIERNO MUNICIPAL DE SHUSHUFINDI (2007): Plan de desarrollo participativo del cantón Shushufindi. Corporación de Desarrollo Humano RIN
- HAUWERMEIREN, V. (1999): Manual de Economía Ecológica. ILDIS, Ediciones Abya-Yala. Quito Ecuador.
- JURADO, D.; MORALES, E.; VELEZ, I.; VILLALBA, D. (2009): Definición de Desarrollo Sostenible. Taller de Desarrollo Sustentable II, X Nivel de Ingeniería Geográfica. PUCE. Quito-Ecuador.
- LARREA, F. (1988): La amazonia presente y? Editorial Abya Yala, Quito-Ecuador
- LÓPEZ, M. (2006): Curso de Edafología. PUCE. Facultad de Ciencias Humanas. Escuela de Geografía. Quito-Ecuador
- MARTINEZ, C. (2008): Dinámica Multitemporal de la Cobertura Vegetal Reserva Biológica Limoncocha y sus Alrededores

- MARTÍNEZ, C. (2008): Dinámica multitemporal de la cobertura vegetal-Reserva Biológica Limoncocha y sus alrededores.
- MARTÍNEZ, L. (1997): El Desarrollo Sostenible en el Medio rural. FLACSO. Quito-Ecuador: Editorial FLACSO
- MENA, J. (2008): Análisis Multitemporal y Prospectivo de Cambios de Cobertura Vegetal y Uso de Tierra en el Cantón La Joya de los Sachas. Tesis, PUCE
- ORTIZ, P. (1999): Comunidades y Conflictos socioambientales: Experiencias y desafíos en América Latina. Quito, Ecuador: Ediciones Abya Yala
- PAEGELOW, et al (2002): Modelización prospectiva del paisaje mediante sistemas de información geográfica. Laboratorio GEODE. Universidad de Toulouse Le Mirail, Instituto de Desarrollo Regional. Universidad de Granada Dpto. de Territorio y Patrimonio Histórico. Universidad de Jaén
- PAGELOW, et al (2003): Cadenas de Markov, Evaluación Multicriterio y Evaluación Multiobjetivo para la Modelización Prospectiva del Paisaje
- PÁEZ, J (1996): Introducción a la Evaluación del Impacto Ambiental. Quito-Ecuador. Editorial CREARIMAGEN
- PEÑAHERRERA, C. (2007): Análisis Multitemporal y Prospectivo de la Influencia e Impactos de la Actividad Petrolera en el Cantón Orellana. Tesis, PUCE
- SÁENZ, L (2006): Cultivo de Palma Africana, Guía Técnica. Instituto Interamericano para la Cooperación de la Agricultura. Managua-Nicaragua
- SALAZAR, E. (2003): Evaluación de impacto ambiental de las plantaciones de palma africana sobre el uso del suelo en el área de influencia del cantón San Lorenzo provincia de Esmeraldas. Tesis. PUCE. Quito- Ecuador.
- SENPLADES (2007): II Informe Nacional de los Objetivos de Desarrollo del Milenio - Ecuador 2007. Gobierno Nacional del Ecuador, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), Centro de Investigaciones Sociales del Milenio (CISMIL)
- SIERRA, R. Edit. (1999). Propuesta preliminar de un sistema de clasificación de vegetación para el Ecuador continental. Proyecto INEFAN/GEF-BIRF y EcoCiencia. Quito, Ecuador.

- SMITH, R. (1996): El Futuro Económico de los Indígenas Amazónicos: Una preocupación compartida. En: SMITH, R. y WRAY, c. (Eds.): Amazonía: Economía Indígena y Mercado; los desafíos del desarrollo autónomo. COICA y OXFAM AMÉRICA, Lima- Perú, Quito-Ecuador.
- SOCIOBOSQUE (2010): Protocolo metodológico para la generación del Mapa de Deforestación Histórica en el Ecuador continental. Consorcio para el Desarrollo Sostenible de la Ecorregión Andina-CONDESAN,
- TIRIRA, D. (2007): Mamíferos del Ecuador. Guía de campo. Ediciones Murciélago Blanco. Quito-Ecuador.
- VARELA, A (1995): Marea Negra en la Amazonía. Quito: Ed. Abya Yala.
- VARGAZ, M (2002): Ecología y Biodiversidad del Ecuador. Quito-Ecuador. E.P Centro de Impresión.
- VELASCO, J (2001): Petróleo, Colonización y Transformaciones Geográficas en la Amazonía Ecuatoriana. En: GONDARD, P y LEÓN, J. (Eds.): Dinámicas Territoriales Políticas nacionales, presiones externas, y movimientos sociales. Estudios de Geografía 10, Quito, 69-76.
- VILLAMARÍN, M (2003): Nacionalidades y Pueblos del Ecuador. Quito-Ecuador
- WALSS, R. (2005): Globalización, medio ambiente y desarrollo sostenible. Editorial Porrúa. México D.

Artículos en internet

- BUITRÓN, C. (2000): documento informativo sobre palma africana. El caso de Ecuador: ¿el paraíso en siete años? Alerta 91. Revista Acción Ecológica. Rev.: 07.11.2010. En: <http://www.wrm.org.uy/plantaciones/material/palma3.html>
- CONSIGLI, R; et al (2002): Impacto Ambiental de las Actividades Agropecuarias. Rev.: 03.06.2011. En: http://www.produccion-animal.com.ar/clima_y_ambientacion/07-impacto_ambiental_de_las_actividades_agropecuarias.htm
- EL COMERCIO (2006): La palma se extiende a la Amazonia. En: <http://www.elcomercio.com/Generales/Solo-Texto.aspx?gn3articleID=39953>. Rev: 08.06.2010

- ESPINOZA, G (2001): Fundamentos de Evaluación de Impacto Ambiental. Banco Interamericano de Desarrollo-BID. Rev.: 02.02.2011 En: <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd51/fundamentos.pdf>
- EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY (2006): Panorámica del subsector forestal. Rev.: 09.11.2010. En: <http://www.fao.org/forestry/16149-013dbc3e238a36341d214ccd319647534.pdf>
- GÓMEZ, J. (2009): La palma aceitera da progreso a Sucumbíos. Rev. 01.04.2011. En: <http://www.eluniverso.com/2009/12/05/1/1416/palma-aceitera-da-progreso-sucumbios.html>
- GÓMEZ, L; GÓMEZ P. (2007): Análisis multitemporal de la cobertura vegetal utilizando herramientas de teledetección espacial, Empedrado VII Región, Chile. Chloris Chilensis Año 10 N° 2. Rev.:05.04.2010. En: <http://www.chlorischile.cl/Notabreve/empedrado/Teledetecci%F3n%20Empedrado.htm>
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA DE MÉXICO (2010): Glosario de términos. Rev.: 13.06.2010 En: <http://mapserver.inegi.gob.mx/geografia/espanol/cartcat/glosario.cfm>.
- JUEZ, R.; MOLINA, B.; SANTOS, J. (2004): Cultivo y producción de Palma Africana en la provincia de los Ríos. Tesis, ESPOI. En: <http://dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/3922/1/6449.pdf>. Rev.: 07.06.2010.
- LA VÍA CAMPESINA (2009): Pongamos en marcha la soberanía alimentaria. Revista. Rev.: 02.06.2010. En: <http://www.albatv.org/Pongamos-en-marcha-la-Soberania.html>.
- MUNICIPIO DE LOS SANTOS-SANTANDER: Uso Potencial de los Suelos En: Esquema de Ordenamiento Territorial. Rev.: 24.05.2009. En: <http://lossantos-santander.gov.co/apc-aa>
- NIRIMBERK, P. (2005): La administración sustentable de la biodiversidad. Programa Panamericano de Defensa y Desarrollo de la Diversidad biológica, cultural y social, asociación civil. Rev.:11.01.2011. En: <http://www.prodiversitas.bioetica.org/nota2.htm>

- RED NACIONAL AGROFORESTAL DE CHILE (2010): ¿Qué es la agroforestería?. Rev.:11.08.2010 En: http://www.agroforesteria.cl/menu/quees_agroforesteria/que_es.htm
- SACRISTÁN, F. (2006): La teledetección satelital y los sistemas de protección ambiental. Revista AquaTIC, nº 24. Rev.:31/03/2010 En: <http://www.revistaaquatic.com/aquatic/art.asp?t=p&c=196>
- SHERBININ, A. (1997): Population-developmentenvironment dynamics In the developing world. Rev.: 15.01.2011. En: http://www.ciesin.columbia.edu/repository/pern/papers/urban_pde_intro.pdf
- UNESCO, (2001): Declaración Universal sobre la Diversidad Cultural (Adoptada por la 31 a Sesión de la Conferencia General de la UNESCO el 2 de noviembre de 2001). En: <http://www.cdi.gob.mx/lenguamaterna/declaracionuniv.pdf>. Rev.:18.06.2010
- URRIARTE, A. et al.: Elaboración de mapas de usos potenciales del suelo a partir de datos de teledetección para estudios de arqueología del paisaje: las sociedades protohistóricas en el valle del Guadiana Menor (Andalucía Oriental). Rev.: 16.05.2009. En: http://www.ih.csic.es/congreso_iberico/47.PDF

ANEXO CARTOGRÁFICO

ACCIONES FACTORES			IMPACTOS PRESENTES PARA EL ESTABLECIMIENTO Y OPERACIÓN DEL SISTEMA DE PLANTACIÓN DE LA PALMA AFRICANA												
			PREPARACIÓN DEL TERRENO Y CONSTRUCCIÓN					ESTABLECIMIENTO Y OPERACIÓN DE LA PLANTACIÓN AGROINDUSTRIAL						ABANDONO Y DESMANTELAMIENTO	
			MOVILIZACIÓN DE MAQUINARIA, MATERIALES Y EQUIPO	DESBRUCE DE VEGETACIÓN Y REMOCIÓN DEL SUELO	CONSTRUCCIÓN DE OBRAS CIVILES (ALCANTARILLADO, DRENAJE, CAMPAMENTOS, PLANTA EXTRACTORA)	CAPTACIÓN DE AGUA	CONSTRUCCIÓN DE VIVEROS Y ADECUACIÓN DE LAS UPV'S	ADECUACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO	FERTILIZACIÓN DEL SUELO	CONTROL FITOSANITARIO (USO DE PLAGUICIDAS)	CONTROL DE MAELZAS (USO DE HERBICIDAS)	COSECHA DE LA FRUTA	TRANSPORTE	DESMANTELAMIENTO Y REHABILITACIÓN DEL AREA	REPLANTACIÓN
COMPONENTE ABIÓTICO	SUELO	CONDICIONES QUÍMICAS	X	X	X		X		X	X	X			X	X
		CONDICIONES FÍSICAS	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	AGUA	CALIDAD		X	X		X	X	X	X	X		X	X	X
		CAUDAL		X	X	X	X	X					X	X	X
	ATMÓSFERA	CALIDAD DEL AIRE	X				X		X	X	X		X	X	X
		CLIMA		X										X	X
		GEOFORMAS		X			X						X	X	
COMPONENTE BIÓTICO		COBERTURA VEGETAL	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		FAUNA TERRESTRE	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		FAUNA ACUÁTICA	X			X	X	X	X	X	X		X	X	X
		ÁREAS PROTEGIDAS								X	X				
COMPONENTE SOCIOECONÓMICO	POBLACION RURAL	CULTIVOS y GANADERIA		X		X		X	X	X	X		X	X	
		CONFLICTIVIDAD SOCIAL	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X
		SALUD Y SEGURIDAD	X		X	X	X			X	X	X	X	X	X
		GENERACIÓN DE EMPLEO	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		EDUCACIÓN Y CAPACITACIÓN		X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X
		MIGRACIÓN		X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X
PERCEPTUAL (PASAJE)			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Elaboración: Propia

La Evolución Espacial de la Palma Aceitera, e Impactos Sociales y Ambientales Generados en las Parroquias de Limoncocha y San Roque

EMPRESA PALMERAS DEL ECUADOR

Tabla 6.1.2.d.- MATRIZ DE VALORACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES (Síntesis de resultados). Adaptación a la metodología empleada por Envirotec Cía. Ltda.

FACTORES			IMPACTOS PRESENTES PARA EL ESTABLECIMIENTO Y OPERACIÓN DEL SISTEMA DE PLANTACIÓN DE LA PALMA AFRICANA												
			PREPARACIÓN DEL TERRENO Y CONSTRUCCION						ESTABLECIMIENTO Y OPERACIÓN DE LA PLANTACIÓN AGROINDUSTRIAL					ABANDONO Y DESMANTELAMIENTO	
			MOVLIZACIÓN DE MAQUINARIA	DESBROCE DE VEGETACIÓN Y REMOCIÓN DEL SUELO	CONSTRUCCIÓN DE OBRAS CIVILES (ALCANTARILLADO, DRENAJE, CAMPAMENTOS, PLANTA EXTRACTORA)	CAPTACIÓN DE AGUA	CONSTRUCCIÓN DE VIVEROS Y ADECUACIÓN DE LAS UPAS	ADECUACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO	FERTILIZACIÓN DEL SUELO	CONTROL FITOSANITARIO (USO DE PLAGUICIDAS)	CONTROL DE MIELZAS (USO DE HERBICIDAS)	COSECHA DE LA FRUTA	TRANSPORTE	DESMANTELAMIENTO Y REHABILITACIÓN DEL AREA	REPLANTACIÓN
			SUELO	AGUA	ATMÓSFERA	GEOFORMAS	COBERTURA VEGETAL	FAUNA TERRESTRE	FAUNA ACUÁTICA	ÁREAS PROTEGIDAS	POBLACION RURAL	PERCEPTUAL (PAISAJE)			
COMPONENTE ABIÓTICO	SUELO	CONDICIONES QUÍMICAS	-0,72	-1,92	-1,44		-2,88		3,07	-8,00	-8,00			-0,72	1,44
		CONDICIONES FÍSICAS	-2,30	-4,80	-1,73	-0,29	-2,88	-0,29	1,28	-1,28	-1,60	-0,58	-2,30	-0,86	0,86
	AGUA	CAUDAL		-1,54	-2,30		-2,56	-0,96	-2,88	-6,40	-4,80		-0,72	-1,15	0,86
		CAUDAL		-0,86	-0,77	-3,60	-2,16	-6,40						-0,77	1,30
	ATMÓSFERA	CALIDAD DEL AIRE	-2,05				-0,48		-1,60	-8,00	-6,40		-1,30	-0,58	0,86
CLIMA			-0,96										-0,60	1,15	
COMPONENTE BIÓTICO	GEOFORMAS			-2,16			-1,08							-1,30	
	COBERTURA VEGETAL		-3,60	-8,00		-0,48	-1,44	-0,36	1,92	-3,84	-10,00	-0,29	-0,86	-1,54	3,84
	FAUNA TERRESTRE		-4,80	-10,00	-4,80	-0,48	-2,40	-0,36	-2,40	-10,00	-6,40	-0,43	-3,84	-1,20	1,44
	FAUNA ACUÁTICA		-0,29			-3,60	-0,86	-1,92	-3,60	-4,80	-3,60		-0,29	-0,29	0,29
	ÁREAS PROTEGIDAS									-1,60	-1,60				
COMPONENTE SOCIOECONÓMICO	POBLACION RURAL	CULTIVOS y GANADERIA		-1,73		-1,15		-0,38	1,15	-3,84	-3,84		-0,38	-0,77	
		CONFLICTIVIDAD SOCIAL	-3,20	-6,40	-1,92	-2,88	-2,40	-1,44		-6,00	-4,80	-0,43	-3,20	-3,60	-3,84
		SALUD Y SEGURIDAD	-3,84		-2,30	-0,64	-1,92			-10,00	-8,00	-0,86	-6,40	-2,56	2,88
		GENERACIÓN DE EMPLEO	2,88	2,88	3,84	0,48	3,84	2,16	2,16	2,16	2,16	1,73	2,88	1,92	2,16
		EDUCACIÓN Y CAPACITACIÓN		0,96	1,28		0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	-0,58	0,48	2,88	2,88
		MIGRACIÓN		2,56	1,92		1,92	0,96		2,16	2,16	-1,30	3,84	1,28	0,96
PERCEPTUAL (PAISAJE)			-3,84	-10,00	-6,40	-0,72	-6,00	-1,44	-0,96	0,48	-0,96	-0,29	-5,12	-4,80	4,50

Elaboración: Propia

LEYENDA	
Valoración	Nivel de impacto
-10 a -7,5	Muy significativo negativo
-7,5 a -5,0	Significativo negativo
-5,0 a -2,5	Medianamente significativo negativo
-2,5 a -1,0	Poco significativo negativo
-1,0 a 0	No significativo negativo
0	No existe impacto
0 a 1,0	No significativo positivo
1,0 a 2,5	Poco significativo positivo
2,5 a 5	Medianamente significativo positivo
5 a 7,5	Significativo positivo
7,5 a 10	Muy significativo positivo