



ESPE

**ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CAMINO A LA EXCELENCIA**

**ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN CON LA
COLECTIVIDAD**

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y LA CONSTRUCCIÓN

MAESTRIA EN SISTEMAS DE GESTIÓN AMBIENTAL

**IDENTIFICACIÓN DE ZONAS HOMOGÉNEAS PARA LA GESTIÓN AMBIENTAL EN
EL ECUADOR
PROGRAMAS DE POSTGRADO DE LA ESPE
Tesis de Grado**

Autora: Martha Paola Villagómez Orozco

Sangolquí, 2012

AUTORIZACIÓN

Al presentar esta tesis como uno de los requisitos previos para la obtención del grado de magister de la Escuela Politécnica del Ejército, autorizo a la biblioteca de la ESPE para que haga de esta tesis un documento disponible para su lectura según las normas de la institución.

Estoy de acuerdo en que se realice cualquier copia de esta tesis dentro de las regulaciones internas de la ESPE, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia potencial.

Sin perjuicio de ejercer mi derecho de autor, autorizo a la ESPE la publicación de esta tesis, o de parte de ella, por una sola vez dentro de los treinta meses después de su aprobación.

Ing. Martha Paola Villagómez

Sangolquí, Diciembre del 2012

**VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN CON LA
COLECTIVIDAD
UNIDAD DE GESTIÓN DE POSTGRADOS
PROGRAMA DE MAESTRÍA EN SISTEMAS DE GESTIÓN AMBIENTAL**

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Martha Paola Villagómez Orozco

DECLARO QUE:

La tesis de grado “Identificación de Zonas Homogéneas para la Gestión Ambiental en el Ecuador” ha sido desarrollada en base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros, conforme las citas de información que constan al pie, de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía.

Consecuentemente este trabajo es de mi autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico del proyecto de grado en mención.

Sangolquí, Diciembre del 2012

.....

Ing. Martha Paola Villagómez O.

**VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN CON LA
COLECTIVIDAD
UNIDAD DE GESTIÓN DE POSTGRADOS
PROGRAMA DE MAESTRÍA EN SISTEMAS DE GESTIÓN AMBIENTAL**

CERTIFICADO

Ing. Xavier Buenaño, Msc.

CERTIFICA, que el trabajo titulado “Identificación de Zonas Ambientales Homogéneas para la Gestión Ambiental en el Ecuador” realizado por la Ing. Martha Villagómez, ha sido guiado y revisado periódicamente y cumple normas establecidas en el Reglamento de Estudiantes de la ESPE,

El mencionado trabajo consta de una copia del documento empastado y dos copias en disco compacto en los cuales se muestran los archivos en formato Word y portátil de Acrobat (pdf). Autorizan al alumno Ing. Martha Villagómez, para que lo entregue al Coordinador del programa de Maestría.

Ing. Xavier Buenaño, Msc.
Director de Tesis

Sangolquí, Diciembre del 2012

Dedicatoria

**A Dios, por mantenerme siempre en pie;
A mis padres, que continúan apoyándome;
y a todos quienes me estimularon a continuar,
especialmente a VHS .**

Martha Paola

Agradecimientos

**A mis profesores de la maestría, por su entrega;
A la Universidad por abrirme las puertas de nuevo;
Y al Ing. Álvaro Dávila por compartir sus conocimientos.**

Martha Paola

Resumen

El presente proyecto tuvo por objetivo, identificar zonas de similares características ambientales donde se observe mayor y menor sensibilidad a las actividades ambientales, enfocado al ordenamiento territorial en gestión ambiental, y en base a dos unidades espaciales: las subcuencas hidrográficas para el caso de los medios agua y suelo y la división político administrativa a nivel parroquial para el caso del medio aire.

La información utilizada para este propósito, fue compilada de las Instituciones generadoras oficiales del Estado, y la metodología para obtener los resultados del presente proyecto inició con la recopilación y el análisis de esta información la misma que fue sistematizada y re-tematizada, posteriormente se realizó el cruce de las variables determinadas para finalmente combinar el análisis multivariable, la normalización estadística y el criterio experto; dicha metodología se ejecutó basada en el conocimiento personal adquirido en el transcurso de la maestría y durante la investigación del presente proyecto.

El resultado final, son dos mapas que muestran claramente áreas más sensibles a la combinación de problemas ambientales debido a la presencia de actividades contaminantes. Las zonas de mayor sensibilidad ambiental se localizan en las subcuencas hidrográficas pertenecientes a la parte norte de la Amazonía, y en las cercanías de las ciudades de Quito y Guayaquil.

La información generada, es sin duda alguna, un valioso instrumento para la planificación y el conocimiento general del Ecuador en materia ambiental.

Palabras clave: Zonas homogéneas, sensibilidad ambiental.

Summary

This project aimed to identify areas with similar environmental characteristics, it is observed where major and minor sensitivity to environmental activities, focused on land use in environmental management, and based on two spatial units: the sub-basins in the case of media water and soil and the political and administrative division at the parish level in the case of mid-air.

The information used for this purpose, was compiled from the Official State generating Institutions, and the methodology to obtain the results of this project began with the collection and analysis of this information it was systematized and re-themed, was subsequently the crossing of the variables determined to finally combine the multivariate analysis, normalization and statistical expert judgment, this methodology was implemented based on personal knowledge acquired in the course of master's and research for this project.

The end result is two maps showing clearly more sensitive areas combination of environmental problems due to the presence of contaminant activities. The most sensitive environmental areas are located in the sub-basins belonging to the northern part of the Amazon, near the cities of Quito and Guayaquil.

The information generated is certainly a valuable tool for planning and general knowledge on environmental Ecuador.

Keywords: Homogeneous Areas, Environmental Sensitivity.

INDICE

CAPÍTULO I: GENERALIDADES	3
1.1 Introducción	3
1.4 Objetivo General	4
1.5 Objetivos Específicos	4
1.6 Metas	4
1.7 Alcance del Proyecto	5
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	6
2.1 Contexto Referencial	6
2.2 Definiciones	9
2.3 Legislación Ambiental	10
2.3.1 Legislación Nacional	10
2.3.2 Unidades Espaciales	12
2.3.3 Marco Internacional	13
2.4 Cambio Climático: Aporte del Ecuador	14
CAPÍTULO III:	16
METODOLOGÍA PARA LA GENERACIÓN DE ZONAS HOMOGÉNEAS	16
3.1 Esquema General	16
3.2 Descripción de la Metodología	20
3.2.1 Definición de la Unidad Espacial	20
3.2.2 Revisión y Análisis de la Información	20
3.2.3 Cruce de Mapas	32
3.2.4 Edición y Estructuración	34
3.2.5 Análisis Estadístico	34
3.2.6 Análisis Multivariable o multivariante	37
3.2.7 Generación de Zonas Homogéneas de Sensibilidad Ambiental	40
CAPÍTULO IV: REVISIÓN AMBIENTAL INICIAL DEL ECUADOR	45
4.1 Actividades potencialmente contaminantes del suelo y agua	45
4.1.1 El Petróleo	45
4.1.2 La Minería	50
4.1.3 La Agricultura: sub y sobre utilización, deforestación	53
4.1.4 Desechos Sólidos: residenciales e industriales	56
4.2 Actividades potencialmente contaminantes del aire	57

4.2.1 Fuentes móviles	57
4.2.1.1 Parque Vehicular	57
4.2.2 Fuentes Fijas	58
4.2.2.1 Industrias	58
4.2.2.2 Uso de pesticidas y fungicidas en la agricultura	59
4.2.2.3 Centrales Térmicas	60
4.2.2.4 Refinerías de petróleo	61
4.3 Aspectos Bióticos	62
4.3.1 Flora y Fauna	62
CAPÍTULO V: PRESENTACIÓN DE RESULTADOS	65
5.1 Descripción del Mapa de Zonas Homogéneas Sensibles: Agua y Suelo	66
5.2 Descripción del Mapa de Zonas Homogéneas Sensibles: Aire	71
5.3 Análisis de los resultados	72
CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	76
5.1 Conclusiones	76
5.2 Recomendaciones	78
CAPÍTULO VII: ANEXOS	79
6.1 Índice de Gráficos	79
6.2 Índice de Cuadros	81
6.3 Anexos	82
6.4 Acrónimos	83
6.5 Bibliografía y Webgrafía	84

Título: “Identificación de zonas homogéneas para la Gestión Ambiental en el Ecuador”

CAPÍTULO I: GENERALIDADES

1.1 Introducción

Los estudios del ambiente como temas técnicos encaminados a generar información de síntesis que permita reflexionar sobre aspectos ligados a las relaciones sociedad- naturaleza, constituyen temas de gran interés.

Dentro de este ámbito, la tesis de grado que se presenta aquí, tiene el propósito de identificar zonas, dentro del espacio geográfico ecuatoriano, de características homogéneas en cuanto a las acciones producto actividades humanas dirigidas a la explotación de ciertos recursos naturales como el petróleo, la minería, la agricultura, la generación de residuos sólidos; y, su repercusión sobre el aire, agua, suelo, flora y fauna.

La metodología está basada en criterios de aceptación universal y corresponde a la identificación y recolección de información de las variables que intervendrán en la zonificación, el análisis multivariable respectivo y finalmente, la elaboración de la cartografía temática.

El resultado son mapas que muestran zonas de similar comportamiento en cuanto a la presencia de problemas ambientales producto de la acción de la sociedad sobre la naturaleza debido a la presencia de actividades contaminantes que por su génesis y nivel de detalle se constituyen en instrumentos valiosos para el conocimiento y la planificación en el ámbito nacional.

1.4 Objetivo General

Identificar zonas homogéneas para la gestión ambiental en el Ecuador continental en base a la escala 1:1'000.000.

1.5 Objetivos Específicos

- Recopilar y analizar información de infraestructura petrolera, concesiones mineras, agricultura, desechos sólidos, fuentes fijas y móviles que sean consideradas como un aporte para la generación de mapas temáticos.
- Generar una base de datos geográfica que contenga información acerca de la infraestructura petrolera, concesiones mineras, agricultura o uso de suelo, generación de desechos sólidos, fuentes fijas y móviles que correspondan a la escala 1:1'000.000.
- Determinar zonas expuestas a sufrir daños ambientales debido a los aspectos ambientales analizados en base a la unidad espacial de subcuencas hidrográficas y parroquias rurales para el caso del agua y suelo, y del aire respectivamente.

1.6 Metas

- Generar cuatro mapas del Ecuador de localización de la infraestructura petrolera, las concesiones mineras, agricultura y los desechos sólidos.
- Generar cinco mapas del Ecuador de localización del parque vehicular, industrias, agricultura o uso de suelo, centrales térmicas y refinerías de petróleo.
- Generar veinticuatro mapas del Ecuador en porcentajes de: infraestructura de petróleo, concesiones mineras agricultura y desechos sólidos presentes sobre las diferentes subcuencas hidrográficas.

- Generar cinco mapas del Ecuador en porcentajes de los diferentes tipos de actividades ambientales: parque vehicular, industrias, agricultura, centrales térmicas y refinerías de petróleo sobre las parroquias como unidad espacial.
- Generar dos mapas resumen del Ecuador de predominio por tipo de actividad para las dos diferentes unidades espaciales (subcuencas hidrográficas y parroquias rurales).
- Generar dos mapas del Ecuador de síntesis donde se presenten zonas homogéneas de sensibilidad ambiental a nivel subcuencas hidrográficas para el caso del suelo y agua y a nivel parroquial para el caso del aire.

1.7 Alcance del Proyecto

El área de influencia para el presente proyecto es el Ecuador continental, excluido Galápagos.

Los resultados son directamente dependientes de la información base obtenida de las diferentes instituciones hasta el año 2010, al momento de la recopilación de información era la única disponible al nivel requerido para el presente análisis. Esta zonificación tiene como limitación que no se verificó en campo la consistencia de los datos, puesto que no era parte del objetivo general, sin embargo basados en estos mapas, se puede realizar la verificación y el ajuste correspondiente.

Se elaboraron dos mapas temáticos de síntesis que presentan zonas homogéneas de sensibilidad ambiental, basadas en potenciales actividades contaminantes con la información disponible de las Instituciones oficiales competentes generadoras de la misma para cada temática investigada.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Contexto Referencial

A lo largo de la historia, se han desarrollado gran diversidad de estudios orientados a ordenar el territorio nacional en base a parámetros comunes, como el uso de suelo, el relieve, la hidrografía, las zonas urbanas, los riesgos naturales entre otros varios.

Hace aproximadamente diez años, el Ecuador ha incluido al ambiente como un eje transversal dentro la gestión territorial, sin embargo no existen estudios a nivel país que permitan diferenciar zonas más sensibles a las actividades que puedan causar alteraciones al medio ambiente, de modo que, por medio de un mapa se pueda orientar los recursos de los gobiernos seccionales de mejor manera para una adecuada gestión ambiental.

(IGM, Atlas Geográfico del Ecuador, 2010 pag. 209)

Es muy importante conocer las actividades que son más significativas, para el ambiente, y así determinar que parámetros se puede utilizar en la generación de mapas de sensibilidad ambiental, se puede decir, que para el Ecuador, la contaminación a gran escala comenzó con la modernización del Estado a partir de la primera reforma agraria en 1963, y que se afianzó con el auge petrolero a partir de la década de 1970.

Datos recopilados del INEC, indican que, hasta ese entonces, el Ecuador había sido un país típicamente agro exportador; en 1950 el 70% de la población vivía en el campo y apenas el 30% en las ciudades; no había tantas industrias ni automóviles ni se utilizaban tantos pesticidas y fungicidas como ahora.

El auge petrolero enriqueció a muchas personas de la clase media, con lo cual se incrementó paulatinamente el número de industrias manufactureras y crecieron los centros urbanos y pequeños pueblos de la región Amazónica y de la Costa con la presencia de colonos, provenientes de otras ciudades del país, aumentando los monocultivos de palma africana, de té, entre otros. Ello ocasionó una gran contaminación por las procesadoras industriales de estos productos, las cuales vierten desechos a los ríos, el aire y al suelo.

Con los grandes monocultivos se volvió necesario el uso cada vez más intensivo de pesticidas para combatir las plagas, en los años setenta llegaron nuevas tecnologías para la agricultura, para aumentar su productividad, usando plaguicidas, pesticidas y fungicidas tóxicos que fueron prohibidos en otros países desarrollados como lo señala la Agencia de Protección Ambiental (*Environmental Protection Agency –EPA*) de los Estados Unidos en varios documentos.

A partir de esta modernización comenzó un momento histórico sumamente significativo en la construcción del Ecuador que hoy conocemos, durante el cual la situación respecto a la afectación al medio ambiente ha desmejorado.

En la década de 1980 hubo una caída de los precios del petróleo, pero ello no ocasionó la paralización de esta industria (por el contrario cada vez crece más), aparecieron en escena nuevas actividades productivas industriales a gran escala y sumamente contaminantes como la acuicultura de camarón, la minería y los cultivos de flores en la Sierra.

Iniciando el año 2000, más de 40 años después de dicha “modernidad”, las ciudades y las industrias han aumentado tanto que el 60% de la gente ecuatoriana vive en las ciudades y apenas el 40% en las áreas rurales - datos INEC - , tendencia que sigue en aumento, lo que se conoce como migración interna del campo a la ciudad, debido a las servicios básicos y oportunidades de educación y empleo que en las zonas rurales son escasas.

Como consecuencia, se ha agrandado la brecha entre ricos y pobres así como el número de gente pobre e indígena (según el INEC a junio del 2012, el 25% de la población del país era pobre), es un hecho que la situación económica y social del país está correlacionada con otros factores que son parte del ambiente en que vivimos, claro ejemplo son los manglares y bosques, ríos y lagunas, el aire, el suelo, los centros urbanos y rurales, que sin ninguna discriminación, han sido y están siendo contaminados.

El Ecuador a lo largo de la historia ha variado su comportamiento ambiental, las actividades que hoy tenemos son producto de una globalización de la que el país no puede deslindarse. Producto de estas “nuevas” actividades, el ambiente se ha modificado y en consecuencia la calidad de vida de los habitantes no es la misma, un factor determinante para entender el aumento significativo de contaminación es el incremento de la densidad poblacional, que se ha incrementado notablemente en el país los últimos cincuenta años, que para satisfacer sus demandas de recursos debe recurrir a acciones que en muchas ocasiones no son amigables con el ambiente.

En esta breve síntesis teórica, donde se describió rápidamente las actividades ambientales que ocurren en el país se puntualiza que las actividades que forman parte del estudio son: el petróleo (su infraestructura), la minería (concesiones), el uso de suelo (agricultura) y generación de desechos sólidos, actividades que afectan principalmente al suelo y agua; por otro lado actividades como el parque automotor, el uso de fungicidas y pesticidas en la agricultura, las centrales térmicas y las refinerías de petróleo son las que se tomará en cuenta para el caso del aire.

Los mapas de sensibilidad ambiental muestran áreas determinadas graduadas en intensidad - de mayor a menor - que presentan información esencial de uno o varios elementos o actividades que pueden provocar un efecto negativo en el ambiente frente a una amenaza contaminante.

2.2 Definiciones

Gestión Ambiental.- es un proceso cíclico de planificación, implantación, revisión y mejora de los procedimientos y acciones que lleva a cabo una organización para realizar su actividad garantizando el cumplimiento de sus objetivos ambientales. (Definición propia basada en ISO 14001)

Aspecto ambiental: elemento de las actividades, productos o servicios de una organización que pueda interactuar con el ambiente (Norma ISO 14001).

Impacto Ambiental: cualquier cambio en el ambiente, adverso o benéfico, que resulte en el todo o en parte, por las actividades, productos o servicios de una organización (Norma ISO 14001).

Zona Homogéneas Ambientales.- son áreas delimitadas por una unidad determinada que poseen características similares de sensibilidad ambiental.

Sensibilidad Ambiental.- se refiere a un área determinada definida frente a una amenaza contaminante, proveniente de una fuente terrestre o marítima. (EPA, 2009)

Otra definición de sensibilidad ambiental señala que, ésta es el grado en el que los atributos de una unidad de paisaje responden a estreses, que son las desviaciones de las condiciones naturales que están más allá de los límites esperados, causados o incentivados por una actividad contaminante. (UNAM, 2009)

La sensibilidad ambiental a la que se refiere este proyecto está orientada a representar zonas de igual nivel de estrés debido a la presencia física de infraestructura que evidencie el desarrollo de dicha actividad y que actúe frente a factores vulnerables como áreas de población aglomerada y de gran diversidad biológica.

Contaminación.- Es la presencia en el ambiente de sustancias, elementos, energía o combinación de ellas, en concentraciones y permanencia superiores o inferiores a las establecidas en la legislación vigente. (Ley de Gestión Ambiental)

Contaminación Ambiental.- es la presencia en el ambiente de cualquier sustancia que altera el medio natural y puedan ser nocivos para la salud, seguridad o bienestar humano o bien que puedan ser perjudiciales a la vida vegetal o animal. (KIELY, 1999)

Predominio Ambiental.- se refiere a la existencia dominante de una actividad frente a las demás en un área determinada.

Cuenca/Subcuenca Hidrográfica.- es un área topográficamente delineada que resulta drenada por un sistema de corrientes de agua, considerada como unidad físico–biológica, socio – económica y cultural para planificar, ordenar y manejar los recursos naturales. (FAO, 2000)

Población Aglomerada.- es la localización espacial de la población tomando en cuenta variables como el uso de suelo entre otras, donde se concentra la mayor cantidad de habitantes.

2.3 Legislación Ambiental

2.3.1 Legislación Nacional

Dentro del ámbito nacional, la primera Constitución que hace referencia al ambiente es la de 1945, en la Sección III, de Educación y Cultura, el Art. 145: “El Estado protegerá también los, lugares notables por su belleza natural y la flora y la fauna peculiares del país”; después, en la Constitución de 1967, el Art. 56 dice sobre los Recursos Naturales: “El aprovechamiento de los recursos naturales, cualesquiera sean sus dueños, se regulará de acuerdo con las necesidades de la economía nacional”.

Posteriormente, la Constitución de 1978 (en sus codificaciones de 1984 y 1993) ubica al tema del ambiente dentro del Título II, de los Derechos, Deberes y Garantías, donde se reconoce: “El derecho de vivir en un medio ambiente libre de contaminación.

Es deber del Estado velar para que este derecho no sea afectado y tutelar la preservación de la naturaleza. La ley establecerá las restricciones al ejercicio de determinados derechos o libertades para proteger el medio ambiente”.

La misma Constitución codificada en 1997, crea la Sección IV del medio ambiente y en su Art. 44. declara: “El Estado protege el derecho de la población a vivir en un medio ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice un desarrollo sustentable”.

Las dos últimas Constituciones han puesto mayor énfasis en el tema ambiental. Así la de 1998 dentro del Capítulo 2, de los Derechos Civiles, garantiza: “El derecho a vivir en un ambiente sano, ecológicamente equilibrado y libre de contaminación. La ley establecerá las restricciones al ejercicio de determinados derechos y libertades, para proteger el medio ambiente”.

Se crea, además, la Sección segunda, Del Medio Ambiente con 6 artículos que corresponden a esta área. También consta como deber y responsabilidad de todos los ciudadanos: “Preservar el medio ambiente sano y utilizar los recursos naturales de modo sustentable”. En esta Constitución se nombra 17 veces el término “ambiente”, lo que denota el cambio de mentalidad sobre la materia.

Finalmente, dentro de la última Constitución aprobada en el año 2008 para el Ecuador, se incorpora en el Capítulo 2, de los Derechos Civiles: “El derecho a vivir en un ambiente sano, ecológicamente equilibrado y libre de contaminación. La ley establecerá las restricciones al ejercicio de determinados derechos y libertades, para proteger el medio ambiente”; en consecuencia, la Constitución garantiza la

preservación del medio ambiente, conservación de ecosistemas, biodiversidad e integridad del patrimonio genético del país.

La gestión de la calidad ambiental en el Ecuador surgió bajo la influencia del “Movimiento Ambiental” y de la “Era Ambiental” (1950 a 1980). En ese período, en el Ecuador se expide el Código de Salud (1971) y se promulgan la Ley de Aguas (1972) y la Ley de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental (1976). En 1993 se creó la Comisión Asesora Ambiental de la Presidencia de la República (CAAM), que desarrolló los Principios Básicos para la Gestión Ambiental en el Ecuador (diciembre de 1993), expidió las Políticas Ambientales Básicas Generales del Ecuador (1994) y elaboró el Plan Ambiental Ecuatoriano (1995).

La gestión de la calidad ambiental se vio fortalecida por la expedición del Texto Unificado de la Legislación Ambiental Secundaria (TULAS, 2003), pero los resultados prácticos son todavía incipientes; aún más, la calidad ambiental en muchas zonas del país, desde entonces, se ha deteriorado dramática y rápidamente.

En conclusión de lo antes mencionado, se puede afirmar que existen muchas leyes, normas y reglamentos encaminados a la protección del medio ambiente. No obstante, hace falta fortalecer los medios que permitan controlar en forma efectiva esta situación, a pesar de que la gestión ambiental se enfrenta a un modelo de desarrollo no sustentable del país, cuya economía depende sobre todo del crecimiento del sector primario y de la extracción de recursos naturales, cuyos procesos son altamente contaminantes.

2.3.2 Unidades Espaciales

El marco legal en el que se basaron las unidades espaciales, corresponden a dos líneas específicas: en el primer caso a las subcuencas hidrográficas actualmente conocidas como Unidades Hidrográficas, generadas por la Secretaría Nacional de Gestión del Agua (SENAGUA) en el año 2010; y en segundo lugar la división político

administrativa, específicamente las parroquias rurales del Ecuador, tomadas de la Comisión Especial de Límites Internos (CELIR) y relacionadas con la codificación utilizada por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) para el censo poblacional del año 2010.

2.3.3 Marco Internacional

En esta sección se ha recopilado brevemente el marco internacional vigente y que es controlado a través del Ministerio del Ambiente.

Los convenios y tratados internacionales forman parte del compromiso que ha adquirido el país con las demás Naciones del mundo, cada uno de estos han sido suscritos y ratificados según las políticas ambientales de cada Gobierno, en el cuadro 1 se muestra los convenios y tratados suscritos por Gobierno Nacional por medio de su entidad oficial, el Ministerio del Ambiente y el estado actual de los mismos.

**Cuadro 1: Estado de los Principales
Convenios Internacionales**

<i>Convenio marco de las Naciones Unidas sobre cambio climático</i>	<i>Ratificado</i>	<i>Acuerdo de albatros y petreles</i>	<i>Ratificado</i>
<i>Protocolo de Kyoto</i>	<i>Ratificado</i>	<i>Convenio para la conservación y manejo de la vicuña</i>	<i>Ratificado</i>
<i>Convenio sobre diversidad biológica</i>	<i>Ratificado</i>	<i>Convención interamericana para la protección y conservación de las tortugas marinas</i>	<i>Ratificado</i>
<i>Protocolo de Cartagena sobre bioseguridad</i>	<i>Ratificado</i>	<i>Convenio de Basilea sobre movimientos transfronterizos de desechos peligrosos</i>	<i>Ratificado</i>
<i>Convenio sobre la lucha contra la desertificación y sequía</i>	<i>Ratificado</i>	<i>Convenio de Estocolmo sobre contaminantes orgánicos persistentes</i>	<i>Ratificado</i>
<i>Convención Ramsar relativa a los humedales de importancia internacional</i>	<i>Ratificado</i>	<i>Convenio de Róterdam</i>	<i>Ratificado</i>
<i>Convenio sobre comercio internacional de especies amenazadas de fauna y flora silvestres, cites</i>	<i>Ratificado</i>	<i>Convención sobre patrimonio mundial de la UNESCO</i>	<i>Suscrito</i>
<i>Convención sobre la conservación de las especies migratorias de animales silvestres</i>	<i>Suscrito</i>	<i>Comisión ballenera internacional</i>	<i>Suscrito</i>

Fuente: MAE, Subsecretaría de Calidad Ambiental, 2010

2.4 Cambio Climático: Aporte del Ecuador

El calentamiento global es un incremento, en el tiempo, de la temperatura media de la atmósfera terrestre y de los océanos. La teoría del calentamiento global postula que la temperatura se ha elevado desde finales del siglo XIX debido a la actividad humana, principalmente por las emisiones de CO₂ que incrementaron el efecto invernadero. En definitiva es variar o cambiar la composición química de la atmósfera y por lo tanto alterar los comportamientos normales de la Tierra.

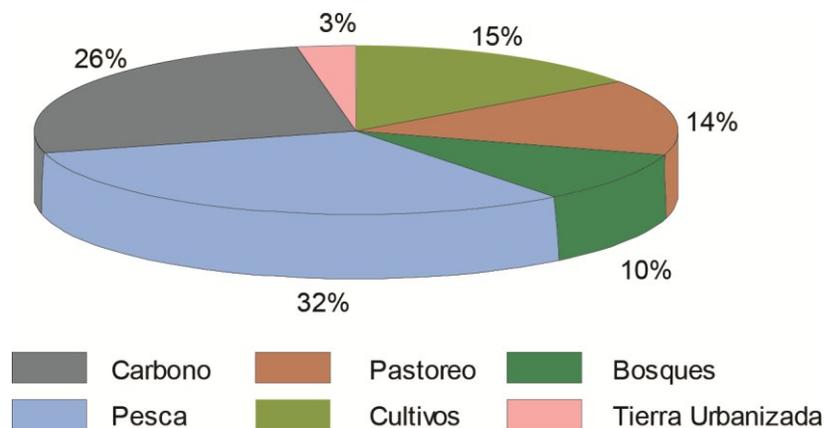
Estos cambios o alteraciones afectan a unos países más que a otros, esto depende de su localización y de las actividades que cada país posee, por lo general los países desarrollados son los de mayor vulnerabilidad, pero no debemos olvidar que estamos en un mundo con ciclos de vida globales que son comunes para todos, por lo que no se puede simplemente suponer que las fronteras nos protegerán de los cambio climáticos que todo el Planeta Tierra está enfrentando.

Si bien es cierto el aporte del Ecuador no contribuye significativamente, como otros países industrializados, siempre será parte integral del problema, según la WWF (World Wildlife Fund for Nature, Informe Planeta Vivo, 2010), el Ecuador posee una huella ecológica de 1,88hag/por persona (hag=hectáreas globales), si este valor lo comparamos con la biocapacidad del país que es de 2,3Hag (biocapacidad=capacidad de regeneración natural de recursos naturales) vemos que aún mantenemos lo que se conoce como crédito ecológico.

Sin embargo, al comparar la evolución de estos dos parámetros a lo largo del tiempo podemos determinar que el país ha ido aumentando su consumo de recursos y contribuyendo en mayor medida a la huella ecológica mundial, pues al comparar con la el promedio de la huella ecológica mundial que es 1,78Hag con la ecuatoriana, se ve que estamos por sobre el promedio mundial contribuyendo directamente en la huella ecológica global.

Según el informe Planeta Vivo del año 2010, el carbono, elemento evaluado a nivel mundial, es el que más contribuye a la huella ecológica global; aproximadamente el 40% del total de la huella ecológica corresponde a la alteración de este elemento en el ambiente; para el caso del Ecuador, para el año 2012, el carbono producto de las actividades como el petróleo es segundo elemento más representativo, detrás de las zonas pesqueras, el gráfico 1 muestra cada elemento que forma parte de la huella ecuatoriana en forma porcentual con datos del año 2010 presentes en el Informe Planeta Vivo 2012.

Gráfico 1: Actividades que aportan a la Huella Ecológica del Ecuador



Fuente: WWF, Informe Planeta Vivo 2012

El cálculo de la huella ecológica que se centra en la evaluación del elemento carbono, permite entender de forma general como un país contribuye al calentamiento global, pues este cálculo involucra, como ya se indicó anteriormente un 40% a las emisiones de CO₂ (dióxido de carbono) a nivel mundial, principal contribuyente en el efecto invernadero y por tanto en el calentamiento global y una de las consideraciones más importantes al momento de determinar las actividades significantes para el mapa de zonas homogéneas de sensibilidad ambiental del Ecuador.

CAPÍTULO III:

METODOLOGÍA PARA LA GENERACIÓN DE ZONAS HOMOGÉNEAS

3.1 Esquema General

La presente metodología es una propuesta que permite identificar zonas de igual sensibilidad a posibles problemas ambientales generados por la presencia de actividades que pueden impactar de manera negativa al medio ambiente, actividades que han proporcionado también un estatus diferente a la población, cambiando su estilo de vida, todo esto a partir de una época conocida como “modernidad” o industrialización que para el Ecuador comenzó con la explotación y uso del petróleo a partir de la década de los 70.

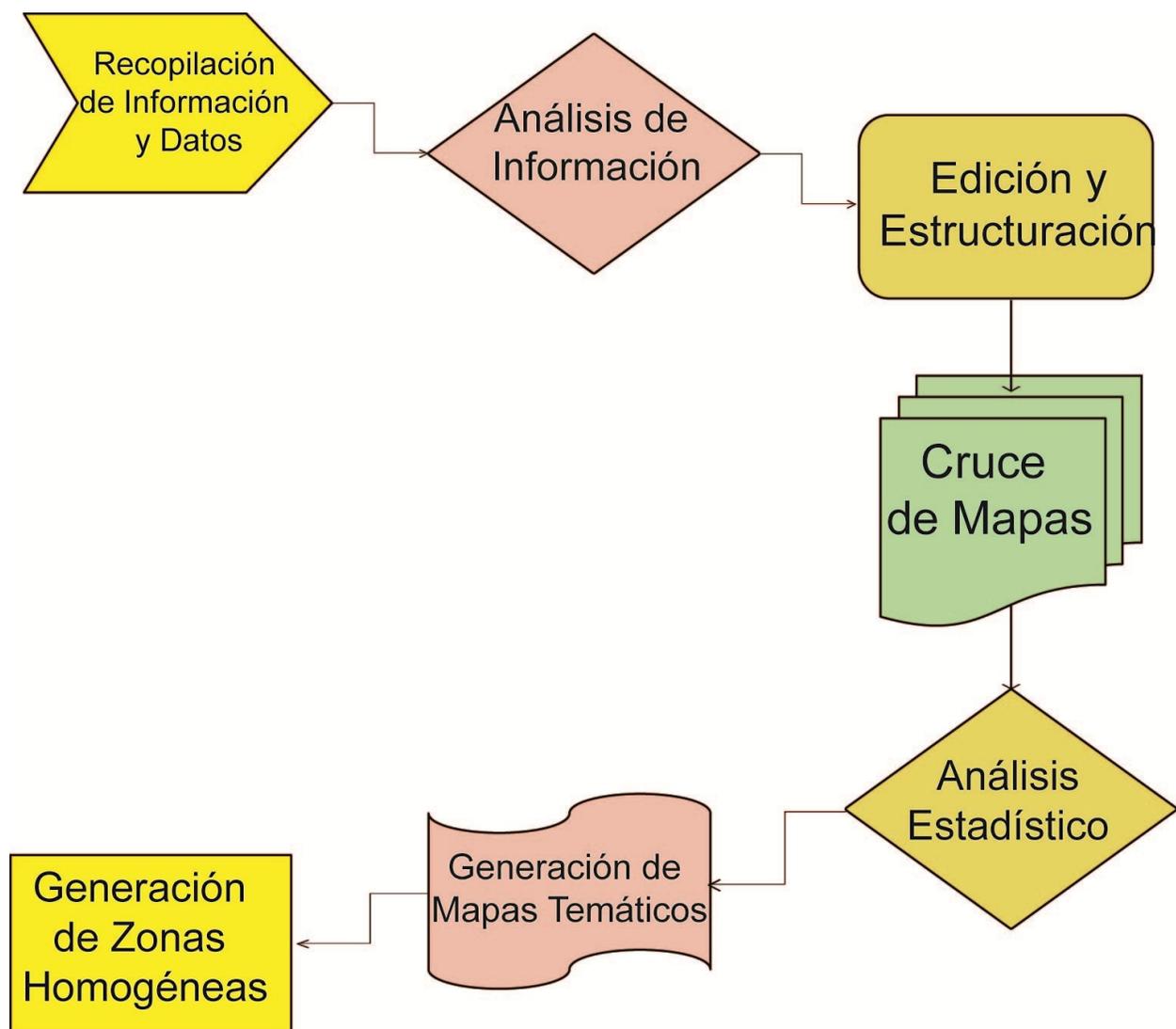
Para dar inicio a la metodología que se propone, se comenzó por lo que se conoce dentro de la Gestión Ambiental con una RAI (Revisión Ambiental Inicial), que si bien es cierto, esta es aplicada previo a la ejecución de la Norma ISO 14001 orientada a empresas e instituciones, es considerada adecuada dentro del esquema a evaluar de manera muy general la situación actual del Ecuador frente al ambiente, para precisar las actividades significativas potencialmente contaminantes.

Una revisión ambiental inicial es una identificación y documentación de los impactos (o impactos potenciales) ambientales significativos asociados directa o indirectamente con las actividades, productos o servicios de la organización, y en este caso específicamente entenderemos como organización al país en general. Desde luego una Revisión Ambiental Inicial toma en cuenta muchos otros aspectos que no son detallados en el presente trabajo por no ser esta el objetivo principal. La RAI, permitió obtener una “instantánea preliminar” de la situación en la que se encuentra el Ecuador previo a un ordenamiento territorial en cuya columna vertebral se prioriza, entre otros aspectos, al ambiente como un ente que tiene derechos.

Las actividades que se analizó y describió en forma general fueron: el petróleo, la minería, los desechos sólidos y la agricultura para identificar zonas homogéneas que afecten los medios: “suelo y agua”; además otras actividades como centrales térmicas, refinerías, agricultura y parque vehicular e industrial fueron consideradas para determinar zonas homogéneas que afecten el medio “aire”, todas estas en función de elementos vulnerables como el ser humano y la biodiversidad natural.

Mediante esta zonificación que se representa por medio de mapas de sensibilidad, se puede disponer de información valiosa para la toma de decisiones, en donde se determina la susceptibilidad de un área específica frente a una amenaza contaminante proveniente de las diferentes actividades que se desarrollan dentro del país. El esquema general de las actividades que se realizó consistió en los siguientes puntos, resumidos en el gráfico 2.

**Gráfico 2: Esquema General de la Metodología
para Identificar Zonas Homogéneas**



Fuente: Elaboración Propia, 2011

En primer lugar se recopiló la información proveniente de, principalmente, las Instituciones oficiales generadoras de geoinformación del Estado como son: Ministerio del Ambiente, Petroecuador, Instituto Nacional Geológico Minero Metalúrgico (INIGEMM), Instituto Geográfico Militar (IGM), Servicio de Rentas Internas (SRI), Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), Ministerio de Agricultura, Acuacultura y Pesca (MAGAP), Secretaría Nacional de Gestión del Agua (SENAGUA) y el Consejo Nacional de Electricidad (CONELEC).

Posterior a la recolección de esta información geográfica-cartográfica, ésta fue analizada, editada y estructurada para la generación de una base de datos que permita continuar con el modelo de cruce de mapas, el análisis estadístico y la generación de mapas temáticos y de zonas homogéneas de sensibilidad ambiental.

Del Ministerio del Ambiente (MAE) se obtuvo información acerca de biodiversidad y áreas naturales protegidas, en Petroecuador se entregó la infraestructura petrolera oficial de: bloques, campos, oleoducto, poliductos, refinerías y centros de acopio y almacenamiento.

El Instituto Geográfico Militar (IGM) proporcionó la información de cartografía base a escala 1:1'000000, en el Instituto Nacional de Geológico Minero y Metalúrgico (INIGEMM) la única información geo-espacial disponible son las concesiones mineras, lo que permite determinar ubicación geográfica y el tipo de concesión.

En el Ministerio de Agricultura, Acuacultura y Pesca (MAGAP) por medio de su secretaría SIGAGRO (Sistema de Información Geográfico Agropecuario) se proporcionó el mapa de uso de suelo de donde se extrajeron las variables de cultivos que usan agroquímicos, pesticidas y fungicidas.

El Consejo Nacional de Electricidad (CONELEC) entregó un listado de centrales térmicas con su ubicación geográfica, las mismas que fueron espacializadas para su análisis.

De la Secretaría Nacional del Agua (SENAGUA) y el Instituto de Normalización del Ecuador (INEC) se utilizó la información de las sub cuencas hidrográficas y de las parroquias respectivamente.

Todas estas variables requirieron de un tratamiento espacial, fue necesario la sistematización y re-tematizando la información inicial para poder realizar el cruce de mapas mediante el modelo generado por medio de sistemas de información geográficos.

3.2 Descripción de la Metodología

3.2.1 Definición de la Unidad Espacial: aquí se puntualizó las unidades espaciales con la que se trabajó, esto ocurre dependiendo del medio final que puede verse afectado por las actividades y los aspectos ambientales de cada actividad.

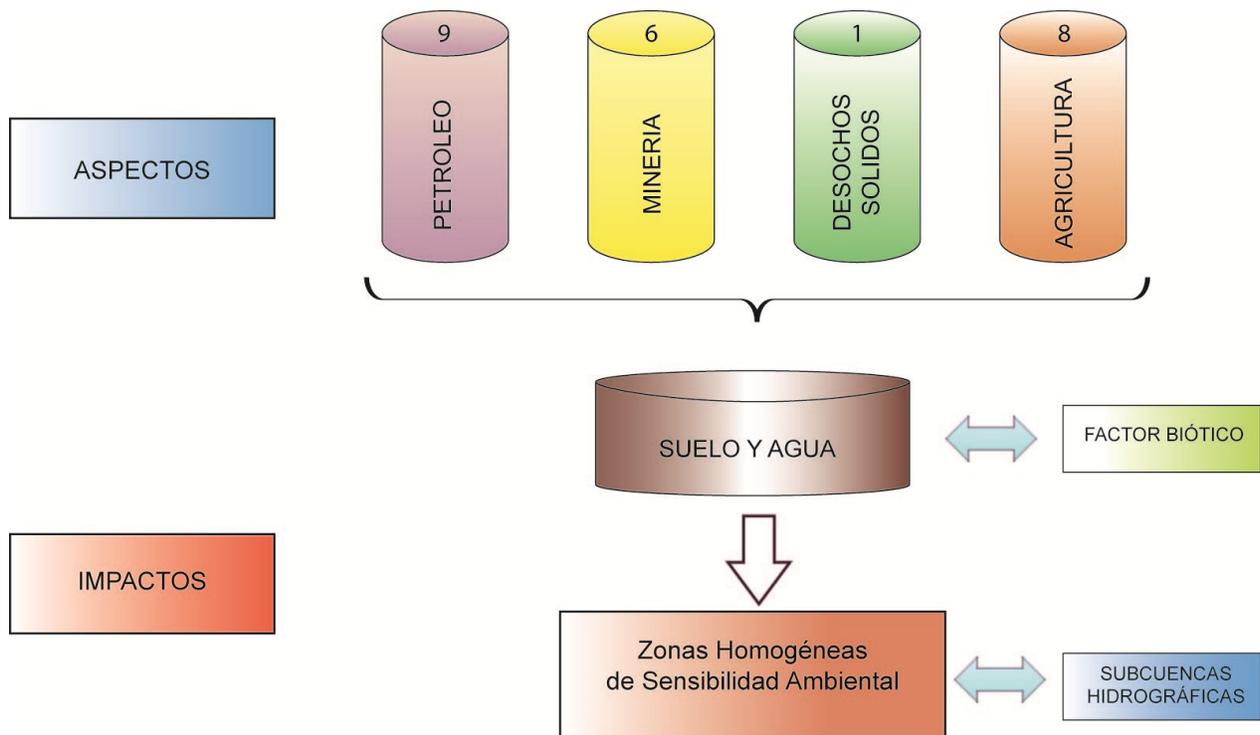
- a. Para efectos prácticos se diferenció dos tipos de medios:
 - i. El suelo y agua, cuya unidad espacial a ser utilizada fue la subcuenca hidrográfica, y
 - ii. El aire, cuya unidad espacial a ser utilizada fue la parroquia (cruzada con la población aglomerada) debido a que es la unidad que representa de mejor manera el espacio físico ocupado por la población (a la escala a utilizar) y además es fácil de asociar con el número de habitantes y cantidad de vehículos e industrias.

3.2.2 Revisión y Análisis de la Información: Se analizó la información obtenida y se probó los tipos de mapas que se pueden generar, cada actividad tiene un génesis diferente y su tratamiento es específico. Las actividades del ser humano que impactan

al suelo y agua que fueron tomadas en cuenta son: el petróleo, la minería, los desechos sólidos y la agricultura, para el presente mapa, las zonas urbanas y su infraestructura fueron consideradas sobreponiéndolas al mapa de desechos sólidos y dentro de agricultura una categoría son las zonas urbanas.

El gráfico 3 muestra las actividades ambientales tomadas en cuenta como aspectos para la generación de zonas homogéneas sensibles a los medios agua y suelo, y a continuación también se presentan los modelos cartográficos por actividad para obtener los mapas correspondientes para generar el primer mapa de síntesis de zonas homogéneas de sensibilidad ambiental.

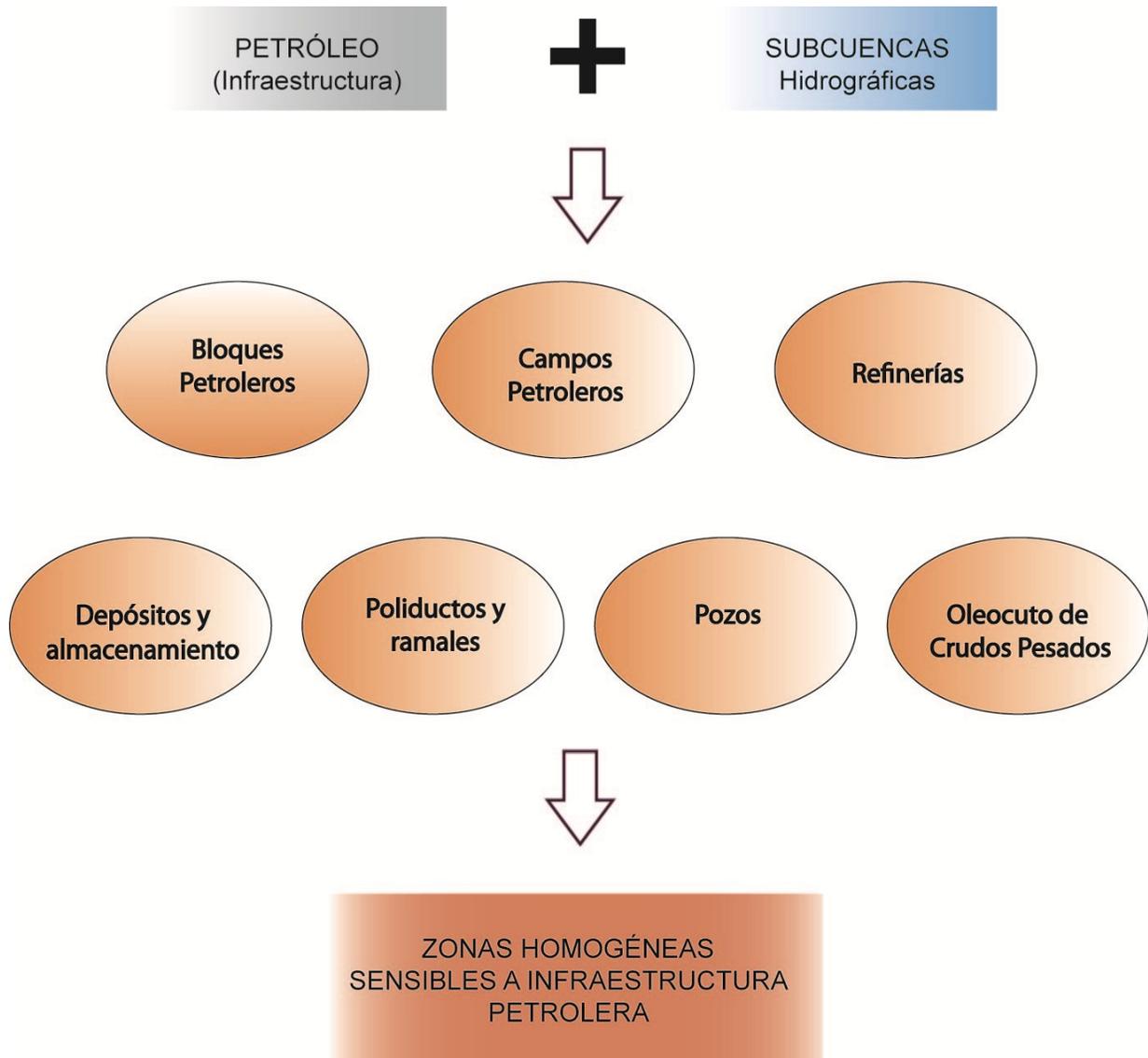
Gráfico 3: Actividades consideradas para la Generación de las Zonas Homogéneas de Sensibilidad Ambiental (Medios Agua y Suelo)



Fuente: Elaboración Propia, 2011

Para el caso del petróleo se cuenta con datos de sus infraestructuras, en el gráfico 4 se observa su esquema del modelo cartográfico de la actividad.

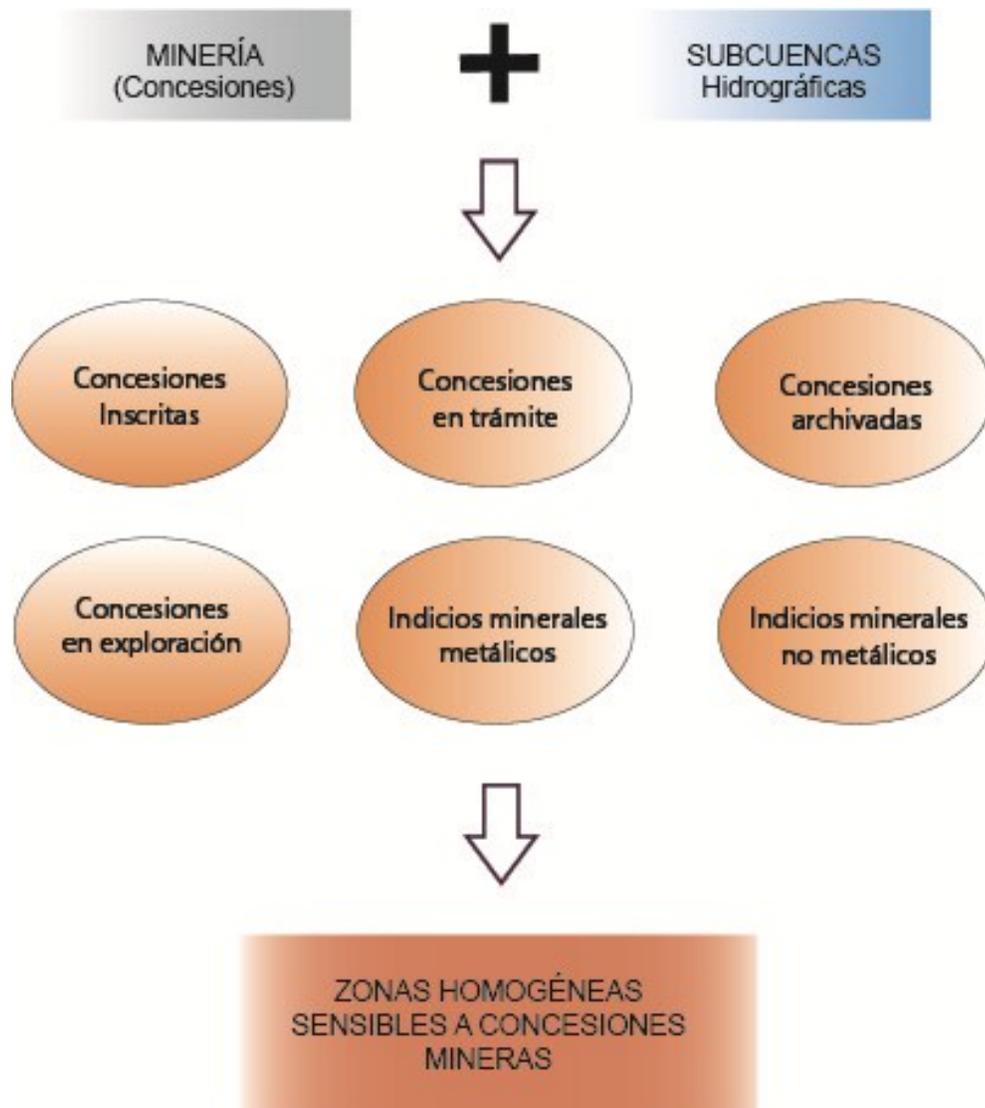
Gráfico 4: Esquema del Modelo Cartográfico del Petróleo



Fuente: Elaboración Propia, 2011

Para el caso de la minería se cuenta con datos de sus concesiones, en el gráfico 5 se observa su esquema del modelo cartográfico de la actividad.

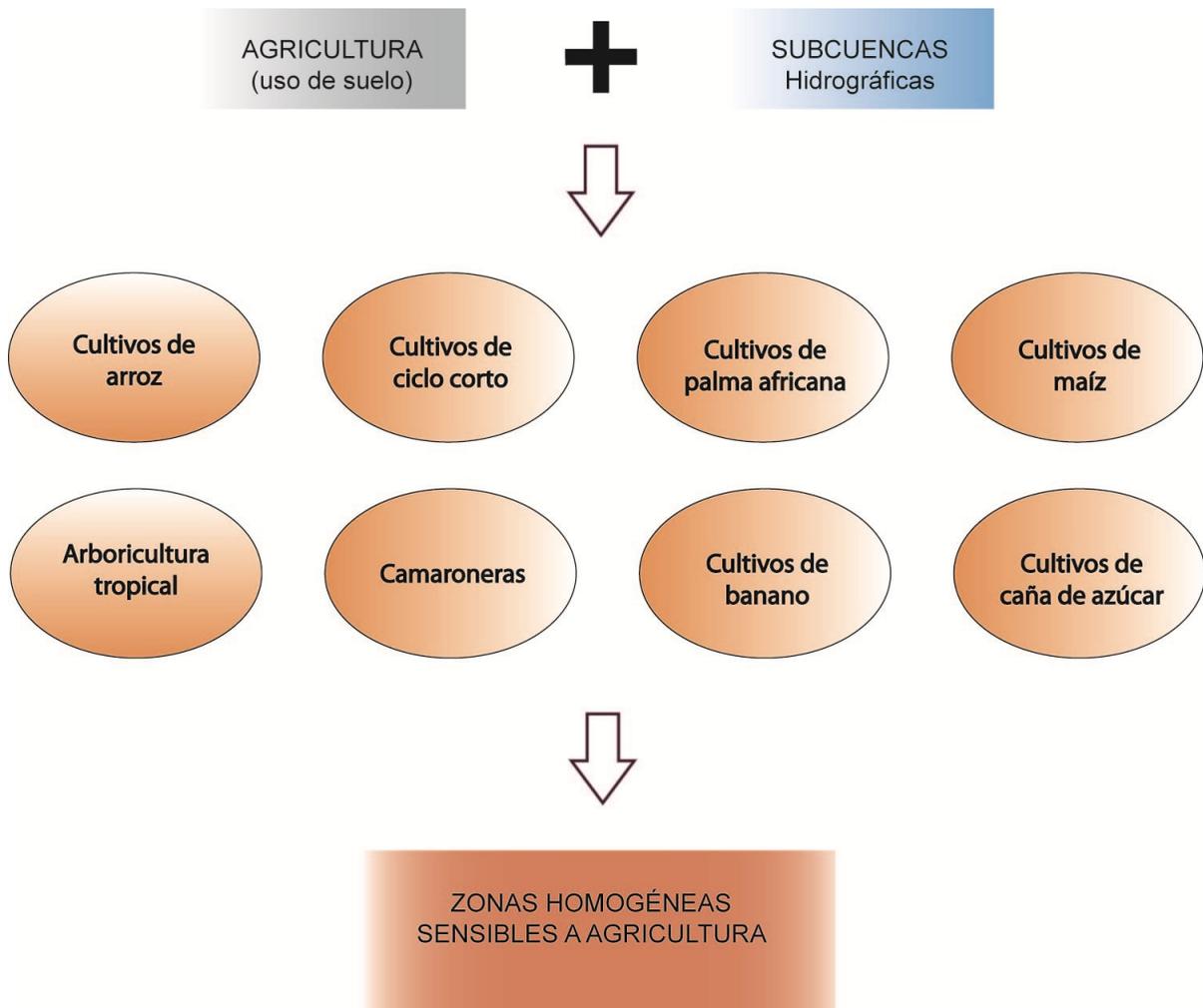
Gráfico 5: Esquema del Modelo Cartográfico de la Minería



Fuente: Elaboración Propia, 2011

En el caso de la agricultura se tiene la cobertura de uso de suelo, el gráfico 6 muestra los cultivos utilizados.

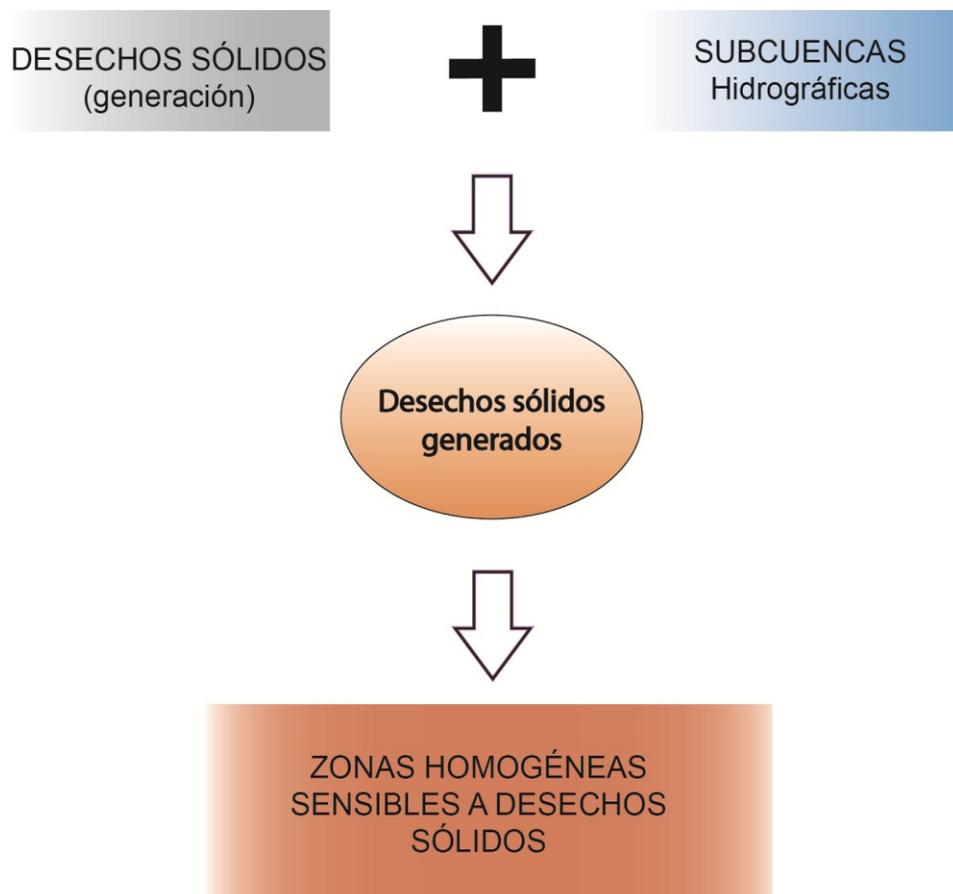
Gráfico 6: Esquema del Modelo Cartográfico de la Agricultura



Fuente: Elaboración Propia, 2011

En cuanto a la generación de desechos sólidos, los datos de entrada son la población aglomerada y el promedio nacional de generación de desechos sólidos. El gráfico 7 muestra el esquema modelo de desechos sólidos utilizado.

Gráfico 7: Esquema del Modelo Cartográfico de los Desechos Sólidos

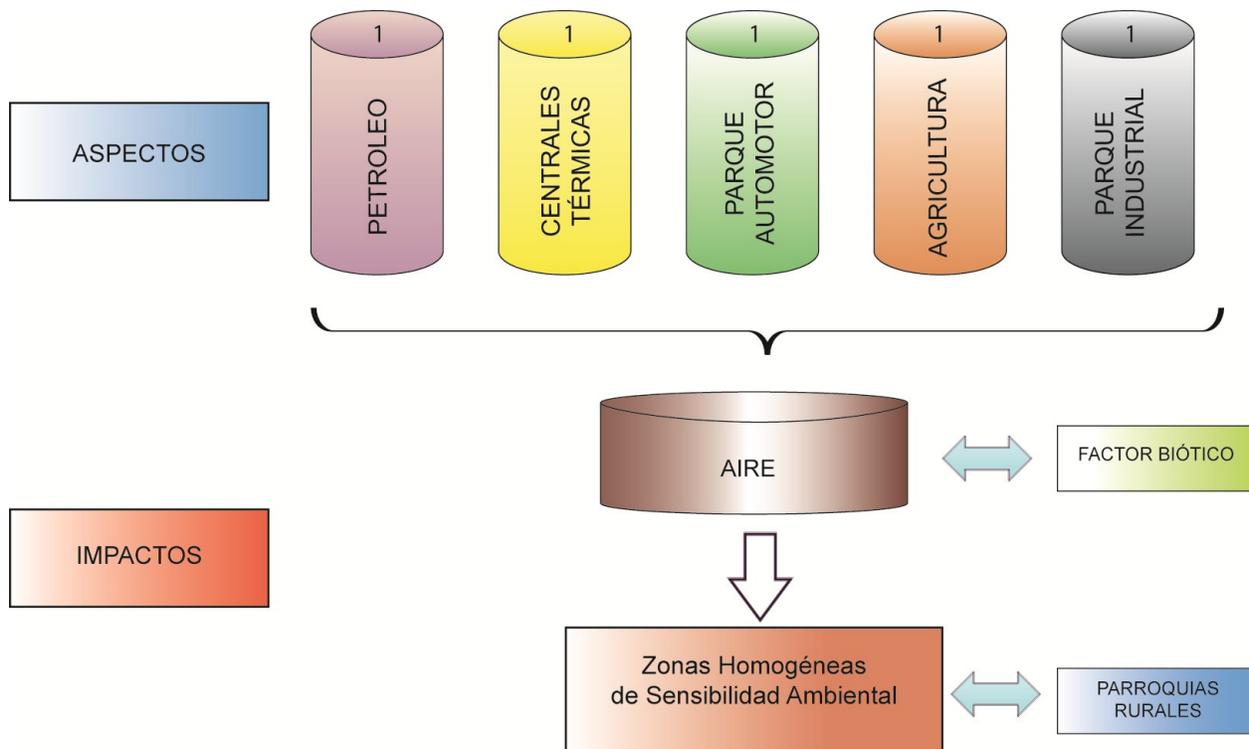


Fuente: Elaboración Propia, 2011

Las actividades del ser humano que impactan el aire, tomadas en cuenta fueron: la industria manufacturera, el parque automotriz, las centrales térmicas, la agricultura (uso de pesticidas y fungicidas) y las refinerías.

Para la generación del mapa de zonas homogéneas de sensibilidad ambiental que afecte en medio aire, se puede observar en el gráfico 8 el esquema de las actividades elegidas que impactan este medio.

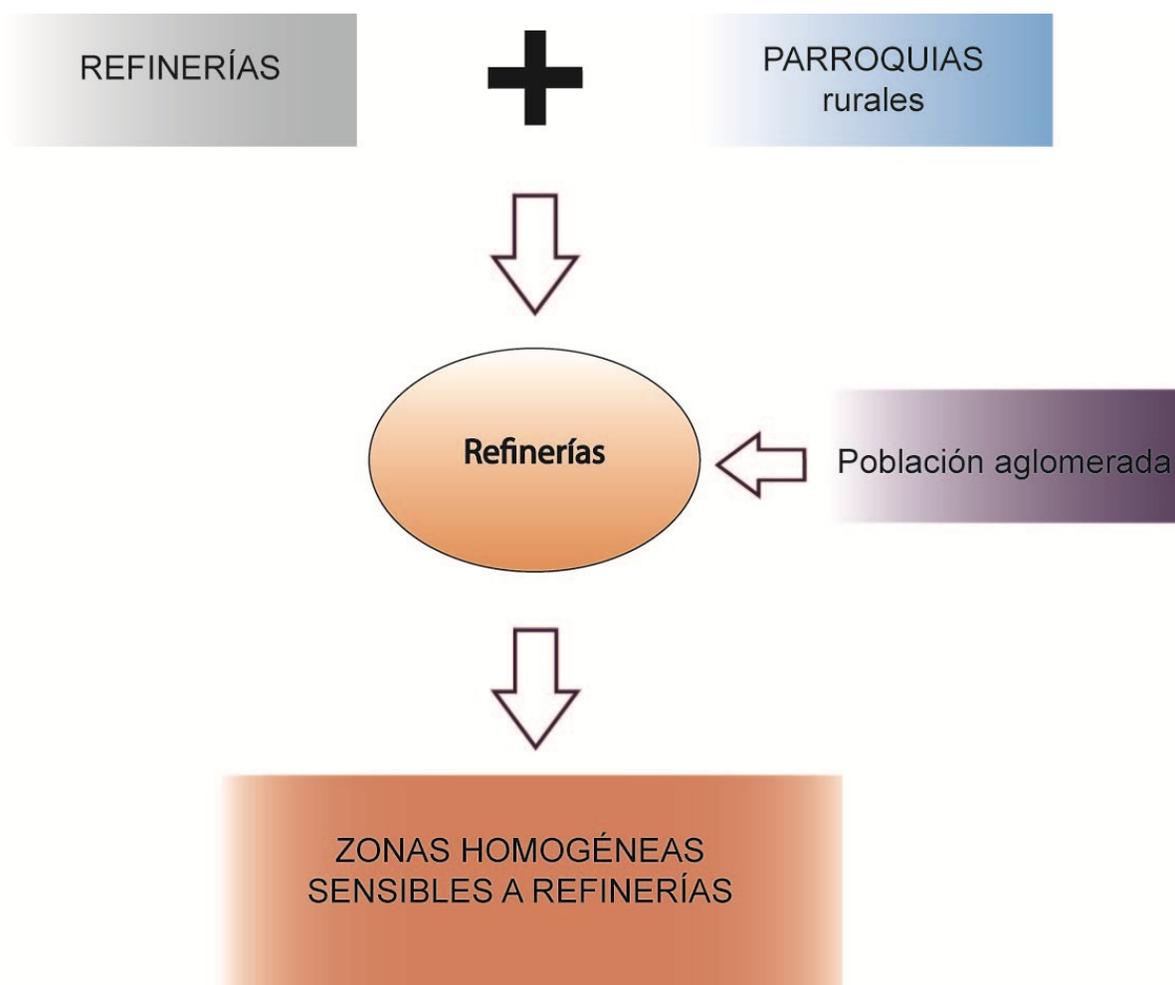
Gráfico 8: Actividades consideradas para la Generación de las Zonas Homogéneas de Sensibilidad Ambiental (Medio Aire)



Fuente: Elaboración Propia, 2011

En el gráfico 9 se observa el esquema modelo de las refinerías de petróleo, actividad que impacta el medio aire.

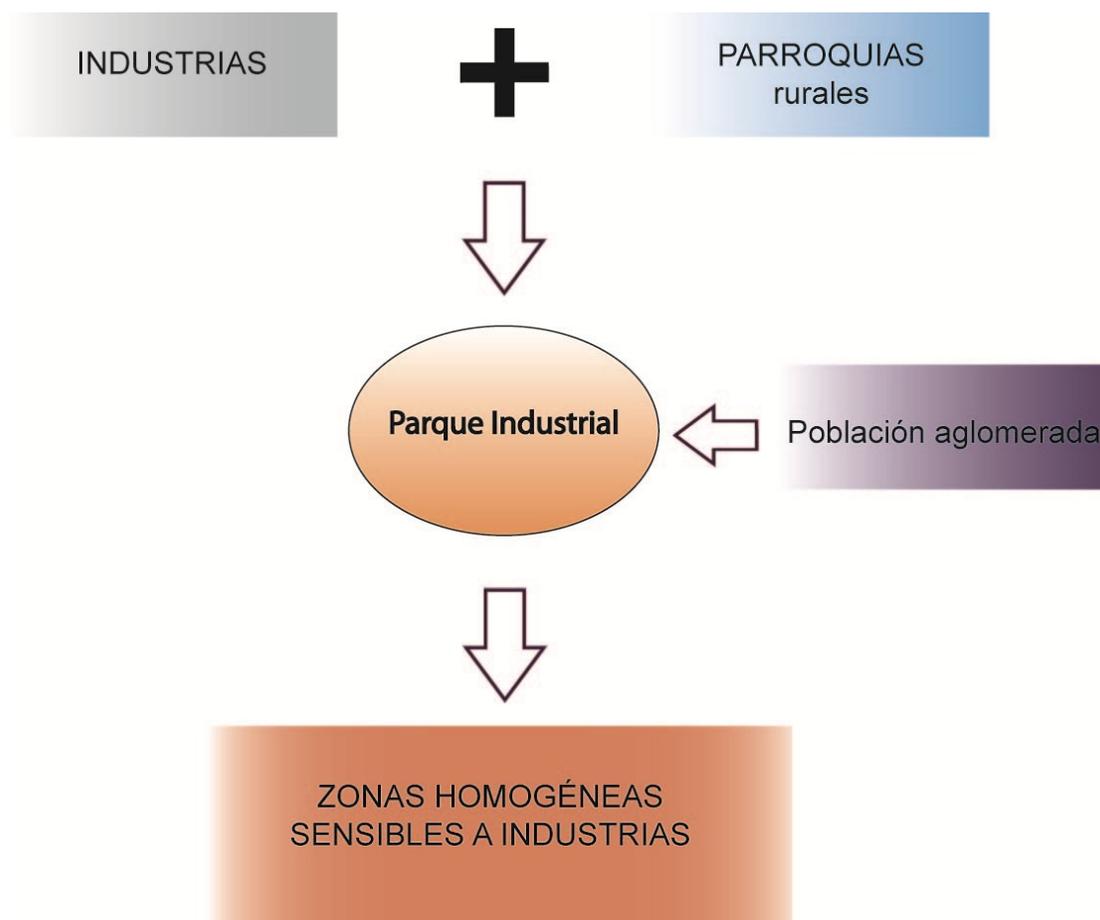
Gráfico 9: Esquema del Modelo Cartográfico de las Refinerías



Fuente: Elaboración Propia, 2011

De igual manera el gráfico 10 se observa el esquema modelo para las industrias de petróleo, actividad que impacta el medio aire.

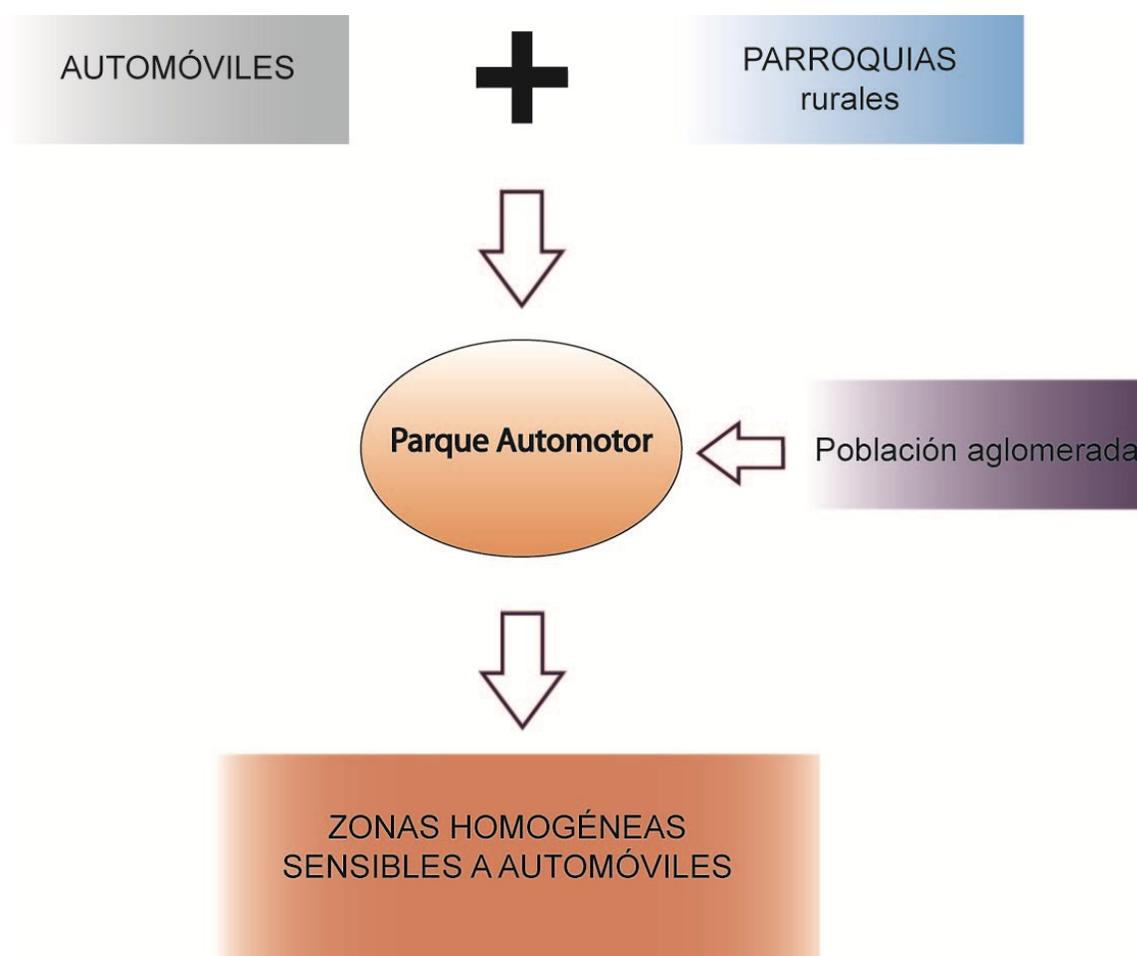
Gráfico 10: Esquema del Modelo Cartográfico del Parque Industrial



Fuente: Elaboración Propia, 2011

El gráfico 11 presenta también el esquema modelo para el parque automotor, actividad que impacta el medio aire.

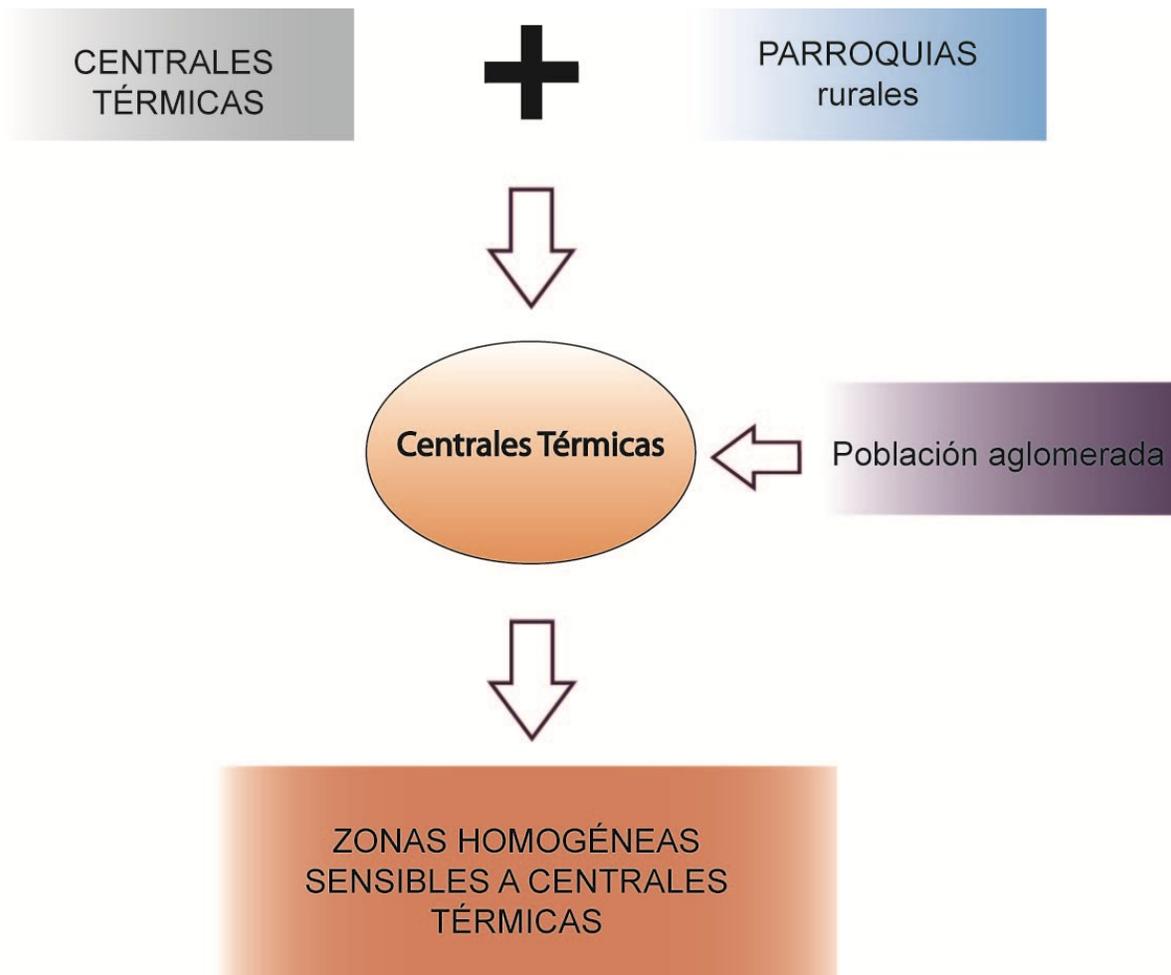
Gráfico 11: Esquema del Modelo Cartográfico del Parque Automotor



Fuente: Elaboración Propia, 2011

El gráfico 12 presenta también el esquema modelo para las centrales térmicas, que son generadoras de energía eléctrica y cuyas emisiones impactan el medio aire.

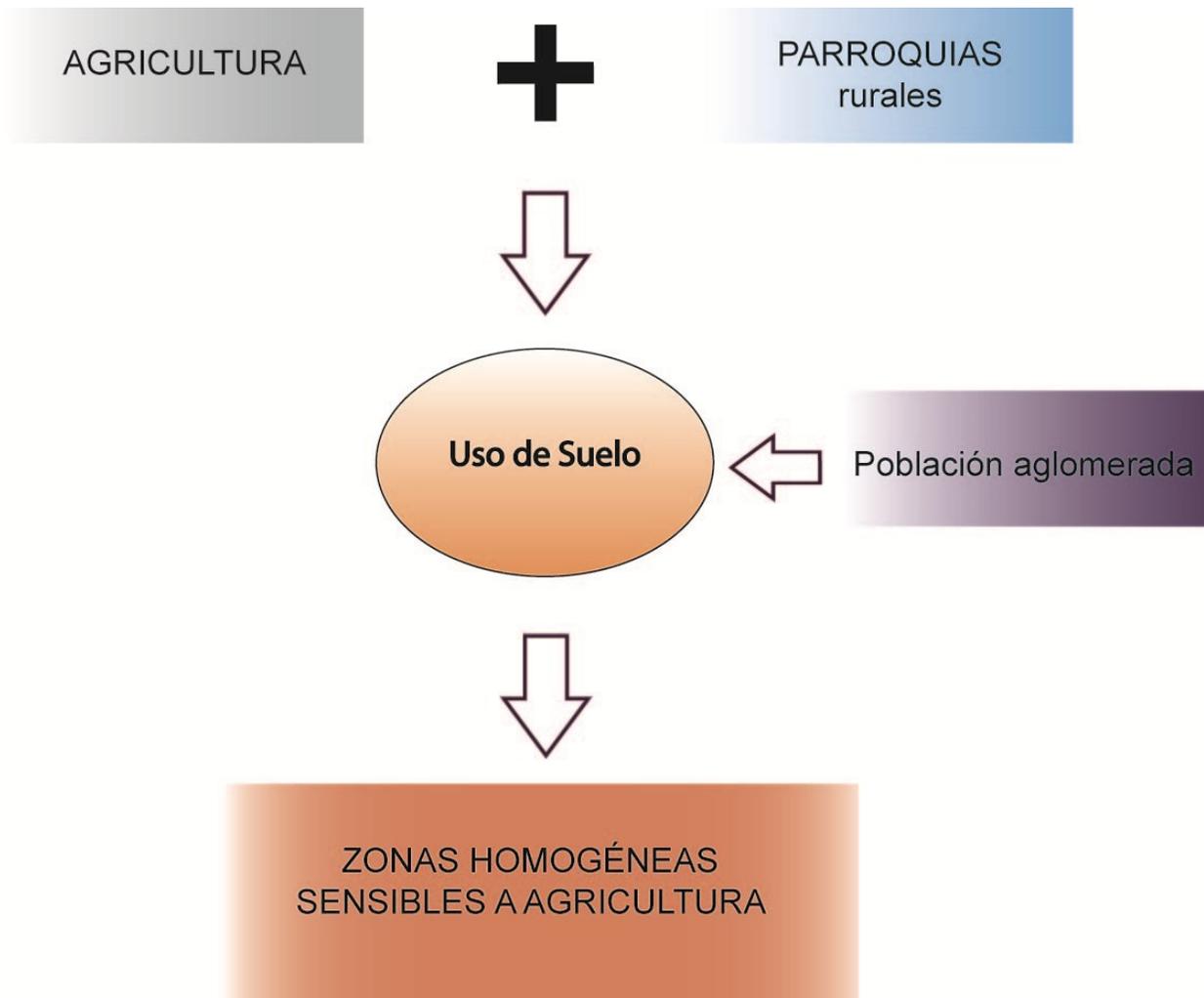
Gráfico 12: Esquema del Modelo Cartográfico de Centrales Térmicas



Fuente: Elaboración Propia, 2011

En el gráfico 13 presenta también el esquema modelo de los cultivos tomados en cuenta, en el que el uso de pesticidas y fungicidas impactan el medio aire.

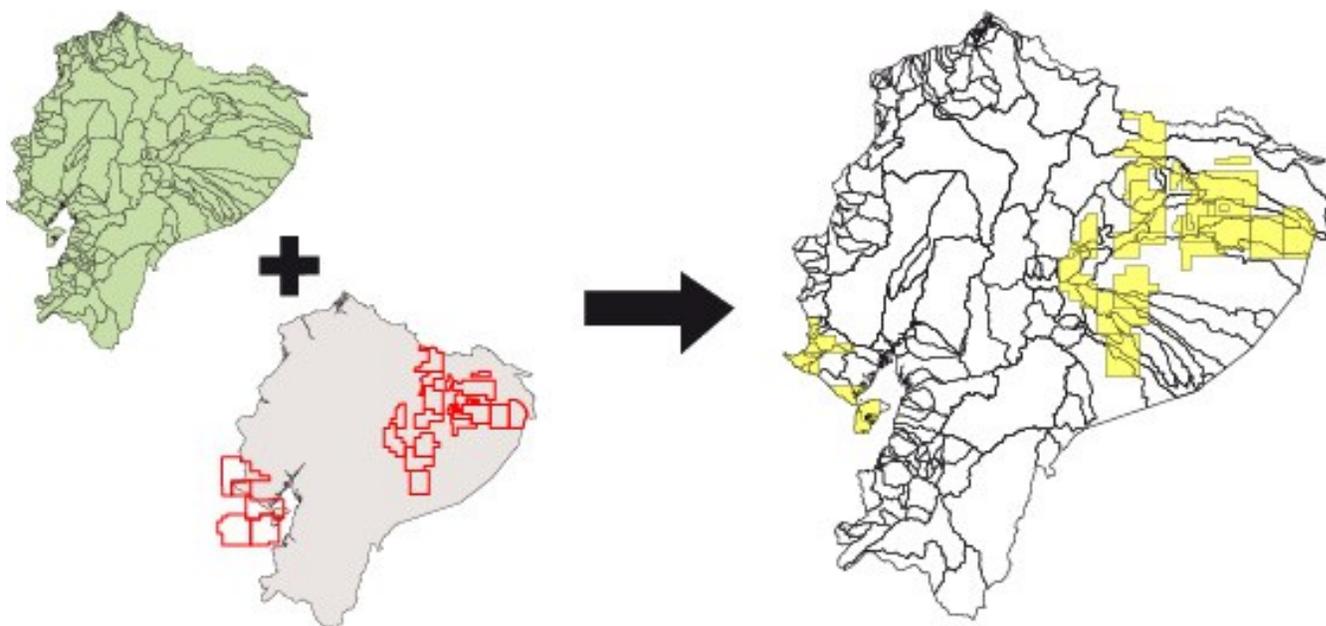
Gráfico 13: Esquema del Modelo Cartográfico de Agricultura



Fuente: Elaboración Propia, 2011

3.2.3 Cruce de Mapas: Una vez obtenida la información primaria, procedemos a cruzar el mapa de subcuencas con cada capa seleccionada tal como se ilustra en el gráfico 14, donde se presenta a los bloques petroleros y las subcuencas hidrográficas. Este cruce permite obtener las áreas, longitudes y frecuencias mediante herramientas de sistemas de los sistemas de información geográfica para posteriormente realizar el análisis estadístico y con esos resultados preliminares se generó los mapas individuales de sensibilidad ambiental.

Gráfico 14: Cruce de Mapas
Ejemplo: Bloques Petroleros y Subcuencas Hidrográficas

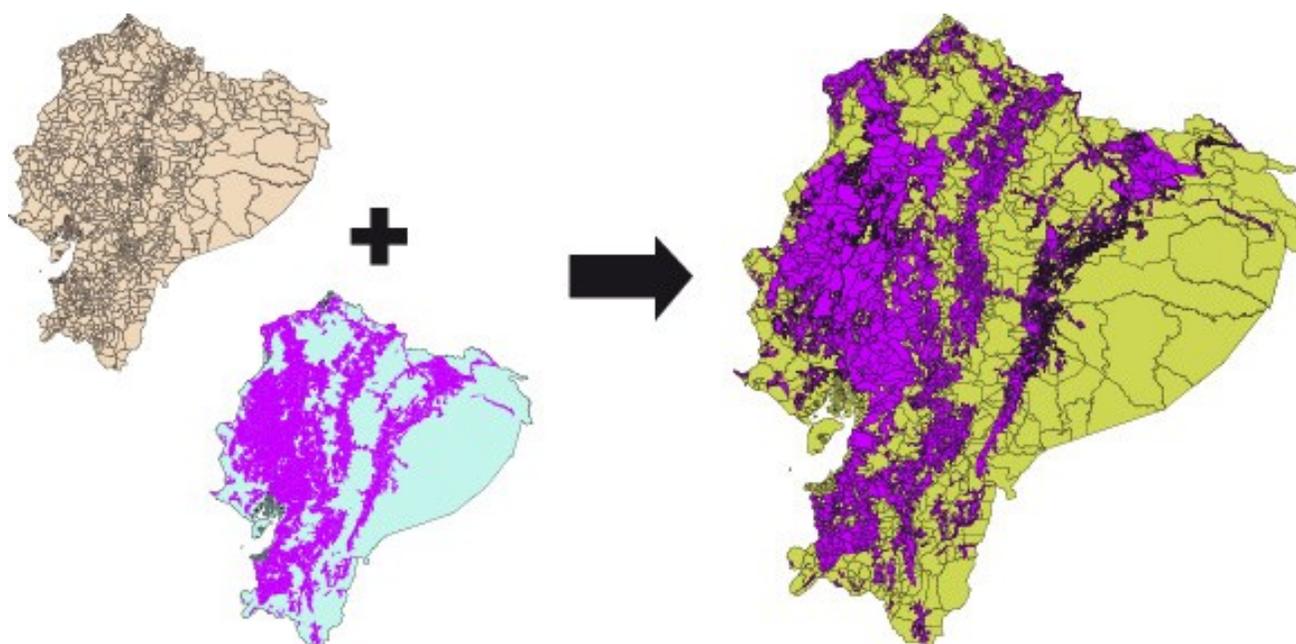


Fuente: Elaboración Propia, 2011

De igual manera, se procedió a realizar el cruce de las variables que intervienen para generar el mapa de zonas homogéneas de sensibilidad ambiental para el medio aire, el gráfico 15 se muestra este cruce de variables, en el ejemplo presentado se observa el cruce entre el parque vehicular localizado con la ayuda de un mapa auxiliar que muestra la ubicación geográfica de la población aglomerada, de igual manera este resultado se visualizará por medio del análisis estadístico que corresponde.

Gráfico 15: Cruce de Mapas

Ejemplo: Parroquias sobre población aglomerada: genera la parroquia aglomerada, unidad para el medio aire



Fuente: Elaboración Propia, 2011

Nota: el mapa de población aglomerada fue desarrollado en base al mapa de uso de suelo y zonas urbanas para representar las áreas de mayor concentración poblacional (color morado).

3.2.4 Edición y Estructuración: a continuación se calcula el porcentaje de área (o de ser el caso longitud o cantidad) que se encuentra dentro de la unidad de estudio dividiendo la sumatoria de las áreas involucradas para el área total de la subcuenca. Es decir se aplicó esta fórmula en cada mapa individual, según la geometría (polígonos, líneas y puntos) y el caso que corresponda:

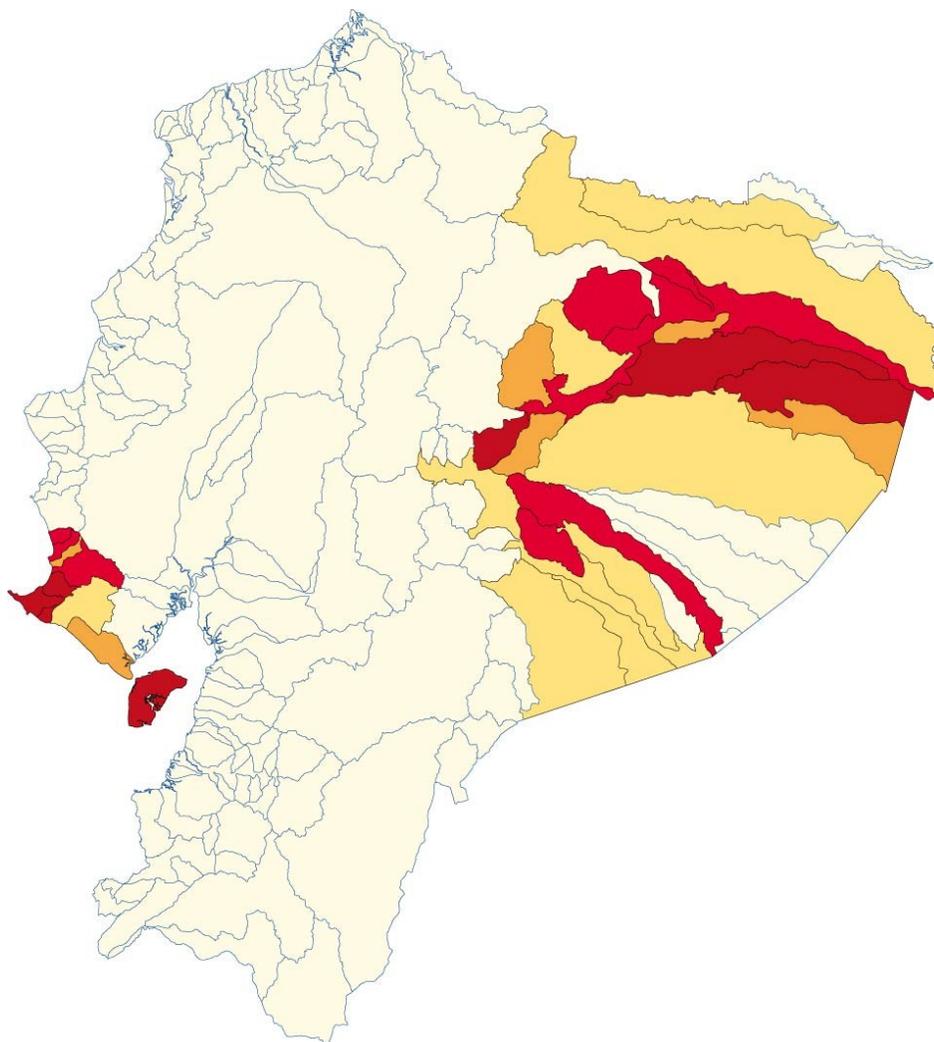
$$\% = \frac{\Sigma \text{Áreas}}{\text{ÁreaTotal}} \quad \text{ó} \quad \frac{\Sigma \text{longitud}}{\text{LongitudTotal}} \quad \text{ó} \quad \frac{\Sigma \text{frecuencias}}{\text{FrecuenciasTotales}}$$

Por ejemplo en el caso de bloques se considera las áreas parciales que cubren los bloques (polígonos) comparados con las áreas totales de cada subcuenca. Para el caso de longitud se considera la distancia del tramo de poliducto (líneas) que atraviesa sobre la subcuenca comparada con la distancia total del poliducto. De igual manera las frecuencias es el número de repeticiones de un elemento puntual dentro de la cuenca como es el caso de los pozos (frecuencia de puntos).

3.2.5 Análisis Estadístico: Con este porcentaje, se utilizó el análisis estadístico conocido como “Natural Jenks”, el mismo que consiste en dividir en cinco clases (o las clases que se defina) a los datos tomando los puntos de quiebre para realizar esta clasificación, con esto se procede a generar un mapa de subcuencas sensibles a bloques petroleros (o cualquier infraestructura/elemento). De esta manera se continúa con cada infraestructura o elemento de la actividad y se genera un mapa como los que se observan en los gráficos 16 y 17, los ejemplos de cada gráfico corresponden a las subcuencas sensibles a bloques petroleros y a las parroquias sensibles al parque automotor respectivamente, la leyenda correspondiente se podrá verificar en los mapas anexos. (Anexos 10, 11, 12 y 13 para el caso del medio agua/suelo y anexos 15, 18 y 19 para el caso del medio aire)

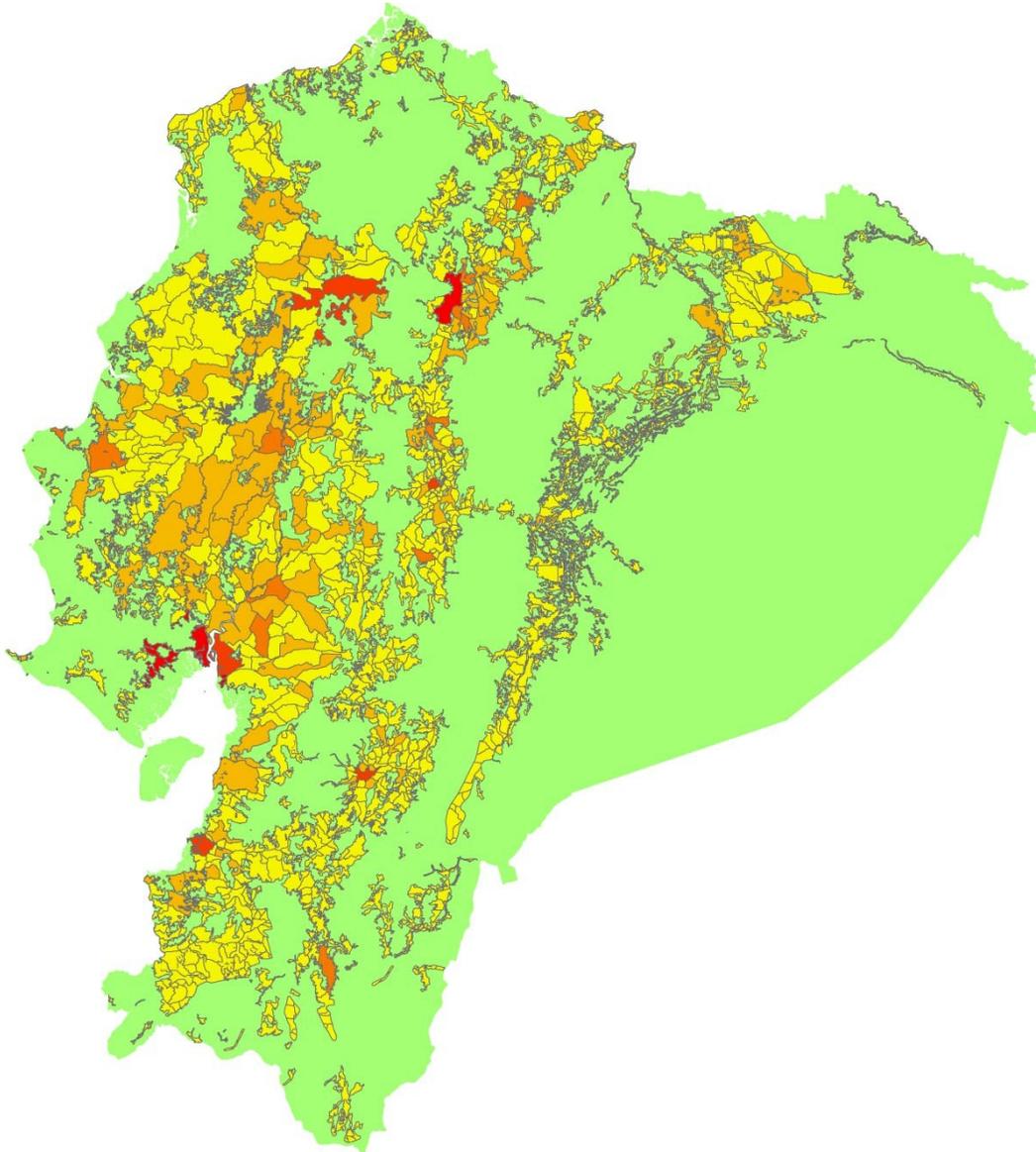
Gráfico 16: Análisis Estadístico

Ejemplo: Mapa de Subcuencas sensibles a Bloques Petroleros



Fuente: Elaboración Propia, 2011

Gráfico 17: Análisis Estadístico
Ejemplo: Mapa de Parroquias sensibles al Parque Automotor
en Población aglomerada



Fuente: Elaboración Propia, 2011

3.2.6 Análisis Multivariable o multivariante: a continuación se integró todos los valores en una sola tabla, es decir los porcentajes resultantes de las actividades antes mencionadas y por medio de un análisis multivariable, realizado en el software Philcarto, se obtiene el mapa de zonas homogéneas de predomios ambientales por actividad, lo que significa que dentro de cada unidad espacial (subcuenca o parroquia) se analiza estadísticamente cual actividad es la de mayor peso o preponderancia tiene.

Para entender en qué consiste el análisis multivariable o multivariante, supondremos, en adelante, que hemos observado p variables numéricas en conjunto con n elementos. Cada una de estas p variables se denomina una variables escalar o univariante y el conjunto de las p variables se denomina una variable vectorial o multivariante. Los valores de las p variables escalares en cada uno de los n elementos pueden representarse en una matriz, X , de dimensiones $(n \times p)$, que llamaremos matriz de datos.

Denotaremos por x_{ij} al elemento genérico de esta matriz, que representa el valor de la variable escalar j sobre el individuo i . Es decir:

$X = \{ x_{ij} \}$ donde $i = 1, \dots, n$ representa al individuo;

$j = 1, \dots, p$ representa la variable.

Dentro del análisis multivariable, se manejó un esquema de pesos para cada una de las variables, pesos que fueron asignados mediante el criterio experto y que constan en los gráficos 20 y 21.

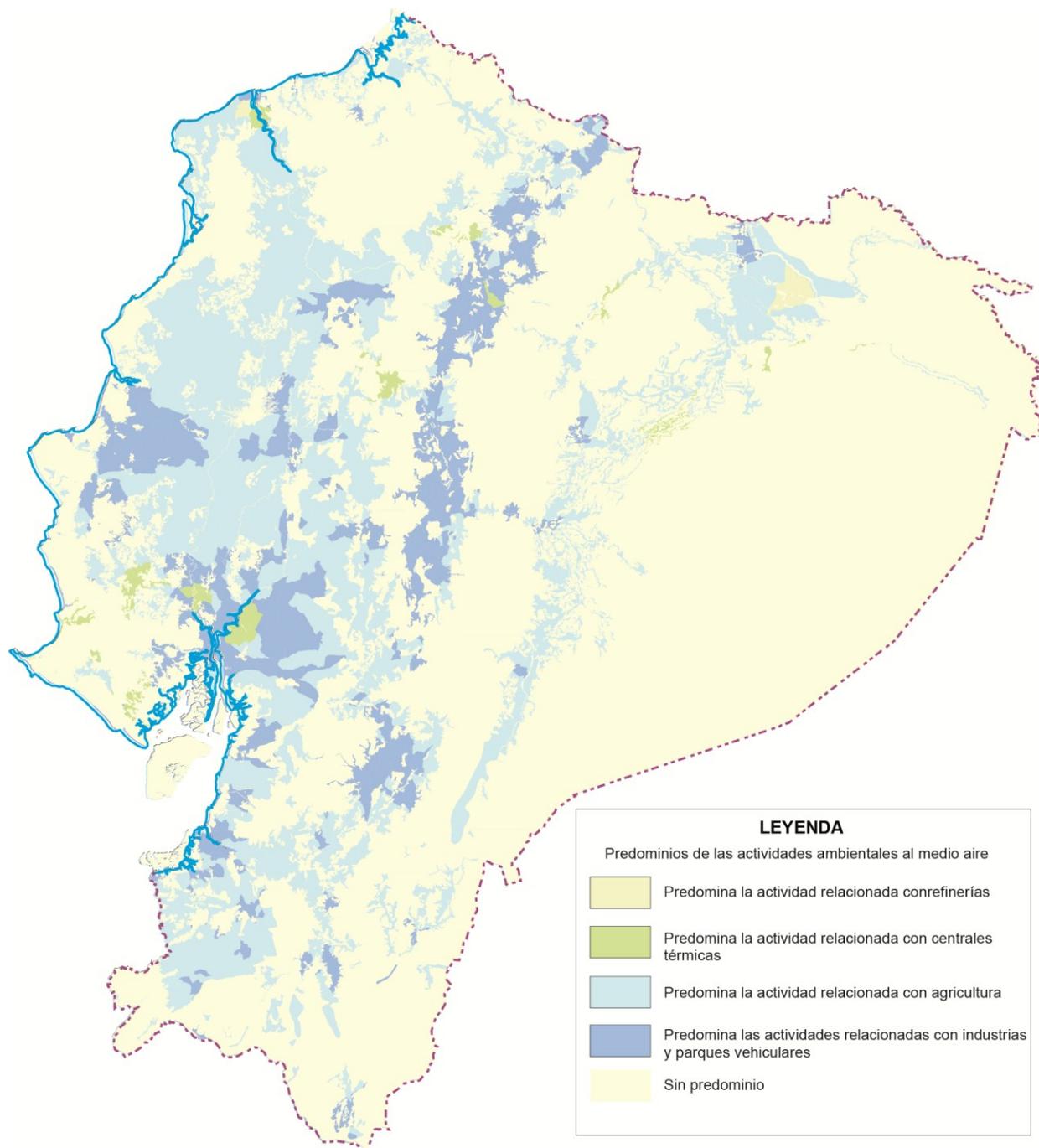
El gráfico 18 muestra las zonas homogéneas de predominio ambiental para el caso del agua y el suelo, y el gráfico 19 para el caso del aire, los resultados y la leyenda de cada mapa serán explicados posteriormente.

Gráfico 18: Mapa de Zonas Homogéneas de Predominio Ambiental para los medios agua y suelo



Fuente: Elaboración Propia, 2011

Gráfico 19: Mapa de Zonas Homogéneas de Predominio Ambiental para el medio Aire



Fuente: Elaboración Propia, 2011

Nota: La zona coloreada en tono amarillo claro, es un área donde no se encuentra la población aglomerada.

3.2.7 Generación de Zonas Homogéneas de Sensibilidad Ambiental: finalmente, se realiza una suma del total de valores registrados en las tablas del sistema de información geográfico por actividad, a estos valores o datos se los normaliza estadísticamente. (Se pueden verificar las tablas del anexo 21)

La normalización estadística se asocia con la acción de transformar una distribución cualquiera a una distribución normal, este proceso debe ser ejecutado obligatoriamente para estandarizar los valores obtenidos de manera que puedan hacerse comparables debido a que no son posibles cotejar directamente.

Corresponde ajustar los datos de la distribución “inicial” a una distribución normal. En este caso se cambia la forma de la distribución original manteniendo la proporción de casos entre valores contiguos.

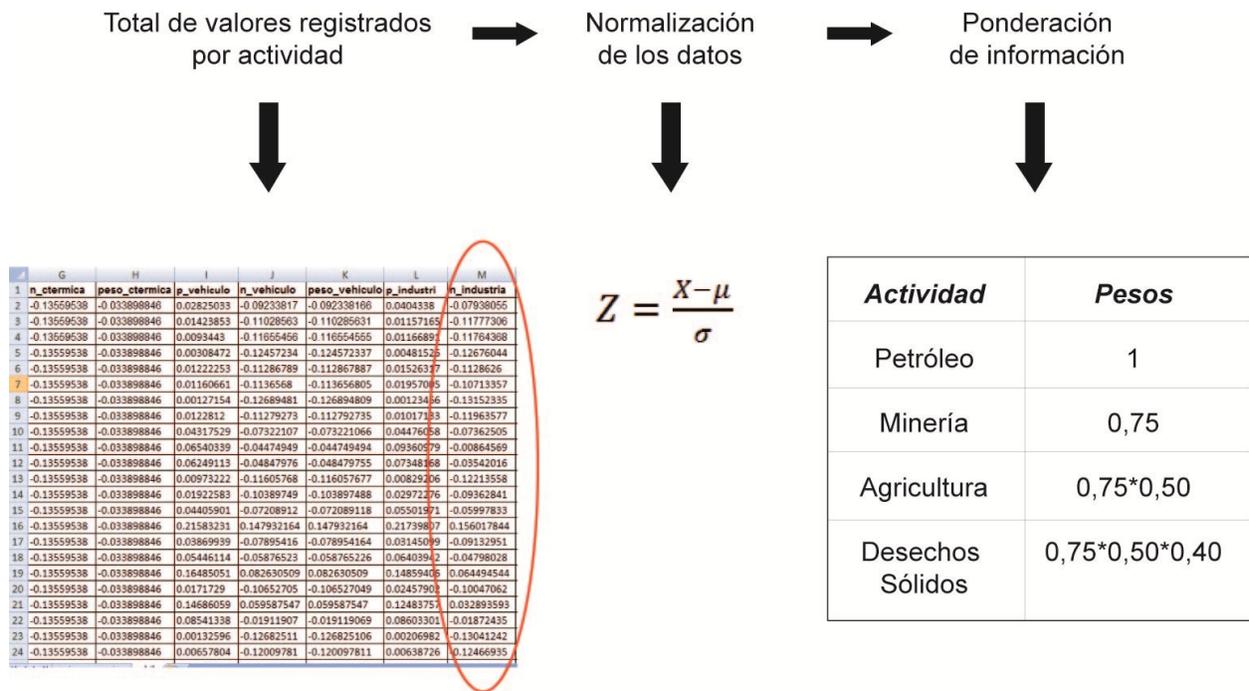
Es posible relacionar todas las variables aleatorias normales con la distribución normal estándar, si : $X \sim N(\mu, \sigma^2)$, entonces $Z = \frac{X - \mu}{\sigma}$ es una variable normal estándar: $Z \sim N(0,1)$. Z es una distribución normal estándar, entonces $X = \sigma Z + \mu$ es una variable aleatoria normal tipificada de media μ y la varianza σ^2 .

Normalizados los datos se realiza una ponderación de estos, asignado un peso por actividad en base al criterio experto, estos sistemas expertos son llamados así porque emulan el razonamiento conformado por tres ítems principalmente:

1. La base del conocimiento que no es otra cosa que el conocimiento modelado extraído de la experiencia de un conocedor del tema,
2. La base de los hechos que contiene los hechos sobre un problema descubierto durante el análisis,
3. Y finalmente, la base de la inferencia que contiene el razonamiento humano.

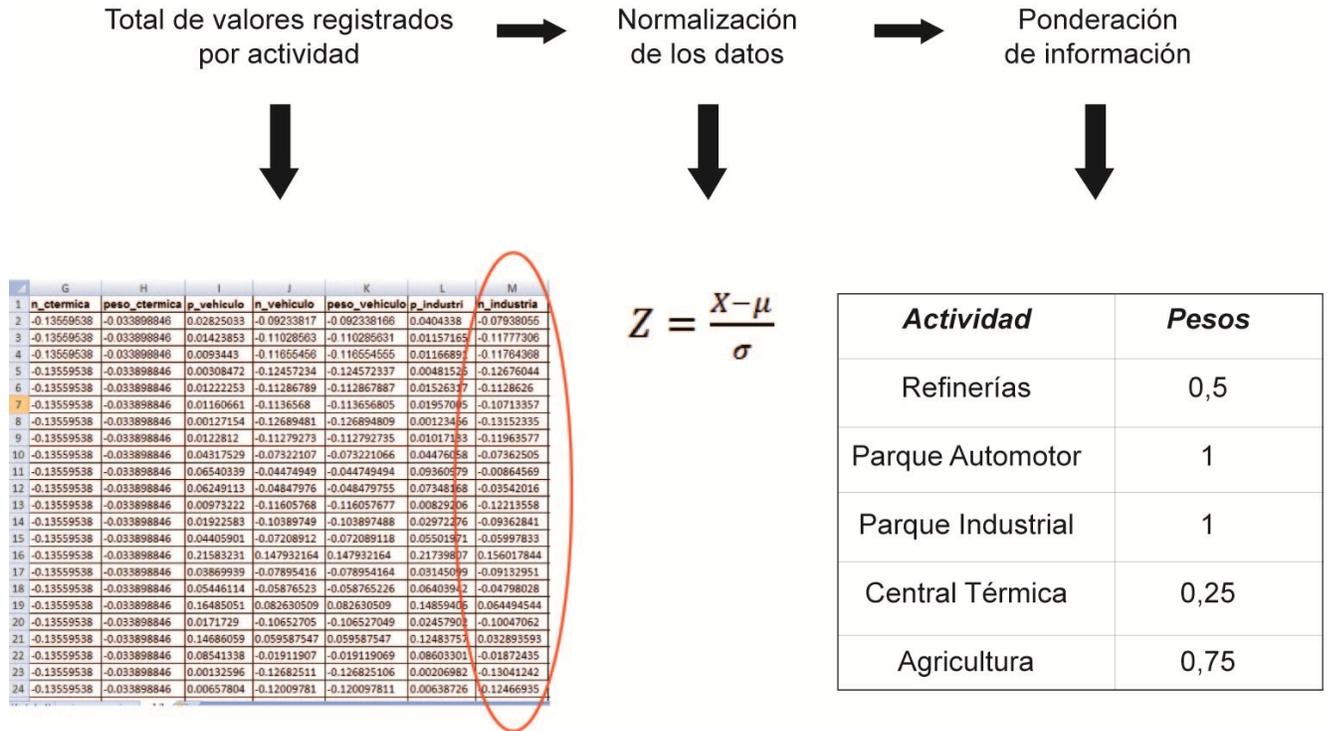
Con estos nuevos valores se realiza el análisis multivariable con lo que se define el mapa de síntesis que presenta las Zonas Homogéneas de Sensibilidad Ambiental del Ecuador tanto para los medios agua y suelo cuanto para el medio aire. En los gráficos 20 y 21 se observa un diagrama descrito anteriormente.

Gráfico 20: Normalización de los datos para medios Agua y Suelo



Fuente: Elaboración Propia, 2011

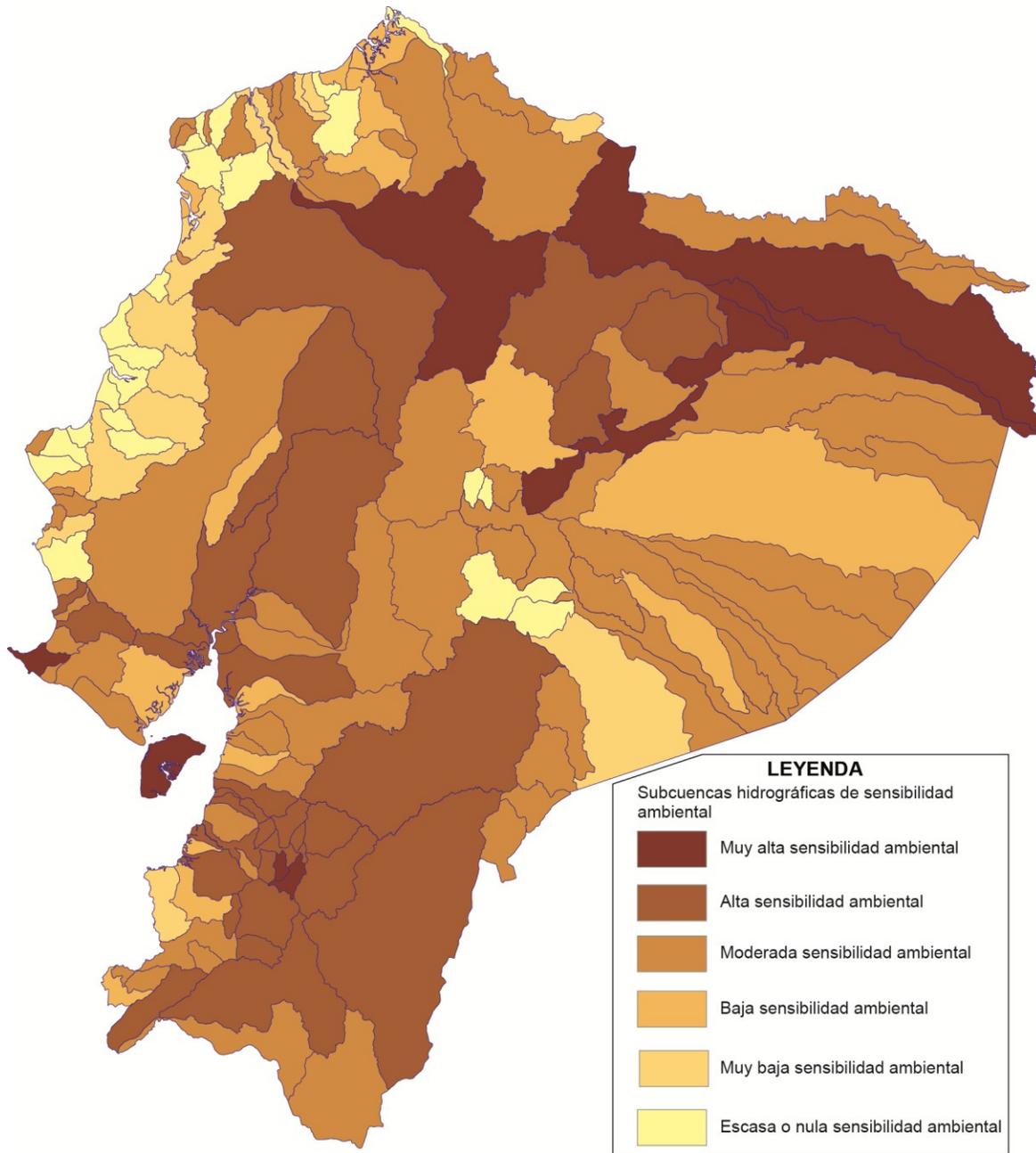
**Gráfico 21: Normalización de los datos
para el medio Aire**



Fuente: Elaboración Propia, 2011

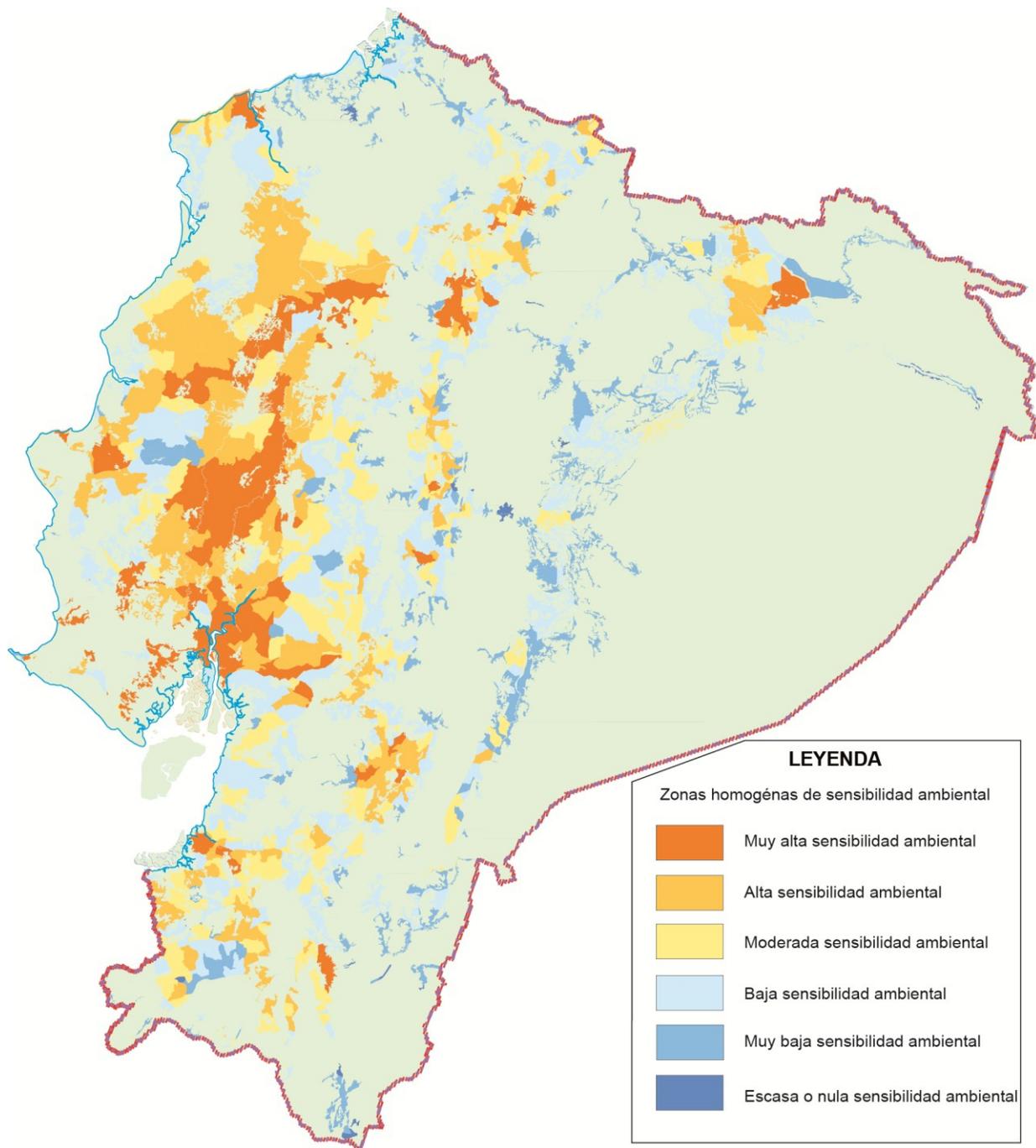
Con este mapa resultante se obtuvo los mapas finales de Zonas Homogéneas de Sensibilidad Ambiental con respecto a los elementos agua y suelo y del aire que se observa en los gráficos 22 y 23.

**Gráfico 22: Mapa de Zonas Homogéneas de Sensibilidad Ambiental
para los medios agua y suelo**



Fuente - Elaboración Propia, 2011

Gráfico 23: Mapa de Zonas Homogéneas de Sensibilidad Ambiental para el medio aire



Fuente: Elaboración Propia, 2011

Nota: La zona coloreada en tono verde claro, es un área donde no se encuentra la población aglomerada.

Los valores procesados en el sistema de información geográfica se presentan en el Anexo 21, que corresponde a las tablas numéricas de los mapas y se los puede relacionar en la base de datos geográfica generada.

CAPÍTULO IV: REVISIÓN AMBIENTAL INICIAL DEL ECUADOR

4.1 Actividades potencialmente contaminantes del suelo y agua

4.1.1 El Petróleo

El petróleo es la fuente de energía más importante de la sociedad actual, este recurso “no renovable” se constituye en la materia prima de un sin número de elementos que forman parte de nuestro día a día, es el insumo básico en la producción de maquinaria y en la industria, sus derivados conforman cientos de productos, pero también es responsable de uno de los problemas ambientales más difíciles de controlar y remediar debido a su insolubilidad con el agua y la gran cantidad de gases que se generan producto de su extracción.

A partir de la conferencia del medio ambiente realizada en el año 1972 en Estocolmo, la conciencia ambiental ha ido creciendo y evolucionando, de tal manera que la protección del ambiente ha despertado interés en los diferentes actores desde de los gobiernos, pasando por empresas, organizaciones no gubernamentales (ONGs), pueblos indígenas, hasta llegar a la sociedad civil en general.

La explotación de recursos no renovables como el petróleo ha incrementado aceleradamente la degradación del medio ambiente, provocado impactos inmediatos como la deforestación, pérdida de biodiversidad, cambio climático, lluvia ácida, destrucción de la capa de ozono, contaminación de las aguas, suelos y del aire, entre otros aspectos que empeoran la realidad nacional de cada país.

A lo largo de la historia se conocen infinidad de eventos relacionados con derrames petroleros sobre elementos naturales como ríos, mares, cultivos: los cuales han persistido a pesar de los años pese a los esfuerzos por limpiarlo.

Para conocer la problemática ambiental producto de la explotación del petróleo es necesario adentrarse en su ciclo de extracción, el cual está descrito a continuación en forma muy resumida y de manera general, todo este proceso depende de cada campo y pozo petrolero.

La primera fase se la conoce como exploración y prospección, se inicia con la búsqueda de una roca cuya formación se haya realizado en medio propicio, sea lo suficientemente porosa para almacenar una cantidad rentable de líquido, y que haya permitido la concentración de petróleo en ella.

Esta prospección, se realiza por medio del estudio de bibliografía y cartografía del sector, seguido luego por sondeos y estudios geológicos. Una de las técnicas más utilizadas es la prospección sísmica, que se trata de emanar ondas de choque contra el suelo para comprobar la presencia de formaciones rocosas y posibles depósitos de petróleo. En la segunda fase, conocida como perforación, es ejecutada por la acción rotatoria de una herramienta similar a una broca.

Cuando la cabeza de la perforación ha llegado al yacimiento, se complementa con una serie de tuberías cuyo conjunto se denomina "árbol de navidad"; dicho sistema está provisto de válvulas y otros elementos que regulan el caudal de extracción lo que se separa del agua.

Luego de extraer el crudo, se procede a su transporte hacia las refinerías por medio de oleoductos y poliductos, donde se ejecuta el proceso de refinación.

El primer material destilado a partir del crudo es el gas, seguido de la gasolina, la nafta y finalmente el queroseno. En las antiguas destilerías, el residuo que quedaba en la caldera se trataba con ácido sulfúrico y a continuación se destilaba con vapor de agua. Las zonas superiores del aparato de destilación proporcionaban lubricantes y aceites pesados, mientras que las zonas inferiores suministraban ceras y asfalto.

A finales del siglo XIX, la gasolina y la nafta se consideraban un estorbo porque no existía necesidad de las mismas; la demanda de queroseno también comenzó a disminuir al crecer la producción de electricidad y el empleo de luz eléctrica. Sin embargo, la introducción del automóvil hizo que se disparara la demanda de gasolina, con el consiguiente aumento de la necesidad de crudo.

Un proceso más elaborado es la alquilación y craqueo catalítico, donde el crudo se divide (craquea) en presencia de un catalizador. Esto permite la producción de más gasolina (a partir de un barril de crudo) y de muchos hidrocarburos diferentes que luego pueden recombinarse mediante alquilación, isomerización o reformación catalítica para fabricar productos químicos y combustibles de elevado octanaje para motores especializados.

La fabricación de estos productos ha dado origen a la gigantesca industria petroquímica, que produce alcoholes, detergentes, caucho sintético, glicerina, fertilizantes, azufre, disolventes y materias primas para fabricar medicinas, nylon, plásticos, pinturas, poliésteres, aditivos y complementos alimenticios, explosivos, tintes y materiales aislantes, procesos que se ejecutan en países desarrollados.

Finalmente, los productos ya listos son distribuidos y comercializados para sus distintos fines.

La explotación del petróleo crudo inicio en el Ecuador con el primer pozo petrolero que fue perforado en la región de la Costa en 1911. En 1967, Texaco perforó el primer pozo comercial en la región amazónica.

En los años siguientes, se construyó obras de infraestructura como el Sistema de Oleoducto Trans Ecuatoriano (SOTE), la vía al Coca y en los últimos años el oleoducto de crudos pesados (OCP)

Hasta 1990 Texaco extrajo el 88% del total de la producción nacional de petróleo y operó el oleoducto; perforó 399 pozos y construyó 22 estaciones de perforación. Actualmente, el sistema vial que conduce a los campamentos petroleros ha crecido y por tanto acceder a ellos es más sencillo.

Según Petroecuador, en su página web principal, presenta reportes semestrales acerca de los diferentes indicadores de la actividad petrolera, para el año 2010 la captación de divisas a través de las exportaciones es el elemento vital de la economía ecuatoriana, y la fuente más importante es la exportación de crudo y derivados que en los últimos 10 años, lo que ha oscilado entre un 43% y 66% del total de exportaciones del país y entre un 43% y 59% del presupuesto general del Estado.

La tasa de producción anual de petróleo, para el año 2008, es de alrededor de 380 000 barriles de petróleo por día, de los cuales el 0,4% corresponden a la región del litoral y el 99.6% a la Oriental. El 86% corresponde a los 34 campos de Petroecuador (año 2010) y el 14% a las empresas privadas. Los campos petroleros más ricos -que fueron descubiertos en la década de los años 70 por Texaco - son Shushufindi-Aguarico, Sacha y Libertador.

El Ecuador cuenta con una capacidad de procesamiento de petróleo de 157.500 barriles por día. Los productos más importantes son la gasolina y el diesel, combustibles de uso mayoritario en el transporte. Para el año 2010, el sector de hidrocarburos aporta con el 71% del requerimiento nacional de energía, repartiéndose el porcentaje restante entre fuentes de la biomasa e hidroeléctrica.

Hasta el 2010 han habido 9 rondas petroleras, que ocupan una área de aproximadamente 4.2 millones de hectáreas de las cuales casi 3,6 millones

corresponden a los de los 13 millones de hectáreas que conforman la Amazonía ecuatoriana. Esta a su vez, representa el 46% del territorio nacional.

De forma muy general los impactos que ocasiona esta actividad al ambiente afectan directamente al agua, suelo, aire y la flora y fauna. Los efectos que puede ocasionar al suelo es la alteración del sustrato original dando como resultado suelos inutilizables durante años, los efectos sobre el agua se denotan en la disminución del contenido de oxígeno, el aporte de sólidos y de sustancias orgánicas e inorgánicas y para el caso de aguas subterráneas, el mayor deterioro se manifiesta en un aumento de la salinidad, en el caso de los efectos al aire están ligados a la producción de gas, este suele contener dióxido de carbono, monóxido de carbono y ácido sulfhídrico, finalmente los efectos sobre la flora y fauna son latentes con la destrucción de su hábitat y por tanto se disminuye sus posibilidades de sobrevivencia.

De acuerdo con “Acción Ecológica”, los impactos ambientales que se producen durante el proceso de explotación del petróleo son de dos naturalezas distintas: la contaminación y la deforestación.

La contaminación química que es la que incluye al propio petróleo crudo y sus componentes a los cuales se les adiciona diferentes químicos, los mismos que forman parte del proceso de extracción, la contaminación sonora por las detonaciones que tienen lugar en la prospección sísmica y el funcionamiento de la maquinaria petrolera, la contaminación lumínica generada en la quema de gas.

De igual manera, la deforestación como impacto ambiental se produce durante la construcción de infraestructura como plataformas de perforación, campamentos, helipuertos y pozos, así como en la apertura de carreteras de acceso, el tendido de oleoductos y líneas secundarias. De igual manera, en la deforestación se genera lo que se conoce como efecto de borde, que se puede definir como el área de influencia que se extiende más allá del área neta deforestada y provoca impactos en los animales

quienes huyen de este borde y se asientan en otros lugares alterando las interacciones ecológicas presentes y fragmentando el hábitat natural.

La infraestructura petrolera en el país consta de pozos, refinerías, poliductos y oleoductos, centros de acopio, almacenamiento y distribución, campos petroleros, infraestructura que se muestra en el mapa 1, que es utilizado como base para el análisis de la problemática ambiental petrolera.

(Anexo1, Mapa de Infraestructura Petrolera)

4.1.2 La Minería

La minería es una práctica tan antigua como el ser humano, desde que este apareció en la Tierra se ha dedicado a la extracción de elementos minerales, quizá en sus inicios no se la conocía de esta manera, pero siempre existió como parte de su supervivencia.

De hecho, esta afirmación se sustenta en excavaciones arqueológicas, donde se ha encontrado evidencia del uso de minerales como la obsidiana que era utilizada en la elaboración de puntas para flechas de cacería, cuchillos, hachas y hasta en cerámica, otros minerales más valiosos como el oro, la plata, el bronce en aleación y el platino eran utilizados como ornamentos, en rituales y para el intercambio comercial.

El panorama desde entonces no ha variado mucho en referencia a los usos, pero sí en las cantidades que se extraen debido a que la demanda de la población así lo exige, por ejemplo, muchos son los elementos minerales que forman parte de nuestros hogares, en la tecnología: dentro de computadores, micro componentes electrónicos, equipos de sonido, automóviles y una infinidad más de artículos que facilitan el desarrollo de las actividades humanas que existen debido a la minería.

En el Ecuador, la actividad minera data de culturas indígenas asentadas en lo que hoy son las provincias de Manabí, Esmeraldas, Azuay y Cañar, quienes fueron las que más desarrollaron esta actividad. Los “Cañaris”, por ejemplo, elaboraron una máscara de oro con rayos de sol encontrada en el año 1940 y que actualmente es el emblema del Banco Central del Ecuador.

En Agosto de 1985 se aprueba la nueva Ley de Minería con lo que se da apertura a la exploración en Ecuador. A fines de los ochenta y hasta 1997, se ejecutan los programas de exploración llevada a cabo por alrededor de 40 empresas mineras Juniors y mediana, con asignaciones de más de 400 millones de dólares, explorando por minerales metálicos en todo el país, pero lamentablemente sin resultados positivos.

A partir del año 1997 y debido a la baja del precio de los metales en general (el oro a 250 dólares), se produce la más grande recesión de la exploración minera en Ecuador, las 44 empresas mineras Junior y Mayor que estaban explorando abandonan el país, dejando los proyectos muchos de ellos en las etapas avanzadas de exploración.

Desde 1998 la Cámara de la Pequeña Minería del Ecuador (CAPEMINE), trabaja arduamente para legalizar los asentamientos mineros, pudiendo decir que a Abril 2006 el 99 % de áreas mineras se encuentran legalizadas.

En la actualidad las explotaciones más importantes se realizan para la extracción de caliza para la fabricación de cemento como son Selva Alegre, Cementos Nacional (actualmente Holcim), Rocafuerte, Chimborazo y Guapán, consideradas como minería en mediana escala. Las importaciones de productos minerales y metales son de alrededor de 800 millones de dólares anuales, y no se ha logrado producir minerales para abastecer la demanda nacional. En enero del 2009, se aprobó la nueva Ley de Minería y conforme a lo dispuesto en la misma, el Instituto Nacional de Investigación Geológico Minero Metalúrgico (INIGEMM) es el organismo que tiene como

competencia, entre otras, promover el desarrollo sostenible y sustentable de los recursos minerales.

Para determinar los problemas ambientales más comunes relacionados con la actividad minera, es importante conocer su proceso; las fases que normalmente se cumplen en la actividad minera formal, no artesanal para explotación de minerales metálicos y que se encuentran detalladas en la Ley de Minería publicada el 29 de enero del 2009, en términos generales son: prospección, exploración, explotación, beneficio, fundición, refinación, comercialización y cierre de minas

La etapa de prospección consiste en la búsqueda de indicios de áreas mineralizadas, utilizando mapas geológicos, mapas geoquímicos, por medio de investigación química y geofísica para evidenciar la presencia de minerales. Seguido, viene una fase de exploración, donde se determina el tamaño, la forma, el contenido y la calidad del yacimiento mineral.

Una tercera fase se conoce como la explotación en la que un conjunto de operaciones se orientan a la preparación y el desarrollo del yacimiento. En la fase de beneficio, se realiza un conjunto de procedimientos físicos, químicos y/o metalúrgicos que tienen como objetivo el elevar el contenido de los minerales.

En la etapa de fundición, se procede a separar el producto metálico que se desea obtener del resto de productos que lo acompañan. Se continúa el proceso con la fase de refinación, etapa en la que se convierten los productos metálicos en metales de alta pureza.

Posteriormente, la comercialización es la etapa donde se ejecuta la negociación de los productos resultantes de la actividad minera. Finalmente, el cierre de minas consiste en el desmantelamiento de las instalaciones y la remediación ambiental de acuerdo con la normativa correspondiente, del proceso de extracción de minerales son metálicos, la Ley Minera y su correspondiente reglamento no especifica nada.

En términos generales, la contaminación ambiental de la actividad minera, según estudios realizados por la Dirección de Calidad Ambiental del Ministerio del Ambiente, es provocada principalmente en las instalaciones de beneficio mineral (molinos, plantas e ingenios), en estas instalaciones se provoca el desgaste en la superficie por la erosión y colmatación (sedimentación del lecho de los cursos de agua), y se ve agravado por los residuos de roca sin valor económico (a los que se llama material estéril), que suelen formar enormes montañas a veces más grandes que la superficie utilizada para la socavación.

La minería también consume y contamina cantidades industriales de agua, y destruye grandes extensiones de vegetación natural y además sus impactos son de larga duración, el uso del agua es uno de los problemas más grandes que enfrenta la actividad minera, en ocasiones el agua suele acidificarse y contaminar otras fuentes.

La deforestación, la sequias, la destrucción del hábitat natural, contaminación del aire (ruido y emisiones) son otros efectos que se debe mencionar como parte de la actividad minera.

Los mapas que se presentan de minería están asociados a las concesiones mineras existen entre archivadas, en trámite, inscritas y en explotación, el mapa 2 muestra estas concesiones.

(Anexo2, Mapa de Concesiones Mineras)

4.1.3 La Agricultura: sub y sobre utilización, deforestación

La función primordial de la agricultura es la de satisfacer la creciente demanda de alimentos y de otros productos agrícolas para el ser humano, debido al aumento progresivo y acelerado de la población mundial cada vez se requiere una agricultura más intensiva que permita obtener más productos en el menor tiempo posible; la

agricultura juega un papel muy importante en la fijación del carbono, en el manejo de cuencas hidrográficas y en la preservación de la diversidad biológica.

Pese a todos estos pros, esta actividad es también la principal consumidora de los recursos naturales, contribuye al agotamiento de las aguas subterráneas, a la contaminación por agroquímicos, al desgaste de los suelos y al cambio climático mundial.

El Ecuador es un país naturalmente agrícola y los últimos años agroexportador lo que implica mayor tecnicidad en los químicos, tanto pesticidas como fungicidas que son utilizados en el sistema de producción agrícola, sobretodo en productos como el banano, el café, el cacao, la palma africana entre otros, que son consumibles tanto en el mercado interno cuanto en el externo.

El caso del banano es bastante particular, su rápida expansión después de la crisis del cacao provocó la deforestación de grandes áreas de bosques tropicales y al ser este un ser un monocultivo requiere aplicaciones frecuentes y en fuertes dosis de agroquímicos en todas sus etapas: aplicación de herbicidas, colocación de plásticos tratados con pesticidas utilizados para cubrir y proteger los bananos en el campo, colocación de “corbatas” y tiras de plástico tratadas con insecticidas que se atan a los racimos, tratamiento con nematicidas y fumigaciones aéreas de fungicidas. En las empacadoras, se limpia y desinfecta los bananos antes de fumigarlos con bombas de insecticidas pos-cosecha.

En este ámbito, desde 1977, en los Estados Unidos se prohibía el uso del el DBCP (Dibromo Cloro Propano), puesto que causó la esterilidad de los trabajadores de las bananeras por baja producción de espermatozoides, sin embargo en el Ecuador este químico fue utilizado hasta 1985, sumando en total veinte años de manejo y uso del producto.

La palma africana no se encuentra fuera del denominador de los monocultivos del país, la destrucción irreversible de grandes extensiones de bosque húmedo tropical y la pérdida de biodiversidad en la región Amazónica y en los bosques noroccidentales del Ecuador son sólo parte de las estadísticas del impacto ambiental, en el control de plagas se utilizan elevados volúmenes de insecticidas, fungicidas y herbicidas, muchos de ellos prohibidos en los Estados Unidos por la EPA y en Canadá.

(<http://www.epa.gov/oppfead1/safety/spanish/healthcare/handbook/Spch15.pdf>)

La contaminación de todos estos agroquímicos causa daños a la flora y fauna, daños a la salud de los trabajadores agrícolas y a las personas que viven junto a las plantaciones, otros efectos que se pueden mencionar son la contaminación y destrucción de vida en ríos, erosión, compactación y empobrecimiento de la capa de suelo, contaminación de aire y agua por las fábricas extractoras de aceite por el humo y los gases despedidos en los procesos de extracción y por la disposición inadecuada de desechos y, finalmente a nivel global la contribución al calentamiento global por la deforestación y pérdida vegetal.

A nivel general, todo tipo de cultivos cuyo fin es el consumo masivo, requiere de productos agroquímicos para que su resultado se cuantifique en menor cantidad de pérdidas económicas para los productores aunque esto implique un mayor problema ambiental.

El mapa de uso de suelo, usado en este estudio, es el esencial para determinar zonas agrícolas y el uso de productos agroquímicos, con este se puede localizar los diferentes tipos de cultivos que se dan en el país y clasificar los más importantes para la determinación de subcuencas hidrográficas más sensibles a problemas cuyo génesis se deriva de la agricultura.

(Anexo 3, Mapa de Uso de suelo)

4.1.4 Desechos Sólidos: residenciales e industriales

La deficiencia en el manejo y disposición de basuras y del saneamiento en general, está asociada con la morbilidad y mortalidad por enfermedades transmitidas por vectores (insectos, roedores). Según el INEC, en su estudio de hábitos ambientales de los hogares ecuatorianos, para el año 2010 el 80 % de la basura generada en el Ecuador se vierte en botaderos a cielo abierto, donde trabajan en condiciones inhumanas grupos de personas en tareas de reciclaje. Los residuos industriales que incluyen residuos peligrosos se gestionan de manera conjunta con los residuos domésticos al llegar a los botaderos.

El tratamiento y la disposición final de los desechos domésticos son un gran problema; el predominio de la disposición final de los desechos domésticos según cantón, indica que el 60% de toda la basura del país llega a un botadero, el 17% a rellenos controlados, el 20% a rellenos sanitarios y el 3% restante a otros destinos de eliminación de desechos sólidos.

Para ciudades consideradas como las más grandes del país, entre ellas Quito, el promedio de desechos sólidos generados en kilogramos por habitante y por día es de 0,8 kg/hab/día. En promedio, a nivel país, según datos del INEC, es de 0,54 kg/hab/día, para el análisis de desechos generados se tomó en cuenta el mapa que presenta las zonas urbanas aglomeradas y el número de habitantes por parroquia multiplicado por el promedio general de desechos sólidos.

(Anexo 4, Mapa de Desechos sólidos)

4.2 Actividades potencialmente contaminantes del aire

4.2.1 Fuentes móviles

4.2.1.1 Parque Vehicular

El parque automotor representa una fuente móvil importante de contaminación del aire. Esta contaminación ocurre debido a la combustión interna del motor, la cual genera emisiones que son expeditas por los escapes, cuyo contenido monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, material particulado y compuestos orgánicos volátiles son liberados a la atmósfera en importantes cantidades.

En los centros urbanos es donde se concentra la mayor cantidad de vehículos, es por esta razón que las zonas urbanas más pobladas son las que sufren la mayor contaminación de este tipo.

La contaminación vehicular del aire es factor clave para la afectación en la salud humana, principalmente, los correspondientes a trastornos en las vías respiratorias. Además, causa efectos a niveles más altos como es contribuyendo directamente al problema mundial del calentamiento global.

Dentro de las alternativas que se proponen para disminuir este tipo de contaminación ocasionada por el parque vehicular, se ha ideado mejorar el transporte público disminuyendo el tránsito urbano individual, modificar los motores de combustión interna por otro tipo de energía alternativa, actualmente se está probando los vehículos híbridos, los mismos que emplean carburantes sustitutivos de la gasolina; también se ha propuesto en varias ciudades del mundo medidas como la suspensión diaria en la circulación vehicular.

Sin embargo la percepción general es que y pese a todos esos esfuerzos, aún no es suficiente compensar el daño que se causa al medio y contrario a mejorar, el

parque automotor sigue aumentando a medida que crece la población mundial. En el Ecuador, existe un crecimiento anual del 20 al 30 %, principalmente en las ciudades de Quito y Guayaquil.

(Anexo 5: Mapa del Parque Vehicular)

4.2.2 Fuentes Fijas

4.2.2.1 Industrias

La industria, se encuentra compartiendo el primer lugar con el parque vehicular como fuente de contaminación de la atmósfera. Los países industrializados son los que mayores emisiones de gases contaminantes expulsan a ésta debido a que son ellos los que poseen mayor cantidad y en consecuencia son los que más aportan a la contaminación atmosférica, sin embargo otros países en desarrollo como el Ecuador también aportan a la degradación en la calidad del aire con actividades manufactureras que se localizan especialmente a las afueras de las zonas urbanas.

Si bien es cierto, su contribución no es tan significativa como en países llamados del primer mundo, como Estados Unidos, China, Alemania, entre otros, si se debe considerar al momento de generar las zonas homogéneas de sensibilidad ambiental.

En el Ecuador, no se tiene una espacialización georeferenciada de las principales industrias, sin embargo se las localizó mediante la ubicación de puntos sobre cartografía básica a las afueras de los centros poblados con más de quinientos mil habitantes y mediante las PYMES registradas en el SRI y en Ministerio de Industrias y Productividad se las localizó a nivel provincial, lo que se representó es la presencia de esta fuente fija y que afecta directamente a la población cercana.

(Anexo 6: Mapa de Localización de Industrias)

4.2.2.2 Uso de pesticidas y fungicidas en la agricultura

Los pesticidas o plaguicidas son sustancias químicas cuya finalidad es la de matar, repeler, atraer, regular o interrumpir el crecimiento de plagas, consideradas así porque impiden el crecimiento de productos alimenticios, son nocivos, transmiten enfermedades, compiten por alimentos etc.

El uso de pesticidas se masificó a partir de la segunda guerra mundial y está estrechamente relacionado con los cambios los modelos de producción que duplicaron la productividad de la agricultura para satisfacer la gran demanda mundial de alimentos. El uso de plaguicidas es responsable de al menos el 30% del aumento de producción.

El primer plaguicida utilizado en los años 40' fue el DDT (Dicloro Difenil Tricloroetano), el mismo que fue presentado al mundo como la solución para todas las plagas sin efectos negativos para el hombre, efectos que hoy en día conocemos no son muy acertados, y como se ha mencionado anteriormente es un compuesto prohibido que ha dejado secuelas hasta nuestros días.

Otros compuestos químicamente parecidos al DDT los organoclorados y organofosforados, compuestos que en muchas localidades y pese a que se conoce su peligrosidad, siguen en uso extensivo.

Desde luego, resulta innegable que los pesticidas han beneficiado la producción agrícola y el combate de enfermedades humanas y animales, como es el caso del

dengue en el Ecuador, sin embargo, su uso continuo ha generado problemas que inciden sobre la salud humana y la supervivencia de numerosas especies naturales endémicas, además, se ha degradado el suelo, el agua y el aire, elemento que se ha visto afectado sobre todo por las técnicas utilizadas para aplicar los plaguicidas, fungicidas, pesticidas e insecticidas. Estos elementos nocivos son aplicados mediante aspersores localizados en avionetas a los grandes monocultivos para procurar mejorar la producción de estos.

(Anexo 7: Mapa de Uso de Suelo a nivel parroquial)

4.2.2.3 Centrales Térmicas

Las preocupaciones medio ambientales por la instalación de centrales térmicas se encuentran relacionadas en primer lugar con la construcción de este tipo de generadores, pues como todo inicio de actividad provoca un impacto en el medio ambiente, así como también en su operación, y es en esta etapa donde se produce la mayor cantidad de problemas, pues las plantas termoeléctricas son consideradas fuentes importantes de emisiones atmosféricas y pueden afectar la calidad del aire en el área local o regional, provocando problemas como la conocida lluvia ácida.

La combustión que ocurre en los proyectos termoeléctricos emite principalmente dióxido de sulfuro (SO_2), óxidos de nitrógeno (NO_x), monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO_2) y partículas (que pueden contener metales menores). Las cantidades de cada uno dependerán del tipo y el tamaño de la instalación y del tipo y calidad del combustible, y la manera en que se queme.

En el Ecuador existen 22 centrales térmicas (4 en las Islas Galápagos, que pese a no ser consideradas en el presente proyecto para la generación de zonas homogéneas si fueron mapeadas), las mismas que se puede observar en el mapa

correspondiente y que han sido consideradas como generadoras de posibles problemas ambientales a la población circundante.

(Anexo 8: Mapa de Localización de Centrales térmicas a nivel parroquial)

4.2.2.4 Refinerías de petróleo

Las emisiones atmosféricas constituyen las causas más significativas de los impactos ambientales negativos de las refinerías. Estas emisiones corresponden a partículas, hidrocarburos, monóxido de carbono y óxidos de azufre y de nitrógeno, son emitidas de diferentes fuentes y pueden causar olores nocivos que afectan a grandes áreas alrededor de la refinería.

El Ecuador posee tres refinerías de petróleo localizadas en la Amazonía y en la Costa ecuatoriana, la más importante por su ubicación estratégica y por la cantidad de crudo que procesa y la frecuencia con que lo hace, y es la que se encuentra en la provincia de Esmeraldas.

Al iniciar las actividades petroleras en el país, el gas natural y el procesado que se producía era expulsado en los mecheros por completo a la atmósfera. Actualmente, este gas es aprovechado por empresas petroleras.

(Anexo 9: Mapa de Localización de Refinerías a nivel parroquial)

4.3 Aspectos Bióticos

4.3.1 Flora y Fauna

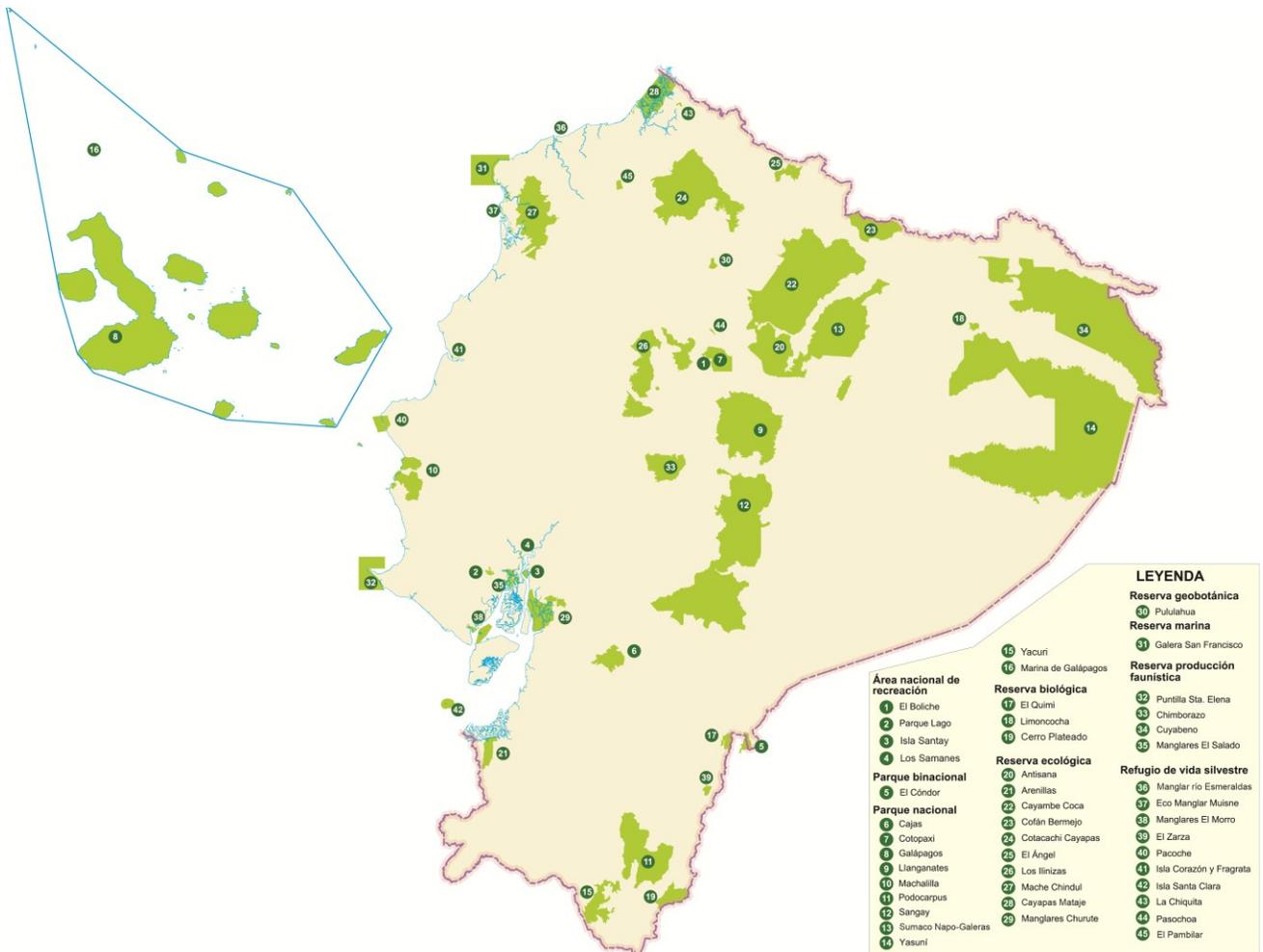
El Ecuador se encuentra a nivel mundial, entre los países biológicamente más ricos del planeta. La comunidad científica nacional e internacional lo consideran dentro de los diecisiete más megadiversos, lo que significa que posee una gran variedad de especies animales y vegetales, además si se relaciona el número de especies que posee en comparación con su extensión geográfica, el Ministerio del Ambiente en concluye que el Ecuador es el país más biodiverso por kilómetro cuadrado en el planeta Tierra. (Tomado del Atlas Nacional del Ecuador, IGM, 2010)

Los números que maneja el Ministerio del Ambiente, señalan que pese a que el Ecuador es 33 veces más pequeño, territorialmente, que los estados Unidos, en nuestro país existen dos veces más especies de aves. Es segundo en el mundo en diversidad de vertebrados endémicos por unidad de territorio, (por ejemplo, la tortuga terrestre de Galápagos: 13 especies en menos de 500 km), tercero en diversidad de anfibios (más de 400 especies); cuarto en diversidad de aves y pájaros (17% de especies de todo el mundo existen en nuestro territorio); quinto puesto en diversidad de mariposas Papilónidas.

Aproximadamente el 18% del territorio es considerado como área protegida (con el fin de garantizar y conservar la riqueza natural que existe dentro de estas zonas), en el país están presentes tres de las diez “zonas calientes” del mundo (zonas de separación de la corteza terrestre de donde emergen islas volcánicas); 11 de las 121 áreas de mayor importancia para la preservación de aves en el mundo se encuentran en el Ecuador, un 10,7% de todos los animales vertebrados del mundo viven en el país. Se alberga también, 124 especies de picaflores, el 35% de todas las especies existentes. Por eso lo llaman “el país de los picaflores”. El pepino de mar, especie nativa de las islas Galápagos, es de gran apetencia en el mercado asiático. Entre 1994 y 1999 se prohibió su pesca en aguas nacionales.

Como estrategia de conservación de esta gran diversidad ecológica, se creó el Patrimonio de Áreas Naturales del Estado, (PANE, anterior SNAP Sistema Nacional de Áreas Protegidas), y, sin embargo, pese a este estatus de preservación, actualmente se encuentra en potencial peligro, debido a que sus recursos son destruidos aceleradamente: por la exploración y explotación minera y petrolera, la explotación ilegal de los bosques, la cacería y el tráfico ilegal de especies, invasión de colonos y traficantes de tierras, y la expansión de las actividades agrícolas y ganaderas en zonas frágiles o de ecosistemas sensibles. Los gráficos 24 y 25 muestran el PANE y los ecosistemas del Ecuador.

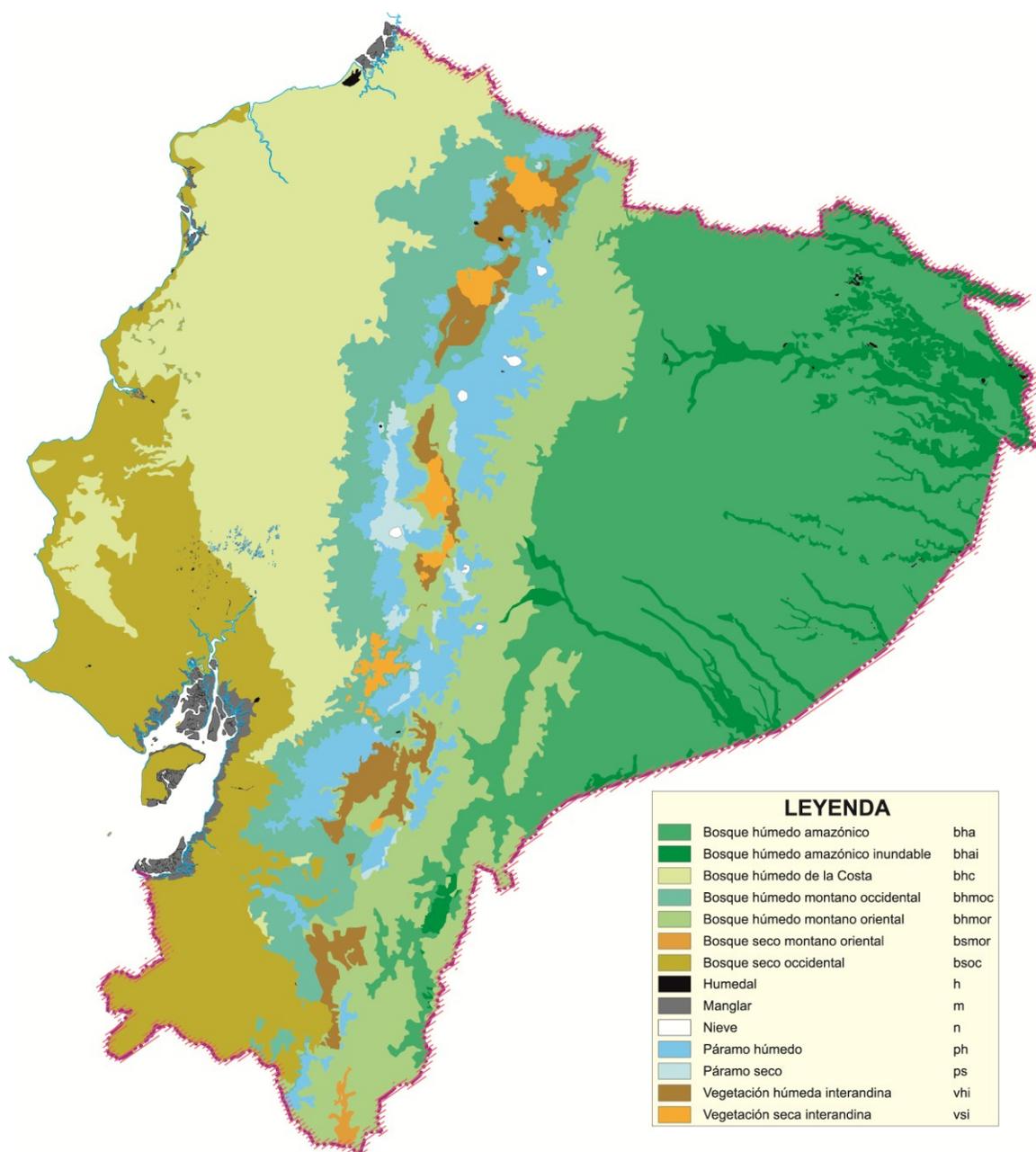
Gráfico 24: Patrimonio de Áreas Naturales del Ecuador



Fuente: MAE, 2011

Nota: la posición geográfica de las Islas Galápagos del gráfico no representa la ubicación real del Archipiélago.

Gráfico 25: Ecosistemas del Ecuador Continental



Fuente: Ecociencia, 2001

CAPÍTULO V: PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

Es evidente, después de todo lo que se ha descrito, que existen zonas más sensibles que otras debido a la presencia de las diferentes actividades y también zonas con características similares que poseen mayor sensibilidad a un tipo de actividad debido a su presencia significativa.

Los resultados que se presentan en esta sección fueron analizados en dos ámbitos, el primero tomando en cuenta que el medio que se puede ver afectado sería el suelo y el agua, usando como bases los mapas de:

- Infraestructura Petrolera (donde constan el OCP, los Poliductos, los Bloques, los campos, las refinerías, pozos, depósitos y terminales)
- Concesiones mineras (entre tramitadas, archivadas, inscritas y en exploración)
- Agricultura (con el mapa de uso de suelo, tomando productos que por su génesis de producción son potencialmente peligrosos para el ambiente)
- Desechos sólidos (tomando como promedio que cada persona en el Ecuador genera 0,54Kg/hab/día, según el INEC).

El segundo ámbito de aplicación corresponde al medio aire, tomando en cuenta los siguientes mapas base:

- Parque Vehicular (por medio del número de automotores que se encuentran inscritos en cada provincia)

- Agricultura (con el uso de suelo y los productos que usan plaguicidas y fungicidas para su crecimiento)
- Refinerías (Localización de este tipo de procesadoras)
- Centrales Térmicas (Localización de este tipo de infraestructura)
- Industrias (Localización de este tipo de infraestructura)

Finalmente, cabe recalcar que los resultados de la presente identificación de zonas homogéneas sensibles a las actividades antrópicas, son influenciados directamente por las siguientes limitaciones: en primer lugar la metodología tiene como insumo inicial los mapas de las Instituciones oficiales cuyas fechas de obtención de información oscilan entre el 2007 y 2010, además no se realizó la fase de campo para comprobar la consistencia de los resultados que son basados en información secundaria, desde luego se podría verificar dichos resultados posteriormente, sin embargo este es un paso que no se incluye en la presente investigación.

5.1 Descripción del Mapa de Zonas Homogéneas Sensibles: Agua y Suelo

Como consecuencia de la metodología, para el caso de las operaciones petroleras se generó mapas de zonas homogéneas sensibles a infraestructura petrolera, que permiten entender con mejor claridad el predominio de los diferentes elementos que actúan en la problemática ambiental petrolera.

La serie de mapas que se muestran en el Anexo 10, ejemplifican claramente las subcuencas más sensibles en relación a las diferentes infraestructuras petroleras.

Dentro de esta, se puede observar que al referirse a bloques petroleros, la vertiente de la Amazonía y la parte sur de la vertiente del pacífico poseen mayor sensibilidad a estos.

En los mapas referidos a campos petroleros, se observa que la subcuenca del río Jívino predomina en sensibilidad a campos de operaciones y unificados, la subcuenca del río San Miguel posee un predominio en campos marginales.

Para el caso del OCP y Poliductos con sus ramales, se observa mayor sensibilidad en las subcuencas del río Guayllabamba y río Coca con respecto al OCP y en las subcuencas del río Daule y río Aguarico en relación al Poliducto y sus ramales, subcuencas que poseen las mayores longitudes del Oleoducto y Poliducto. En cuanto a cantidad de pozos petroleros, las subcuencas del río Aguarico y río Tiputini son las más sensibles.

Finalmente en cuanto a refinerías se observa que las subcuencas del río Teaone, río El Salado y río Aguarico son las vulnerables a su actividad; además en cuanto a terminales y depósitos se distinguen las subcuencas donde estos están localizados, sobresaliendo la subcuenca del río Chongón al poseer más de un terminal y/o depósito.

El mapa resumen de Subcuencas sensibles a Infraestructura Petrolera, permite observar los predomios de la infraestructura petrolera descritos en el Cuadro 2 donde se distinguen zonas más vulnerables o sensibles a una u otra infraestructura petrolera.

Cuadro 2: Predominios de las subcuencas sensibles a infraestructura petrolera

Predominios de las subcuencas
sensibles a infraestructura petrolera

Predominio de sensibilidad a poliductos	Río Manta			Predominio de sensibilidad a pozos y campos	Drenajes Menores (Río Putumayo)*			
	Río Cañas				Río San Miguel			
	Río Bravo				Río Jivino			
	Río Canta Gallo							
	Río Jipijapa							
	Río Salaite							
	Río Buenavista				Río Coca			
	Río Ayampe				Río Guayllabamba			
	Río Daule				Río Blanco			
Río Macul			Río Viche					
					Drenajes Menores (Río Esmeraldas)*			
Predominio de sensibilidad a terminales o depósitos	Río San Mateo	Río Catamayo			Predominio de sensibilidad a la Refinería	Río Teaone		
	Río Chongón	Río Patate				Río Salado		
	Río Vinces	Río Chambo				Río Aguarico		
	Río Upano	Drenajes Menores (Río Guayas)*						
Predominio de sensibilidad a bloques	Río Manglaralto	Río Daular	Río Payamino	Río Pintoyacu				
	Río Valdivia	Isla Puná	Río Indillana	Río Conambo				
	Río Viejo	Río Jatunyacu	Río Tiputini	Río Corrientes				
	Río Javita	Río Ansu	Río Yasuní	Río Copotaza				
	Río Grande	Río Misahuallí	Río Nashiño	Río Chundayacu				
	Río La Seca	Río Arajuno	Río Curaray	Río Bobonaza				
	Río Zapotal	Río Bueno	Río Ishpingo	Río Huasaga				
	Estero del Morro	Río Morona	Drenajes Menores (Río Napo)*	Drenajes Menores (Río Pastaza)*				

*El paréntesis indica la cuenca a la que pertenecen los drenajes menores.

Fuente: Elaboración Propia, 2011

Para el caso de minería, el Anexo 11, muestra que las subcuencas más sensibles a concesiones archivadas son las que se encuentran localizadas en la parte sur en las provincias de Loja, Zamora, Azuay y parte de El Oro, también se observan a subcuencas con alto porcentaje en la parte noroeste del país y una en el centro del mismo.

En cuanto a concesiones inscritas el mayor porcentaje de área se localizan dentro de la provincia del Azuay. Las concesiones en exploración tienen un porcentaje mucho menor con respecto a las demás concesiones y se concentran principalmente en las subcuencas de las provincias de El Oro y de Guayas. Las denominadas en trámite poseen un mayor porcentaje al sur en las provincias de Esmeraldas y Zamora. También se tomó en cuenta los indicios de minerales metálicos y no metálicos, en el mapa que corresponde a minerales metálicos se observa que las provincias de la sierra y en especial del sureste es donde existe mayor porcentaje de indicios metálicos, de igual manera en cuanto a indicios no metálicos se refiere la región sierra es donde se localiza la mayor presencia de estos.

El mapa resumen de minería, muestra los predomios de las subcuencas sensibles a los diferentes tipos de concesiones mineras, además en la base de datos se describe las subcuencas más importantes con su predominio correspondiente.

De igual manera, en la agricultura, el Anexo 12 muestra los mapas con las subcuencas más sensibles a producción de banano localizadas principalmente en la provincia de El Oro. El cultivo de arroz y los consecuentes usos de elementos químicos afectarían directamente a la cuenca baja del río Guayas y sus alrededores.

Para el caso del maíz las subcuencas más sensibles son las que se encuentran en el centro del país y hacia el sur entre Azuay y Cañar, el cultivo de palma africana es más vulnerable para las subcuencas localizadas en las provincias de Esmeraldas, Santo Domingo y Pichincha, en cuanto a cultivos de ciclo corto no se observa una

hegemonía diferenciada con la excepción de dos subcuencas ubicadas una en Manabí y la otra en noreste de la provincia de El Oro.

Para el caso de la arboricultura tropical se puede observar que las subcuencas localizadas en Manabí, Esmeraldas y Los Ríos y maíz, las camaroneras, como es lógico pensar, las subcuencas más sensibles son las que se encuentran donde hallamos manglares, principalmente en las provincias del Guayas, El Oro y Esmeraldas.

Las subcuencas más sensibles a caña de azúcar son las que están ubicadas en las provincias de Bolívar, Guayas e Imbabura. A modo resumen de esta actividad, el mapa final muestra los predomios dentro de cada subcuenca sensibles a la agricultura. En la base de dato se puede encontrar estos predomios con su respectiva subcuenca.

Para el caso de los desechos sólidos se puede verificar en el Anexo 13 las subcuencas más sensibles a su generación, las mismas que son las que se encuentran cercanas a las zonas de mayor concentración de población. El caso específico es el de Guayaquil y Quito.

Finalmente, normalizados y ponderados los valores, por medio del análisis multivariable, podemos obtener dos mapas presentes en el Anexo 14 que ejemplifican los predomios de las cuatro actividades donde se observa que las subcuencas localizadas al sur tienen un predominio de actividades mineras.

Mientras que las subcuencas localizadas hacia la vertiente amazónica posee un predominio a actividades petroleras, en el centro del país se observa las subcuencas cuyo predominio se orienta a actividades agrícolas, mientras que las subcuencas del río guayllabamba y del río guayas tiene un predominio por generación de desechos sólidos.

Del mapa de zonas homogéneas de sensibilidad ambiental podemos decir que las subcuencas que poseen mayor sensibilidad a problemas ambientales y que afecten al suelo y agua son las subcuencas del río Guayllabamba, río Salado, río Aguarico, río Jivino, la isla Puná, río Ganacay, río Chillayacu y los drenajes menores de la cuenca del río Napo.

5.2 Descripción del Mapa de Zonas Homogéneas Sensibles: Aire

Del mismo modo, y para verificar la metodología de identificación de zonas homogéneas de sensibilidad ambiental, se procedió a tomar los mapas correspondientes para generar zonas homogéneas ambientales que afecten al medio aire tomando como base cartográfica las parroquias y dentro de estas la ubicación de la población aglomerada.

Para el caso del parque vehicular, se puede observar que las zonas más sensibles a esta actividad son las que se encuentran en las parroquias donde se localizan Quito, Guayaquil, Cuenca y otros centros urbanos importantes (Anexo 15).

En la agricultura los mapas del Anexo 16 muestran que las parroquias más sensibles al uso de plaguicidas y fungicidas en función de la población aglomerada por parroquia. El predominio de las parroquias por cada producto se observa en el mapa correspondiente, la variación

Para el caso de las refinerías es claro que las parroquias Vuelta Larga de Esmeraldas, Shushufindi de Sucumbíos y La Libertad de Santa Elena, son las más sensibles a esta actividad (Anexo 17). Por el lado de las industrias, las parroquias más sensibles son aquellas que incluyen las áreas urbanas donde se localizan los parques industriales, lo que se puede observar en el anexo 18 con el mapa correspondiente. Las parroquias más sensibles por centrales térmicas son las señaladas en el mapa correspondiente (Anexo 19).

Para concluir, normalizados y ponderados los valores, por medio del análisis multivariable, se obtuvo dos mapas presentes en el Anexo 20 que ejemplifican los predomios de las cinco actividades donde se observa que las parroquias localizadas en las cercanías a centros poblados con mayor número de habitantes son las que mayor predominio de industrias y parques vehiculares tienen.

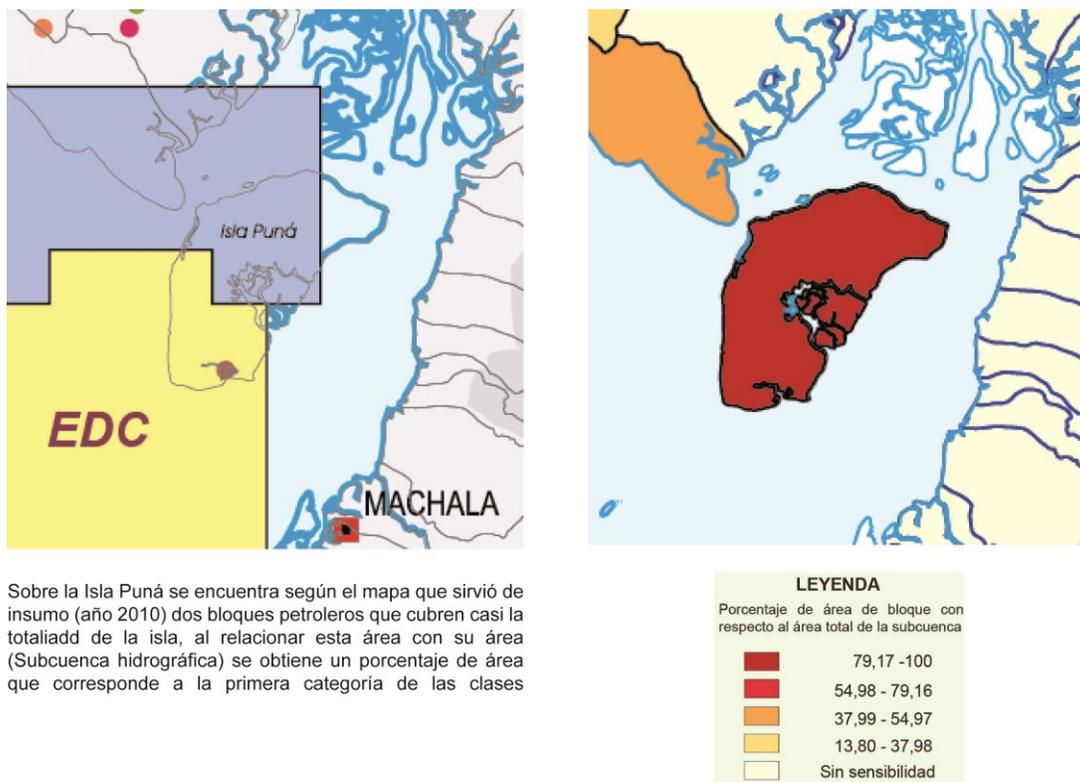
Del mapa de zonas homogéneas de sensibilidad ambiental podemos decir que las parroquias que poseen mayor sensibilidad a problemas ambientales que afecten al aire son las ubicadas en las provincias de Guayas, Pichincha, Manabí, Loja y El Oro mientras que las parroquias de la Amazonía ecuatoriana son menos sensibles a posibles problemas ambientales.

5.3 Análisis de los resultados

Se ha considerado importante agregar este tema en la presente investigación para justificar y puntualizar las posibles inconsistencias de los resultados obtenidos principalmente por la dinámica de las variables iniciales, insumos bases para la generación de los mapas resultantes y por tanto de las conclusiones de la presente investigación.

Como se puede verificar en el mapa 1 de infraestructura petrolera, este tiene influencia directa sobre los resultados finales, por ejemplo en la información base proporcionada por Petroecuador (año 2010) constan bloques petroleros que en la actualidad (2012) no existen o han sido modificados, es el caso de la isla Puná donde un bloque cubre casi el 90% de la misma y que por lo tanto al relacionar su área (subcuenca hidrográfica) con el área del bloque se obtendrá una alta sensibilidad a la presencia de bloques petroleros, si no se hubiera considerado dicho bloque, la isla no tendría sensibilidad a este tema. (Gráfico 26)

Gráfico 26: Análisis Resultados: Petróleo



Fuente: *Elaboración Propia, 2011*

Para el caso de los mapas que se derivan de las concesiones mineras, se debe indicar que los indicios metálicos o no metálicos están referidos a la posible presencia de minerales o no minerales en la zona y que pueden ser considerados por el estado ecuatoriano para su explotación, en el mapa se presentan la ocurrencia de estos indicios, es decir su presencia, datos tomados del INIGEMM.

Los mapas han sido concebidos en la mayoría de los casos como de tipo coropléticos, lo que significa que los diferentes fenómenos se deben representar en valores porcentuales o de tasas. Por ejemplo, el mapa 4, que hace referencia a los desechos sólidos presenta su leyenda en porcentajes, lo que significa que se calculó el

valor porcentual correspondiente para cada parroquia (de la población aglomerada) del total de kilogramos de desechos sólidos generado por habitante y por día.

Si observamos el mapa 5 que se refiere a parque automotor, se debe aclarar que la tasa de número de vehículos por cada 1.000 habitantes fue comparada con la población de la provincia, pues los datos iniciales (cantidad de vehículos) no se tenía desglosado por parroquia, sin embargo se presentó el mapa sobre población aglomerada como una forma más adecuada de mostrar los datos, el mapa de población aglomerada y su generación ya fue descrito anteriormente, este mapa puede mejorarse realizando una inspección de campo para adicionar o sustraer zonas que mediante la información inicial no estuvieran acordes con la realidad in situ.

Para el caso de las industrias, el mapa fue desarrollado en base a la información obtenida del SRI y del INEC, es decir la cantidad de industrias que están registradas en su nómina a nivel provincial (información cruzada con el mapa de población aglomerada), en estos datos seguramente no constan algunas que probablemente existan si es que se realizare un inventario en campo.

En el mapa que se refiere a agricultura, se consideró solamente las actividades (uso de suelo, tipos de cultivos) que pueden influenciar negativamente al ambiente, es por ello que la gran mayoría zonas localizadas en la Amazonía ecuatoriana se encuentra en blanco, puesto que la tendencia del uso de suelo en ésta área corresponde a bosques, ya sea naturales o plantados. La clasificación de uso de suelo corresponde a la categorización dada por la Institución competente.

Para el tema de las centrales térmicas, se tomó información del CONELEC, entidad oficial que proporcionó sus archivos georeferenciados actualizados al año 2010, la limitante consiste en la información base proporcionada, puesto que no se realizó ningún trabajo adicional (comprobación de campo) para verificar la existencia o no de las centrales térmicas.

En los mapas 17 y 19, en la leyenda se presenta el porcentaje de la frecuencia (cantidad) de refinерías y centrales térmicas del total de las mismas presentes en el país, información recopilada de las Instituciones oficiales como son Petroecuador y CONELEC.

Finalmente, cabe destacar que los mapas del anexo 14 y del anexo 20, son los mapas resultantes, producto del modelamiento cartográfico realizado durante toda la investigación y las conclusiones que se obtengan de ellos están directamente relacionadas a los insumos iniciales, variables que como hemos recalado pueden haber sido modificadas y no han fueron verificadas en campo, estas inconsistencias finales como sabemos pueden ser validadas en investigaciones posteriores, de hecho, actualmente el Ing. Lenin Jaramillo (EPN) se encuentra desarrollando su proyecto de tesis cuyo título es: “Validación Estadística del Mapa de Sensibilidad Ambiental del Ecuador”, es decir los mapas resultantes presentes en esta investigación. También es importante acotar que la propuesta metodológica presentada puede ser mejorada adicionando variables que actualmente ya están disponibles y sin lugar a dudas un trabajo de campo proporcionaría los ajustes correspondientes a los mapas finales.

CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- ✓ Se identificaron seis clases de zonas homogéneas para la gestión ambiental en el Ecuador continental, cuya escala de graduación va desde “muy alta sensibilidad ambiental” hasta “escasa o nula sensibilidad ambiental”.
- ✓ Para el caso del mapa de Zonas Homogéneas de Sensibilidad Ambiental del Ecuador continental a los medios agua y suelo el porcentaje de sensibilidad de las áreas corresponde a los siguientes valores: “Muy alta” 11%, de “Alta” 30%, “Moderada” 38%, “Baja” 11%, “Muy baja” 6% y “Escasa o nula” 4%.
- ✓ Del mapa de Zonas Homogéneas de Sensibilidad Ambiental al medio aire se extrae que el porcentaje de sensibilidad ambiental de las áreas corresponde a los siguientes valores: “Muy alta” 17%, de “Alta” 14%, “Moderada” 13%, “Baja” 18%, “Muy baja” 22% y “Escasa o nula” 16%.
- ✓ Las subcuencas más sensibles a problemas ambientales que afecten al suelo y agua son aquellas que se localizan en la vertiente norte de la Amazonía por la presencia mayoritaria de actividades petroleras para el caso de las Zonas Homogéneas de sensibilidad ambiental a los medios suelo y agua.
- ✓ Las parroquias más sensibles a problemas ambientales que afectan al aire son aquellas que se localizan en las cabeceras provinciales y cantonales donde se concentra la mayor cantidad de población para el caso de las Zonas Homogéneas de sensibilidad ambiental al aire, áreas que además poseen la mayor cantidad de industrias, vehículos y cultivos.

- ✓ En base a la metodología propuesta para identificar zonas homogéneas de sensibilidad ambiental, que es una herramienta sistematizada que involucra las actividades y sus aspectos ambientales dentro del ámbito geográfico, su resultado permitió considerar a las actividades como una amenaza de contaminación para uno o varios elementos (aire, agua, suelo y factores bióticos), como resultado se determinó áreas de mayor y menor sensibilidad ambiental que son importantes al momento de la toma de decisiones para beneficio de los actores ambientales. Sin embargo cabe indicar que los resultados de la metodología de esta identificación de zonas homogéneas tiene su limitación en cuanto a la validación y consistencia de los datos en campo y por las fechas de sus insumos.

- ✓ La información recopilada fue tomada de las diferentes Instituciones oficiales del Estado, se pudo verificar que éstas poseen valiosa información aunque se encuentre dispersa, los datos obtenidos cumplieron con las expectativas del objetivo del proyecto, con estos insumos se pudo generar mapas de las zonas expuestas a posibles problemas ambientales debido a la presencia de actividades potencialmente contaminantes.

- ✓ La Base de Datos Geográfica es una herramienta válida para los planes de ordenamiento territorial, ordenamiento que el Estado exige a los Gobiernos seccionales. Dentro de esta base de datos geográfica se puede identificar la situación particular de cada parroquia y/o subcuenca hidrográfica con respecto a su sensibilidad ambiental.

5.2 Recomendaciones

- ✓ Los Gobiernos seccionales son los que mejor conocen su realidad ambiental y deberían ser quienes manejen este tema bajo la orientación de la autoridad competente, en este caso el Ministerio del Ambiente mediante la capacitación, regulación y control.
- ✓ La geo-información varía con respecto a las fechas y el personal que la administra, el uso de infraestructura de datos espaciales permite optimizar recursos y tiempos para disponer de esta información en forma oportuna, lastimosamente no todas las Instituciones del Estado la manejan, se recomienda a todas las Instituciones que manejen geo-información que se dé la importancia que ésta tiene.

CAPÍTULO VII: ANEXOS

6.1 Índice de Gráficos

Gráfico 1: Actividades que aportan a la Huella Ecológica del Ecuador	13
Gráfico 2: Esquema General de la Metodología para Identificar Zonas Homogéneas.....	18
Gráfico 3: Actividades consideradas para la Generación de las Zonas Homogéneas de Sensibilidad Ambiental (Medios Agua y Suelo).....	21
Gráfico 4: Esquema del Modelo Cartográfico del Petróleo.....	22
Gráfico 5: Esquema del Modelo Cartográfico de la Minería.....	23
Gráfico 6: Esquema del Modelo Cartográfico de la Agricultura.....	24
Gráfico 7: Esquema del Modelo Cartográfico de los Desechos Sólidos.....	25
Gráfico 8: Actividades consideradas para la Generación de las Zonas Homogéneas de Sensibilidad Ambiental (Medio Aire).....	26
Gráfico 9: Esquema del Modelo Cartográfico de las Refinerías.....	27
Gráfico 10: Esquema del Modelo Cartográfico del Parque Industrial.....	28
Gráfico 11: Esquema del Modelo Cartográfico del Parque Automotor.....	29
Gráfico 12: Esquema del Modelo Cartográfico de Centrales Térmicas.....	30
Gráfico 13: Esquema del Modelo Cartográfico de Agricultura.....	31
Gráfico 14: Cruce de Mapas (Ejemplo: Bloques Petroleros y Subcuencas Hidrográficas).....	32
Gráfico 15: Cruce de Mapas (Ejemplo: Parroquias y Parque Automotor localizado sobre población aglomerada).....	33
Gráfico 16: Análisis Estadístico (Ejemplo: Mapa de Subcuencas sensibles a Bloques Petroleros).....	35
Gráfico 17: Análisis Estadístico (Ejemplo: Mapa de Parroquias sensibles al Parque Automotor en Población aglomerada).....	36
Gráfico 18: Mapa de Zonas Homogéneas de Predominio Ambiental para los medios agua y suelo.....	38
Gráfico 19: Mapa de Zonas Homogéneas de Predominio Ambiental para el medio Aire.....	39

Gráfico 20: Normalización de los datos para medios Agua y Suelo.....	41
Gráfico 21: Normalización de los datos para el medio Aire.....	42
Gráfico 22: Mapa de Zonas Homogéneas de Sensibilidad Ambiental para los medios agua y suelo.....	43
Gráfico 23: Mapa de Zonas Homogéneas de Sensibilidad Ambiental para el medio aire.....	44
Gráfico 24: Patrimonio Natural de Áreas protegidas.....	63
Gráfico 25: Ecosistemas del Ecuador Continental.....	64
Gráfico 26: Análisis Resultados: Petróleo.....	73

6.2 Índice de Cuadros

<i>Cuadro 1: Estado de los Principales Convenios Internacionales.....</i>	13
<i>Cuadro 2: Predominios de las subcuencas sensibles a infraestructura petrolera.....</i>	68

6.3 Anexos

Anexo 1: Mapa de Infraestructura Petrolera

Anexo 2: Mapa de Concesiones Mineras

Anexo 3: Mapa de Uso de Suelo

Anexo 4: Mapa de Desechos sólidos

Anexo 5: Mapa del Parque Vehicular

Anexo 6: Mapa de Localización de Industrias

Anexo 7: Mapa de Uso de Suelo a nivel parroquial

Anexo 8: Mapa de Localización de Centrales térmicas a nivel parroquial

Anexo 9: Mapa de Localización de Refinerías a nivel parroquial

Anexo 10: Mapa de Sensibilidad a Actividades Petroleras

Anexo 11: Mapa de Sensibilidad a Actividades Mineras

Anexo 12: Mapa de Sensibilidad a Actividades Agrícolas – (suelo agua)

Anexo 13: Mapa de Sensibilidad a Desechos sólidos

Anexo 14: Mapa de Predominios y Zonas Homogéneas de Sensibilidad

Ambiental al medio agua y suelo

Anexo 15: Mapa de Sensibilidad al Parque Vehicular

Anexo 16: Mapa de Sensibilidad Actividades Agrícolas – (aire)

Anexo 17: Mapa de Sensibilidad a Refinerías

Anexo 18: Mapa de Sensibilidad a Industrias

Anexo 19: Mapa de Sensibilidad a Centrales Térmicas

Anexo 20: Mapa de Predominios y Zonas Homogéneas de Sensibilidad

Ambiental al medio aire.

Anexo 21: Tablas de Normalización de Datos

6.4 Acrónimos

OCP:	Oleoducto de crudos pesados
INEC:	Instituto Nacional de Estadísticas y Censos
IGM:	Instituto Geográfico Militar
MAE:	Ministerio del Ambiente
MAGAP:	Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca.
Hag:	Hectáreas globales
CONELEC:	Consejo Nacional de Electricidad
SENAGUA:	Secretaría Nacional del Agua
SIGAGRO:	Sistemas de Información geográfico agrícola
ONGs:	Organizaciones no gubernamentales
INIGEMM:	Instituto Nacional Geológico Minero Metalúrgico
CAPEMINE:	Cámara de la Pequeña Minería de Ecuador
DDT:	Dicloro difenil tricloroetano
PANE:	Patrimonio de Áreas Naturales del Ecuador

6.5 Bibliografía y Webgrafía

Acción Ecológica (2001). Estudios Ambientales del OCP. Observaciones de Acción Ecológica. Alerta Verde.

Almeida, A (2006). Fases e impactos de la actividad petrolera. En: Manuales de Monitoreo Ambiental Comunitario. Accion Ecologica. Quito.

Cambio climático, 2010. (Fecha de consulta Febrero 2011)

Disponible en:

<http://www.cambioclimatico.org/contenido/preguntas-y-respuestas-sobre-cambio-climatico>

Consejo Nacional de Electricidad (CONELEC-Ecuador). Mapa de generación y transmisión de energía. Escala 1:1000000. Proyección: UTM. Sistema de Referencia: WGS84. 1 mapa. (Fecha de consulta: 18 de noviembre de 2010).

Disponible en <http://www.conelec.gob.ec/mapa.pdf>

Constitución Nacional de la República del Ecuador, 2008. Montecristi 2008.

Environmental Protection Agency. Sensitivity of Birds and Mammals. Oil Program. EPA website. Visitado enero 2011.

Environmental Protection Agency. Sensitivity of Freshwater Habitats. Oil Program. EPA website. Visitado abril 2011.

Environmental Protection Agency. USA. EPA website. Visitado enero 2011.

Disponible en:

<http://www.epa.gov/oppfead1/safety/spanish/healthcare/handbook/Spch15.pdf>

Food and Agriculture Organization of the United Nations. The State of the World's Land and Water Resources (SOLAW), 2010. (Fecha de consulta Octubre 2011)

Disponible en:

<http://www.pnuma.org/solaw&2010/>

Geo- Ambiente (Ecuador). Informe sobre el estado del medio ambiente. Quito, Ecuador, 2008.

Disponible en:

<http://books.google.com.ec/books?id=FHJpAWAawsysC&pg=PP3&dq=ambiente+ecuador&hl=es-419&sa=X&ei=M4IIT-yK8WtgwfOwo3tCA&ved=0CEMQ6AEwAw#v=onepage&q=ambiente%20ecuador&f=false>

INEGEMM (Ecuador). Mapa de Concesiones Mineras. Escala 1:1000000. Proyección: UTM, Sistema de Referencia: PSAD56. Quito, Ecuador. INEGEMM 2010. 1 mapa, colores, 90x125.

Instituto Geográfico Militar (IGM-Ecuador). Base de datos. Escala: 1:1000000. Proyección: UTM. Sistema de Referencia SIRGAS. 3 mapas. Quito, Ecuador, 2010. (Disponible en formato *.jpg: <http://geoportaligm.gob.ec>)

Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, 2010. Base de datos. (Fecha de consulta: Abril 2011)

Disponible en:

<http://www.inec.gob.ec/ecuadorencifras>

Jaramillo Lenin. Validación Estadística del Mapa de Sensibilidad Ambiental del Ecuador. Quito, 2011. Tesis de Grado. Sin publicar.

Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (Ecuador). Mapa de uso de suelo. Escala 1:2500000. Proyección: UTM, Sistema de Referencia: WGS84. Quito, 2002.

Ministerio de Recursos No Renovables (Ecuador). Jácome F., Nasimba L. La Minería en el Ecuador. Quito, Ecuador, 2010.

Ministerio de Recursos No Renovables (Ecuador). Aguirre D., El Petróleo en el Ecuador. Quito, Ecuador, 2008.

Ministerio de Urbanidad y Vivienda (Ecuador). Base de datos de desechos sólidos. Quito, 2008.

Ministerio de Energías no Renovables, Folletos varios, 2009.

ONU, Ministerio del Ambiente, FLACSO, GeoAmbiente Ecuador – Informe sobre el estado del medio ambiente, 2008)

National Oceanic and Atmospheric Organization, Paper of World Hazards, 2010 (Fecha de consulta: Noviembre 2011)

Disponible en:

<http://oceanservice.noaa.gov/hazards/spills>

Navarro Libia. Consulplan, Argentina 2007. (Fecha de consulta: Febrero 2011)

<http://www.consunplan.com.ar/ambiente.ppt>

Nociones Básicas de Estadística, Santiago de Chile 2008, Universidad de Chile, Vicerrectoría de asuntos académicos.

Disponible en: http://www.demre.cl/text/doc_tecnicos/p2009/estadistica_descriptiva.pdf

Normas para la Gestión Ambiental, NORMAS ISO 14001, 2004.

Ley de Minería del Ecuador. Norma: Ley # 45. Status: Vigente. Publicado: Registro Oficial Suplemento # 517, Fecha: 29-1-2009.

Organización de las Naciones Unidas, Ministerio del Ambiente, FLACSO, GeoAmbiente Ecuador – Informe sobre el estado del medio ambiente, 2008 (Fecha de consulta: Agosto 2011)

Disponible en:

http://www.onu.org.ambiente/libroselectronicos/geoambiente_ecuador/

Petroecuador (Ecuador), Mapa de Infraestructura Petrolera. Escala 1:1000000. Proyección: UTM, Sistema de Referencia: PSAD56. Quito, Ecuador. Petroecuador, 2010. 1 mapa, colores, 90x125.

Roberts H., Robinson G, ISO 14001 EMS, Manual de Sistema de Gestión Mediambiental, España, 2000.

Sandoval Erazo, Washington Ramiro, Guía para la elaboración de ensayos, proyectos y tesis para los programas de postgrado de la ESPE, 2010

SENAGUA. Mapa de Cuencas Hidrográficas, Escala: gráfica, Proyección UTM, Sistema de Referencia: WGS84, Quito 2010. (Fecha de consulta: Enero 2011)

Disponible en:

<http://www.sni.gob.ec> y <http://www.senagua.gob.ec>

Servicio de Rentas Internas (Ecuador). Automotores registrados. Quito, Ecuador 2011. (Fecha de consulta: 15 de Mayo del 2011).

Disponible en <http://www.sri.gob.ec>

Universidad Autónoma de México, Procesos de Extracción del Petróleo, 2009.

Universidad de Santiago de Chile. Manual para redactar citas bibliográficas. ISO 690 y 690-2. Santiago de Chile (Chile), 2005, 38 p. (Fecha de consulta: 22 de Enero del 2011).

Disponible en: <http://www.puc.cl/sibuc/html/citas.PDF>

Vite Pérez, Miguel Ángel, Globalización y Modernidad: Una Reflexión, UNAM , 2004

Waniez Philip. Manual del usuario. Francia, 2009. (Fecha de consulta: Abril 2010)
Disponibile en <http://philcarto.free.fr/>

World Wildlife Fund, Informe Planeta Vivo 2010, (Fecha de Consulta: Diciembre 2010 y Marzo 2011).

Disponibile en:

http://www.worldwildlife.org/ec/informe_planeta_vivo_2010.pdf y

<http://www.worldwildlife.org/sites/living-planet-report/>

Zonas de sensibilidad ambiental, 2008, (Fecha de consulta: Octubre del 2010)

Disponibile en:

<http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/ecuador10/coste.pdf> y

<http://www.aet.org.es/congresos/xiii/cal58.pdf>