

DESARROLLO REGIONAL SOSTENIBLE EN UNA
REGIÓN DEL PIEDEMONTE LLANERO

WILLIAM GIOVANNY ANGEL MORENO
WVER ALEXANDER RUEDA PEREZ

UNIVERSIDAD EAN
FACULTAD DE INGENIERIA
INGENIERIA AMBIENTAL
BOGOTA D.C.
2013

DESARROLLO REGIONAL SOSTENIBLE EN UNA
REGIÓN DEL PIEDEMONTE LLANERO

WILLIAM GIOVANNY ANGEL MORENO
WVER ALEXANDER RUEDA PEREZ

Trabajo de Grado en Calidad de Monografía para obtener el título de
INGENIERO AMBIENTAL

Director
ELIZABETH LEON-VELASQUEZ
Ph.D. Environmental Sciences of Swiss Federal Institute of Technology

UNIVERSIDAD EAN
FACULTAD DE INGENIERIA
INGENIERIA AMBIENTAL
BOGOTA D.C.

2013

Agradecimiento

Agradecemos de forma muy especial a nuestra Directora de Proyecto de Grado, Dra. Elizabeth León Velásquez, por el acompañamiento en el desarrollo del trabajo, como directora del grupo de investigación y docente en asignaturas de la carrera; quien nos brindó todos sus conocimientos y apoyo permanente, como maestra y persona.

Además, queremos agradecer a todas las personas que fueron parte de nuestra formación como profesionales durante estos años, por sus conocimientos brindados y su colaboración en diferentes momentos. Gracias a todos ellos hoy estamos más cerca de dar un gran paso en nuestras vidas dentro de la meta de ser Ingenieros.

Contenido

Ilustraciones.....	6
Glosario.....	8
Resumen	12
Abstract	14
Introducción.....	16
1. Formulación Del Problema.....	19
2. Justificación	22
3. Objetivos	24
3.1 Objetivo General.....	24
3.2 Objetivos Específicos.....	24
4. Marco Teórico	25
4.1 Descripción de la región estudio.....	25
4.1 Cambio Climático, Vulnerabilidad y Adaptación.....	37
4.3 Desarrollo Sostenible	40
4.4 Desarrollo Sostenible en Colombia	41
4.4 Huella Ecológica	42
4.4.1. Huella hídrica	43
4.4.2. Huella de carbono	45
4.5. Modelos de Sostenibilidad	46
4.5.1. Indicadores	53
5. Marco Metodológico	63
6. Resultados.....	64
6.1. Descripción de la Línea Base Ambiental de la Región Estudio	64
6.1.1. Características de la región en cuanto a Vulnerabilidad al Cambio Climático.....	64
6.1.2. Características de los recursos naturales de la región Línea Base Ambiental	65
Información sobre la región de estudio proporcionada por	70
6.2. Huella Ecológica de las Principales Actividades Productivas en la Región Estudio.....	74
6.2.1. Huella hídrica de las principales actividades productivas en la región	75
6.2.2. Huella de Carbono de las principales actividades productivas en la región.....	81
6.3. Modelo de Sostenibilidad Propuesto para la Región Estudio.....	94

7. Conclusiones.....	107
8. Referencias Bibliográficas	112

Ilustraciones

Ilustración 1. Mapa ubicación geográfica de los municipios de estudio. (Tomado de Google Earth, Mayo 2013).	28
Ilustración 2. Mapa ubicación división política de los municipios asociados a Asohumea. (Tomado de http://www.colombiassh.org/site/IMG/png/Meta_A3.png).	29
Ilustración 3. Indicadores ambientales OECD. Tomado de (OCDE, 2003) Environmental Indicators Development, measurement and use.	57
Ilustración 4. Mapa de procesos del cultivo de arroz. Autor: Elaborado por los autores de este documento. Adaptado de http://www.slideshare.net/josemrodriguezbritto/el-cultivo-del-arroz , consultado Mayo 2013	87
Ilustración 5. Mapa del proceso de la ganadería. Autor: Elaborado por los autores del documento. Adaptado de http://www.solla.com/es/content/generalidades-del-ciclo-productivo-ganadero	89
Ilustración 6. Mapa del proceso de impactos del cultivo de palma. Autor: Los autores de este documento. 2011. Adaptado de guía ambiental de la agroindustria de la palma de aceite en Colombia.	93
Ilustración 7. Propuesta del modelo de desarrollo. Autores: Los autores del presente documento.	97
Tabla 1. Información principal de los municipios asociados a Asohumea. Autores: Los autores del documento. (Adaptado de las páginas web oficiales de los municipios encontradas. Consultadas en febrero 2013).	29
Tabla 2. Resumen de los puntos fuertes y débiles de los modelos de sostenibilidad presentados en el XV Congreso Nacional de Ética de las Economías y las Organizaciones: EBEN 2007 Autor: Los autores del documento. Adaptado del informe del Congreso EBEN 2007 (Fernández Polanco Fernández de Moreda, 2007).....	50
Tabla 3. Indicadores ambientales del modelo GRI, Autor (GRI, 2013)	59
Tabla 4. Huella Hídrica de los productos derivados de la ganadería, y otras actividades pecuarias para su comparación (Mekonnen, 2012)	78
Tabla 5. Huella Hídrica promedio total para el petróleo crudo (m ³ /GJ). (Gerbens, 2008).....	79
Tabla 6. Huella Hídrica Media Primaria de diversas fuentes energéticas producida en los Países Bajos, Brasil, Estados Unidos y Zimbabw. Autor: Gerbens, 2008 Tomado de Water footprint of bio-energy and other primary energy carriers	79
Tabla 7. Factores de emisión de metano procedentes de la fermentación entérica del ganado vacuno	83

Tabla 8. Factores de emisión para el manejo del estiércol del ganado, vacuno, cerdos y búfalos.	83
Tabla 9. Emisión de GEI en los diferentes procesos de la producción de palma. Autor: Los autores del presente documento. Adoptado de Greenhouse Gas Emissions from Palm Oil, 2009.	84
Tabla 10. Emisiones generadas por barril de petróleo, en otras empresas petroleras. Autor (Ecopetrol, 2013)	84
Tabla 11. Impactos ambientales en el proceso productivo del arroz. Tomada de Ministerio del Medio Ambiente Sociedad de Agricultores de Colombia, Guía ambiental del Arroz.....	85
Tabla 12. Impactos por la actividad ganadera. Autor: elaborado por los autores del documento. Adaptado de IMPACTO DE LA GANADERÍA SOBRE EL SUELO ALTERNATIVAS SOSTENIBLE DE MANEJO.....	90
Tabla 13. Impactos por actividades por la producción de palma de aceite. Autor: elaborado por los autores del documento. Adaptado de Planes de Desarrollo para cuatro sectores clave de la agroindustria en Colombia	91
Tabla 14. Impactos generados en la explotación del petróleo. Autores: OILWATH, 2006 – 2007. Tomado de Manuel de monitoreo ambiental para la industria petrolera.....	94
Tabla 15. Cambios del modelo de desarrollo tradicional a desarrollo sostenible, Autor (Flórez, 2010)	95
Tabla 16 Indicadores propuestos para el Modelo de Desarrollo Sostenible, teniendo en cuenta los impactos de las actividades económicas en la región estudio. Fuente: Elaborado por los autores del presente documento.	105

Glosario

Las siguientes definiciones fueron tomadas del glosario de términos utilizados en el Tercer Informe de Evaluación del IPCC, 2001 (IPCC, 2001).

Amenazas: Es la probabilidad de ocurrencia de un evento de origen natural o causado por el hombre. Amenaza biológica: enfermedades epidémicas, contagios de plantas o animales, insectos u otras plagas e infestaciones. Por ejemplo AH1N1, gripe aviar, fiebre amarilla, dengue hemorrágico, cólera, malaria, paludismo (PNUD, 2012).

Amenaza geológica: terremotos, tsunamis, erosión costera, actividad de fallas geológicas, vulcanismo, deslizamientos, caídas de rocas, avalanchas y deslizamientos marinos (PNUD, 2012).

Amenaza hidrometeorológica: inundaciones (lentas y súbitas), vendavales, huracanes (también conocidos como ciclones o tifones), tormentas eléctricas (rayos y truenos), ascenso relativo del nivel medio del mar, sequía, desertificación, incendios forestales, temperaturas extremas y tormentas de arena o polvo (PNUD, 2012).

Cambio climático (según la CMCC): Cambio del clima atribuido directa o indirectamente a actividades humanas que alteran la composición de la atmósfera mundial, y que viene a añadirse a la variabilidad natural del clima observada durante periodos de tiempo comparables.

Cambio climático (según el IPCC): El cambio del clima, tal como se entiende en relación con las observaciones efectuadas, se debe a cambios internos del sistema climático o de la interacción entre sus componentes, o a cambios del forzamiento externo debido a causas

naturales o a actividades humanas. En general, no es posible determinar claramente en qué medida influye cada una de esas causas. En las proyecciones de cambio climático del IPCC se suele tener en cuenta únicamente la influencia ejercida sobre el clima por los aumentos antropogénicos de los gases de efecto invernadero y por otros factores relacionados con los seres humanos.

Desarrollo sostenible: Desarrollo que cubre las necesidades del presente sin poner en peligro la capacidad de las generaciones futuras para atender a sus propias necesidades.

Huella Ecológica: La principal Medida de cuánta tierra y agua biológicamente productivas requiere un individuo, población o actividad para producir todos los recursos que consume y para absorber los desechos que generan utilizando tecnología y prácticas de manejo de recursos prevalentes (Global Footprint Network, 2012).

Huella Hídrica: es un indicador de uso de agua dulce que se ve no sólo en el uso de agua directa de un consumidor o productor, sino también en el uso indirecto del agua (Hoekstra, 2011)

Huella Carbono: la demanda sobre la biocapacidad requerida para absorber (a través de la fotosíntesis) las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) provenientes de combustibles fósiles (Global Footprint Network, 2012).

Impactos (climáticos): Consecuencias del cambio climático en sistemas humanos y naturales. Según la medida de la adaptación, se pueden distinguir impactos potenciales e impactos residuales.

Impactos potenciales: Todos los impactos que pueden suceder dado un cambio proyectado en el clima, sin tener en cuenta las medidas de adaptación.

Impactos residuales: Los impactos del cambio climático que pueden ocurrir después de la adaptación.

Riesgo: Es la compatibilidad de que se produzca un evento (amenaza) con la susceptibilidad de las comunidades y sistemas expuestos (vulnerabilidad). Riesgo es la expresión de la amenaza y la vulnerabilidad.” (PNUD, 2012).

Vulnerabilidad: Nivel al que un sistema es susceptible, o no es capaz de soportar, los efectos adversos del cambio climático, incluida la variabilidad climática y los fenómenos extremos. La vulnerabilidad está en función del carácter, magnitud y velocidad de la variación climática al que se encuentra expuesto un sistema, su sensibilidad, y su capacidad de adaptación. (PNUD, 2012).

“Vulnerabilidad Ambiental y Ecológica: refiere al grado de resistencia y recuperación del medio natural y de los seres vivos que conforman un determinado ecosistema, ante la presencia de los riesgos de diverso origen (PNUD, 2012).

Vulnerabilidad económica: se refiere al nivel de dependencia de la población de un determinado centro poblado, o a los activos económicos (tierra, infraestructura, servicios y empleo asalariado, entre otros) (PNUD, 2012).

Vulnerabilidad social: se refiere al nivel de organización interna y participación que tiene una colectividad, También a los diferentes tipos de reacciones y roles que hay dentro de una

comunidad (ricos y pobres, mujeres y hombres, etc.) que afectan el nivel de vulnerabilidad.”

(PNUD, 2012).

Resumen

El presente trabajo se realizó en una región estudio del Piedemonte Llanero de Colombia. Este país en vías de desarrollo tiene retos importantes de crecimiento, que deben enfrentarse de manera equilibrada con las necesidades ambientales, sociales y económicas. Infortunadamente muchas de sus regiones están creciendo de manera desordenada con lo que causan grandes impactos al medio ambiente, debido al desarrollo no planificado ni sostenible de sus actividades productivas. Razón por la cual es importante proponer modelos que puedan aportar al desarrollo sostenible de estas regiones; en tal sentido la necesidad de dichos modelos se constituye en la motivación principal de este trabajo.

La región estudio del presente trabajo, ubicada en el Piedemonte Llanero, cuenta con gran potencial de crecimiento por sus actividades agroindustriales, ganaderas y de explotación petrolera; sin embargo, carece de un modelo que permita planificar su crecimiento y medir a través de indicadores los impactos ambientales, sociales y económicos de las diferentes actividades realizadas, solamente se cuenta con acciones aisladas en busca de lograr la sostenibilidad. Esta situación es la motivación de este proyecto, realizado en calidad de monografía; en donde se propone un modelo de desarrollo regional sostenible, haciendo particular énfasis en los aspectos ambientales, los cuales han sido definidos como críticos en la región, de acuerdo con la revisión de información secundaria y comunicaciones sostenidas con algunos actores de la mencionada región.

El modelo propuesto en este trabajo sugiere partir de una base soportada sobre la importancia de fortalecer la capacidad institucional, la educación y sensibilización ambiental, la

transferencia tecnológica y las estrategias de competitividad en la región de estudio, compuesto por los municipios de Paratebueno, Cabuyaro, Cumaral, Medina y Barranca de Upía; los cuales a su vez hacen parte del territorio de la cuenca del río Humea. Igualmente se proponen tres componentes fundamentales sobre el estado de los recursos, la presión ejercida sobre dichos recursos y las respuestas o acciones encaminadas a resolver las problemáticas del estado y presión de los recursos. Todos estos componentes permeados por un competente trasversal que son los indicadores, los cuales permitirán evaluar las diferentes problemáticas y servir de herramientas de ayuda a la decisión.

El presente trabajo se enmarca en el proyecto de investigación institucional *Development of Sustainable Regional Projects in the Colombian eastern flatlands through Asohumea* que se realiza entre los grupos de investigación de Gestión Ambiental y de Tecnologías de Gestión e Innovación, de la Universidad EAN. El modelo propuesto en este trabajo servirá de insumo para el proyecto mencionado y para continuar futuros trabajos e investigaciones sobre el mismo tema.

Palabras Claves: Desarrollo sostenible, Modelos de sostenibilidad, Indicadores ambientales.

Abstract

This work is performed in case study region Llanos foothills of Colombia. This developing country has major growth challenges, which should be done in a balanced way with the environmental, social and economic. Unfortunately many of its regions are growing in a disorderly manner thereby causing major environmental impacts due to unplanned and unsustainable development of their productive activities. Reason why it is important to propose models that can contribute to sustainable development of these regions, in this regard the need for such models constitutes the main motivation for this work.

The study of this paper region, located in the Llanos Foothills, has great growth potential for agro-industrial activities, agriculture and oil activities. However, this region lacks of a model to plan the growth and to evaluate the environmental, social and economic impacts using indicators; currently the region has isolated actions seeking sustainability. This situation is the motivation of this project, carried out as monograph. The scope of this project is to propose a model for sustainable regional development in the case study region, with particular emphasis on environmental aspects which have been identified as critical according with the information review and some communications with certain stakeholders in the region.

The model proposed in this project is supported on the importance of capacity building, environmental education, technology transfer, and competitiveness strategies in the case study region, composed of the municipalities of Paratebueno, Cabuyaro, Cumaral, Medina and Barranca de Upía, which in turn are part of the territory of the river basin Humea. The model also proposes three fundamental components: The state of resources, the pressure exerted on

such resources and responses or actions to solve the problems of the state and resource pressure. All these components evaluated by indicators as tools for decision making.

This work is part of the institutional research project "*Development of Sustainable Regional Projects in the Colombian eastern flatlands through Asohumea*" that is being developed between of Environmental Management Group and Technology and Innovation Management Group at the University EAN. The model proposed in this project will serve as input for the above project and to continue further research on this topic.

Keywords: Sustainable development, sustainability models, indicators

Introducción

Las temáticas de sostenibilidad y modelos de desarrollo sostenible se han trabajado ampliamente por diversos autores, particularmente en los últimos años; en gran medida motivados por la crisis global ambiental. La humanidad es consciente que debe cambiar sus patrones de producción y consumo para poder hacer frente a todas las problemáticas ambientales, económicas y sociales afrontados.

La sostenibilidad en Colombia es un término que se conoce particularmente en la teoría; pero si se observa con detenimiento la forma como las industrias, poblaciones y grandes asentamientos realizan hoy en día sus actividades, se evidencia la falta de conciencia y desarrollo sostenible. En este sentido, aunque se ven pasos y algunos esfuerzos por industrias que adoptan medidas de control en sus procesos productivos en su ruta hacia la sostenibilidad, aún falta mucho por hacer, particularmente en lo que se refiere a modelos de desarrollo regional que integren los esfuerzos de todos los actores y no sólo de las empresas.

El desarrollo sostenible no debe ser aplicado sólo a las empresas, sino también a las regiones en donde estas se asientan, para que el progreso sea conjunto, y realmente sostenible. Igualmente, en esta búsqueda se necesita el apoyo de las instituciones, entidades gubernamentales y académicas, que brinden una guía y dirección clara y que junto con los esfuerzos de la comunidad se busque un desarrollo integral desde lo humano, económico y ambiental. Esta necesidad de las regiones de disponer de modelos de desarrollo sostenible, es la motivación de este proyecto, realizado en calidad de monografía y estructurado de la siguiente manera:

La descripción de la problemática de la región de estudio es presentada en el capítulo uno (1) sobre la base de información secundaria y con el apoyo de información brindada por ASOHUMEA (Asociación Agropecuaria de Usuarios del Río Humea), entidad que trabaja en la región de estudio y es socia del proyecto de investigación: *“Development of Sustainable Regional Projects in the Colombian eastern flatlands through Asohumea”* que se desarrolla en la Vicerrectoría de Investigación de la Universidad EAN. Proyecto institucional del cual hace parte el presente trabajo de grado. Será ASOHUMEA quienes utilicen parte de la información de este trabajo para el proyecto de investigación mencionado.

En el capítulo dos (2) se presenta la justificación y motivación del presente trabajo en términos de las necesidades de la región y el aporte del trabajo a los proyectos de investigación institucionales en curso. El capítulo tres (3) presenta los objetivos del trabajo, donde el objetivo principal consiste en proponer un modelo de desarrollo regional sostenible para la región del Piedemonte Llanero, seleccionada como estudio (cinco municipios de la región).

El capítulo cuatro (4) presenta el marco teórico que incluye la descripción de la región estudio y los conceptos básicos de vulnerabilidad y cambio climático, desarrollo sostenible y huella ecológica, aspectos que serán considerados como parte de los componentes del modelo a proponer. La parte final de dicho capítulo comprende una revisión del estado del arte de modelos de sostenibilidad, la cual servirá de base teórica para el planteamiento del modelo propuesto en este trabajo.

El diseño metodológico es descrito en el capítulo cinco (5), donde se presentan las actividades realizadas para la ejecución de este proyecto.

Los resultados obtenidos de este proyecto y propuestos en sus objetivos son presentados en el capítulo seis (6). Finalmente el capítulo siete (7) presenta las conclusiones del trabajo realizado sobre la base de la información revisada, el análisis y la propuesta del modelo de desarrollo regional sostenible realizada.

1. Formulación Del Problema

Uno de los grandes retos de la humanidad es desarrollar las actividades humanas de manera sostenible, de tal forma que se logren disminuir los impactos que se ocasionan al medio ambiente y que afectan el bienestar de los seres vivos. Los impactos de las actuales prácticas de producción y consumo son numerosos; entre los principales se pueden mencionar la sobre explotación de los recursos naturales y el desequilibrio de los ecosistemas. Por consiguiente, la contaminación ambiental y el agotamiento de los recursos reflejan la deficiencia de sostenibilidad en nuestras prácticas.

"Este hecho es aún más importante teniendo en cuenta que la población y la demanda de tierras en el mundo, la energía, el agua, los alimentos y los materiales fueron en aumento en los últimos años... La mayor parte de este crecimiento futuro se concentrará en los países en desarrollo de África, Asia y América Latina, donde la necesidad de reducir la pobreza y sin dañar el medio ambiente va a ser particularmente aguda" (National Research Council, 1999)

La preocupación por lograr la sostenibilidad de nuestras actividades, se encuentra en la agenda de los gobiernos, las organizaciones no gubernamentales, algunos sectores industriales, las instituciones académicas y los ciudadanos del común. La palabra Sostenibilidad muy comúnmente usada en estos ámbitos, ha tenido poca fuerza para generar el cambio que el mundo espera; sin embargo, alrededor de estas preocupaciones se lograron congregar diferentes países en cumbres sobre el cambio climático para implantar medidas que reduzcan los impactos generados por los diferentes actores. Actualmente, al ser evaluadas

dichas acciones, se evidencia una falta de compromiso y debilidad en las mismas frente al crecimiento de los países y sus patrones de producción y consumo.

Es importante mencionar que cuando se habla de Modelos de Sostenibilidad se deben tomar en cuenta aspectos sociales y económicos y ambientales, que respondan a las necesidades que se viven en el mundo. Antes de los años 90, muchos programas y planes de desarrollo, erróneamente, sólo contemplaban aspectos económicos, basándose en planear el crecimiento económico y acelerado de las industrias, lo que significaba mayor riqueza para los países, pero reflejando un desequilibrio en el desarrollo al no tener en cuenta aspectos ambientales y sociales. Aunque esto ha mejorado después de la cumbre de Rio en 1992, aún existen muchos aspectos a mejorar, en particular en los países en desarrollo como Colombia donde existen muchos retos de desarrollo sostenible.

Colombia como país en desarrollo se enfrenta a retos de crecimiento y desarrollo de la industria de manera equilibrada, entre las necesidades ambientales, sociales y económicas. Estos retos no son fáciles de considerar en las diversas regiones del país, dada la diversidad geográfica y cultural de Colombia. Estos retos están relacionados principalmente con la falta de planes estratégicos para el crecimiento de las actividades productivas, a la migración del campo a las ciudades, debido a situaciones de violencia o por motivos económicos, como la búsqueda de mejores oportunidades, o también, la misma vulnerabilidad de las regiones hacia el cambio climático.

Adicionalmente, la falta de modelos de desarrollo regional es una característica común para diversas regiones del país, los cuales deberían integrar las dimensiones económicas,

ambientales y socio-culturales, lo que generalmente no se hace. La región estudio del presente trabajo, el Piedemonte Llanero, presenta un gran potencial de crecimiento por sus actividades agroindustriales, ganaderas y de explotación petrolera, sin embargo carece de un modelo que le permita desarrollar estas actividades teniendo en cuenta el medio ambiente y las comunidades relacionadas. Esta situación es la motivación de este proyecto, el cual busca proponer un modelo de desarrollo regional sostenible, haciendo particular énfasis en los aspectos ambientales, los cuales han sido definidos como críticos en la región, de acuerdo con la revisión de información secundaria y comunicaciones con algunos actores de dicha región.

2. Justificación

Aunque desde hace varios años atrás se viene hablando de desarrollo sostenible, y particularmente desde que el concepto de desarrollo sostenible (DS) entró en escena, a partir del informe Brundtland en 1987, que lo definió como: “el desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer sus propias necesidades”, hay mucho aún por hacer a nivel global y en cada país. La definición de desarrollo sostenible busca cambiar los patrones de consumo y producción que tienen las sociedades contemporáneas y que están llevando a la escasez y deterioro de los recursos naturales, por modelos sostenibles que tengan en cuenta las actividades económicas y sus impactos ambientales, sociales y económicos, para así construir lineamientos claros que aporten al desarrollo de las regiones y los países.

Son varios los modelos de desarrollo sostenible propuestos actualmente, algunos focalizados más al desarrollo sostenible de procesos industriales, como el modelo *The sustainability Metrics*, otros más globales como el modelo del *Global Reporting Initiative*, o el modelo de la OCDE, que abarcan temáticas económicas, ambientales, sociales, a escala de organizaciones y países, respectivamente. Todos ellos con aportes importantes para desarrollar acciones de sostenibilidad, sin embargo, a nivel de desarrollo regional, y en particular para países en vías de desarrollo, son pocos los modelos aplicados para planear el desarrollo de las regiones.

En Colombia es poco lo que se ha hecho en cuanto al diseño e implementación de modelos de sostenibilidad que puedan mostrar resultados de impacto en el corto, mediano y largo plazo. En tal contexto, hay algunas iniciativas aisladas, como por ejemplo, la implementación de la

Agenda 21 en algunas regiones, las cuales infortunadamente en la mayoría de los casos son más bien propuestas de buenas acciones que en general carecen de indicadores que permitan medir su implementación y progreso.

Las regiones colombianas son diversas por su geografía, biodiversidad, cultura y actividades económicas propias de cada una. Muchas de estas regiones están creciendo de manera desordenada, con lo que se causa un gran impacto al medio ambiente, debido al desarrollo no planificado ni sostenible de sus actividades productivas. En la región estudio del presente trabajo, el Piedemonte Llanero, actualmente no hay modelos que permitan planificar su crecimiento y que permitan medir a través de indicadores los impactos ambientales, sociales y económicos de las diferentes actividades realizadas; solamente se cuenta con acciones aisladas en busca de lograr la sostenibilidad. De allí la importancia del presente trabajo para proponer un modelo de desarrollo regional que pueda usarse después en futuros trabajos e investigaciones y cuya metodología pueda replicarse a otras regiones del país.

3. Objetivos

3.1 Objetivo General

Proponer un modelo de desarrollo regional sostenible en una región estudio del pie de Monte Llanero, Colombia.

3.2 Objetivos Específicos

- Describir la línea base ambiental (oferta ambiental, estado de los recursos y vulnerabilidad al cambio climático) en la región estudio a partir de información secundaria.
- Recopilar información sobre la huella ecológica (carbono e hídrica) de las principales actividades que se desarrollan en la región estudio a partir de información secundaria.
- Proponer un modelo de sostenibilidad ambiental que incluya los indicadores claves a medir que describen la oferta y demanda de recursos naturales y actividades productivas en la región estudio.

4. Marco Teórico

4.1 Descripción de la región estudio

El Piedemonte Llanero es la zona de Colombia que demarca el límite entre la cordillera oriental y los llanos orientales, la cual abarca los departamentos de Cundinamarca, Meta, Casanare, donde se encuentran los municipios descritos a continuación, y que además hacen parte del distrito de riego del río Humea, administrado por ASOHUMEA (Asociación de usuarios del río Humea):

Paratebuena (Cundinamarca): Tiene una población de 7.256 habitantes, la principal actividad del municipio es la producción pecuaria, sobresaliendo la ganadería de doble propósito, seguida de la agroindustria, como la palma africana y el arroz. Luego está el cultivo de frutales como piña, cítricos y el cultivo de caucho, que en un tiempo no muy lejano (Paratebuena, 2013), estará generando desarrollo sostenible y sustentable como una gran fuente de empleo y riqueza para una región que por sus características y ubicación geográfica será una gran despensa para todo el Departamento y de Colombia (DANE, 2013). El municipio cuenta con una reserva natural que se llama Aguascalientes, está ubicada en el Piedemonte Llanero, Vereda Aguas Calientes, Municipio de Paratebuena. Pertenece a la red de las Reservas Naturales de la sociedad Civil Nudo Orinoquia, tiene un área de 500 ha, está confirmada por diversa capa vegetal como: Bosque húmedo tropical, nacimiento de aguas subterráneas, aguas termales, humedal y río.

El 59.10% de la población cuenta con necesidades básicas insatisfechas, tiene 434 personas expulsadas por causa del desplazamiento forzado, de las cuales se han recibido 184 personas. La baja calidad de la educación está relacionada con insuficientes recursos financieros, humanos,

físicos y tecnológicos. Así mismo se constituye en un municipio no certificado en educación, por lo tanto, no administra este servicio impartido en su territorio y no recibe los recursos asignados para educación por el Sistema Generalizado de Preferencias creado por esta Ley (Paratebueno, 2013).

Cabuyaro (Meta): Tiene una población de 3.798 habitantes, es un municipio agrícola que está tecnificado en los cultivos de arroz, soya, algodón, maíz, plátano, yuca, palma africana y frutales. En cuanto a la ganadería el municipio cuenta con 61.103 hectáreas sembradas de pastos de corte, pradera tradicional y pradera mejorada, con una gran variedad de forrajes y cuenta con 40.000 cabezas de ganado (DANE, 2013).

La pesca también es relevante para la economía de este municipio; el 27% de la población urbana se dedica a la pesca artesanal. En cuanto a servicios públicos en el alcantarillado existe una precaria red de recolección de aguas servidas que cubre sólo el 28% de la cabecera municipal. Se utiliza un sistema de tratamiento anaeróbico antes de verter el agua residual al río Meta. Debido a esta carencia, buena parte de la población dispone de pozos sépticos en sus residencias (Cabuyaro, 2013).

Cumaral (Meta): Tiene una población de 16.634 habitantes, la base de la economía es la actividad agropecuaria. Debido a la variedad topográfica de su territorio, encontramos diversos tipos de explotaciones agropecuarias, predominando la ganadería en el sector pecuario, con una cabaña bovina de 52.300 animales y los cultivos de arroz y palma africana en el sector agrícola, con 4.493 y 5.750 hectáreas sembradas, respectivamente (DANE, 2013).

Es líder tecnológico de la explotación de palma africana, con dos empresas que se encargan de su explotación que son Hacienda La Cabaña S.A., que cuenta con una planta extractora de aceite de Palma, aceite de Palmiste, elaboración de aceite de cocina, margarina y subproductos para la alimentación animal y Unipalma de los Llanos S.A., que cuenta con planta extractora de aceite de palma. Los cítricos y la piscicultura denotan un marcado adelanto en la comercialización de sus productos en sus empresas líderes como son, Las Brisas y Piscicola Agualinda (Cumaral, 2013).

Medina (Cundinamarca): Tiene una población de 11.848 habitantes. El ganado y la agricultura como el maíz, el arroz y el plátano son sus principales actividades económicas. La región tiene explotación petrolera desde 1980 (Medina, 2013).

El porcentaje de analfabetismo en el municipio de Medina asciende a un 19%. La trascendencia de la problemática nacional (orden público, desempleo y violencia intrafamiliar) cobra importancia en la deserción académica del municipio, generando condiciones negativas que dificultan la debida participación, estabilidad emocional y desarrollo normal del aprendizaje en los jóvenes (Medina, 2013).

Existe una cobertura en salud de un 100%, desde el año 2008 y hasta el 2011 (DANE, 2013).

Barranca de Upía (Meta): Tiene una población de 3.419 habitantes, es un municipio agropecuario, sus fuentes de ingreso son la ganadería, el cultivo de la palma africana, petróleo, cultivos de arroz, algodón, papaya, patilla, piña, cítricos, cultivos de maíz, yuca y plátano. Se

evidencia también un mal manejo de las parcelas, situación que junto con el empleo informal y mal remunerado son la causa de que persistan diferentes grados de pobreza (Upía, 2013).

Además en el municipio se observa una deficiente cobertura de servicios públicos como el telefónico, energía eléctrica, la falta de vivienda digna, televisión por cable y la falta de oportunidades laborales para sus habitantes, panorama que disminuye el nivel de la calidad de vida de al menos el 50% de sus habitantes (DANE, 2013).

Para el medio ambiente existe un proyecto de educación a la comunidad para la conservación de los recursos y su aprovechamiento.

Los mapas incluidos a continuación presentan la ubicación geográfica de los municipios arriba mencionados (ver Ilustración 1 y 2).

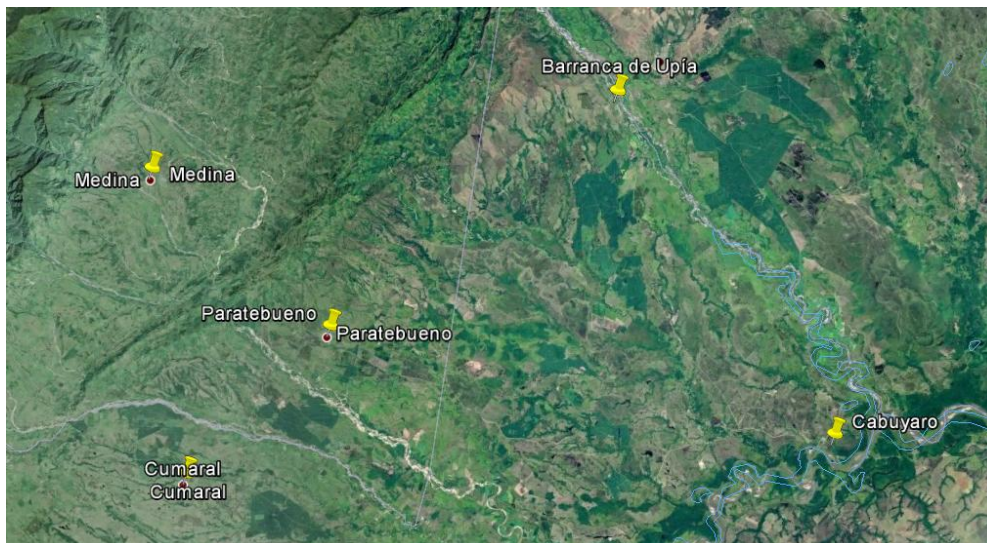


Ilustración 1. Mapa ubicación geográfica de los municipios de estudio. (Tomado de Google Earth, Mayo 2013).



Ilustración 2. Mapa ubicación división política de los municipios asociados a Asohumea. (Tomado de http://www.colombiassh.org/site/IMG/png/Meta_A3.png).

Un resumen de la principal información de los municipios de la región estudio es presentada a continuación.

Tabla 1. Información principal de los municipios asociados a Asohumea. Autores: Los autores del documento. (Adaptado de las páginas web oficiales de los municipios encontradas. Consultadas en febrero 2013).

PARATEBUENO (Cundinamarca)	
Población	7.256 Habitantes
Densidad poblacional	8,1/km ² (21,0/sq mi)

Coordenadas geográficas	Latitud: 4,367, Longitud: - 73.217 4° 22' 1'' Norte, 73° 13' 1'' Oeste
Superficie	89,300 hectáreas 893,00km ² (344,79 sq mi)
Altitud	246 m 807ft
Clima	Monzón (Clasificación climática de Köppen: Am ¹)
Rios	Húmea, Guacavía y río Amarillo, Cabuyarito, el caño la Naguaya, el caño Palomas, caño el Rayo, caño la Raya, entre otros.
Sistema Acueducto	Cobertura del 99% Existen en la actualidad 6493 mts. de red de arcantarrillado Tiene planta de tratamiento de aguas residuales. En la misma providencia incluyó el permiso de vertimiento.
Problemática Ambiental	Las aguas residuales generadas en el casco urbano del Municipio de Paratebuena, están siendo vertidas sin ningún tipo de tratamiento previo, al Caño Dantas por medio de una tubería de 12", la descarga del casco urbano se realiza aproximadamente a 1 m del vertimiento de las Aguas Residuales Industriales del Matadero Municipal.
Flora	<p>Área total en bosques sembradas de 11.799,02 ha.</p> <p>Bosque de Galería: Requieren de un manejo especial de conservación. Se encuentran especies como palo de cruz, yarumo, cachicamo, laurel oloroso, cabo de hacha, sangregao. Los caños más importantes que están protegidos por bosques de galería son: el caño la Naguaya, Boquerón, Caramelo, Catireño, Nancuya, el Arenal, Macapay, La Raya, Naranjitas, Palomas, las Lajas, y los ríos Cabuyarito, Amarillo y el Engaño.</p> <p>Bosque Secundario: Bosque conformado por vegetación de porte arbóreo, arbustos, herbáceas y otras plantas. Constituyen un testimonio de la tala de los bosques nativos ya que es producto de la regeneración natural del bosque primario y surgen posterior a la acción antrópica. Se encuentran especies como hobo (Spondias mombin), higuera (Ficus insípida), palma real (Attalea insignis), cámbulo (Erythrina poeppigiana), ceiba (Ceiba pentandra).</p> <p>Rastrojo: Corresponden misceláneas de vegetación herbácea alta y baja, con elementos arbóreos y arbustivos que han llegado a colonizar márgenes de cauces. Presentan características heliófitas, de rápido crecimiento y gran poder invasión; muy resistentes pues soportan la intervención antrópica, especialmente las talas, quemas y posteriores usos agrícolas. Económicamente importantes por cuanto pueden llegar a un estado sucesional y constituirse en bosques secundarios y almacenadores de agua. Por lo general corresponden a zonas dedicadas a una</p>

¹ Se caracteriza porque todos los meses tienen una temperatura media superior a los 18 °C y las precipitaciones anuales son superiores a la evaporación. Bajo estas condiciones se suelen dar las selvas y los bosques tropicales, precipitaciones constantes excepto algún mes seco y precipitaciones exageradas algunos meses.

	<p>actividad ganadera y cuyos suelos poco fértiles no son aptos para la agricultura comercial sino para la protección de suelos. Entre las especies sobresalen: palma choapo (<i>Socratea exorrhiza</i>), arrayan negro (<i>Myrcia</i> sp.), cañabrava (<i>Gynerium sagittatum</i>), dormidera (<i>Mimosa pudica</i>).</p> <p>Pastos Naturales: Formaciones de gramíneas de porte bajo considerada como la vegetación pionera que crece esporádicamente. Corresponden a áreas altamente intervenidas, ubicadas en zonas comúnmente sometidas a degradación por la acción antrópica que allí se desarrolla. Entre las especies contamos con la paja de sabana y el pasto llanero, combinados con el sangregao, chaparro (especies heliófitas) que al realizarse quemadas van invadiendo la sabana. En algunos sectores los pastos naturales presentan gran sensibilidad, ya que es la única cobertura de protección.</p>								
Ecosistemas	En el municipio de Paratebueno se encuentran los siguientes ecosistemas: Áreas rurales intervenidas no diferenciadas (<20% de ecosistemas originales remanentes), Sabanas inundables de la llanura eólica, pedobiotomas y helobiotomas del zonobioma de bosque húmedo tropical y agroecosistemas empresariales arroceros de riego.								
Principales Económicas	Actividades Producción pecuaria, la ganadería doble propósito, seguida de la Agroindustria, como la Palma Africana y el Arroz. En segundo renglón el cultivo de frutales como piña, cítricos y desde la perspectiva del Gobierno Nacional y Departamental, así como de la comunidad en general, se deduce que el cultivo de caucho en un tiempo no muy lejano estará generando desarrollo sostenible y sustentable como una gran fuente de empleo y riqueza para una región que por sus características y ubicación geográfica será una gran despensa para todo el país.								
Áreas de cultivo	<table> <tr> <td>Pastos introducidos manejados</td> <td>14.358,64 ha</td> </tr> <tr> <td>Cultivos Transitorios</td> <td>3.797,79 ha</td> </tr> <tr> <td>Pastos Mejorados</td> <td>69.187,23 ha</td> </tr> <tr> <td>Pastos Naturales</td> <td>1.419,81 ha</td> </tr> </table>	Pastos introducidos manejados	14.358,64 ha	Cultivos Transitorios	3.797,79 ha	Pastos Mejorados	69.187,23 ha	Pastos Naturales	1.419,81 ha
Pastos introducidos manejados	14.358,64 ha								
Cultivos Transitorios	3.797,79 ha								
Pastos Mejorados	69.187,23 ha								
Pastos Naturales	1.419,81 ha								
Programas de Protección Ambiental	<p>Tiene Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos de ese ente territorial, el cual como puntos importantes señala:</p> <p>Servicio de la Planta de Tratamiento de Agua Potable: potabilización del agua que llega de la fuente receptora caño palomas, tiene por funcionamiento tratar:</p> <p>Aguas residuales y Servidas: Tiene caudales de conexión cerrados con patios y cubiertas que descargan las aguas lluvias internas al sistema de gravedad en todas las viviendas.</p> <p>El Municipio de Paratebueno cuenta con una Empresa de Servicios Públicos.</p> <p>El Matadero Municipal de Paratebueno, cuenta con vía de acceso y con servicios públicos de acueducto, alcantarillado, energía eléctrica y servicio de aseo.</p>								
Reserva Natural	<p>La reserva natural de Aguascalientes, está ubicada en el Piedemonte llanero, Vereda de Aguas Calientes, Inspección de Maya, Municipio de Paratebueno Cundinamarca. Con temperatura de 27°C aproximadamente.</p> <p>Pertenciente a la Red de las Reservas Naturales de la sociedad civil Nodo Orinoquia: Macrocuenca: Rio Meta, Cuenca: Rio Humea, Tamaño: 500 Has, Zonas de vida: Bosque Humedo Tropical, Hidrología: se encuentran nacimientos de aguas subterráneas, aguas termales, caño, humedal y río.</p>								

CABUYARO (Meta)													
Población	3.789 Habitantes El 43% de la población son mujeres y el 57% hombres El 60% de la población vive en el área rural y el un 40% en el área urbana Fuente: http://cabuyaro-meta.gov.co/apc-aa-files												
Densidad poblacional	28,7 /km ² (74,3 /sq mi)												
Coordenadas geográficas	Latitud 4267, longitud: - 72.783 4° 16' 1'' Norte, 73° 46' 59'' Oeste												
Superficie	83.200 Hectáreas 832,00 km ² (321,24 sq mi)												
Altitud	151 mt 495ft												
Clima	Monzón (Clasificación climática de Köppen: Am)												
Rios	El Meta, El Upía, El Humea y El Cabuyarito. CAÑOS: Caño guio, Pirigua, Yarico, Naguayas, El Boral, El Barro, Caño grande, Cañadas, Macapay, San Juanito y Naranjitas												
Sistema Acueducto	<p>Acueducto: El municipio se surte de agua para la parte urbana de dos pozos profundos, uno ubicado en la parte alta de la cabecera municipal con una profundidad de 80 metros, de donde se bombea a un tanque elevado con una capacidad de 50 metros cúbicos; otro, ubicado en la parte baja, con una profundidad de 65 metros, de donde se bombea a un tanque elevado con una capacidad de 34 metros cúbicos, y éstos a su vez por gravedad reparten el agua a la cabecera municipal.</p> <p>Aseo: La recolección de los residuos sólidos y desechos orgánicos en un volumen aproximado a las diez (10) toneladas, se realiza una vez por semana, en una volqueta y ésta a su vez la transporta a un campo abierto con zanja perimetral. Se hace separación en la fuente y se le da un manejo técnico a partir del proceso de reciclaje; los desperdicios orgánicos se destinan como abono en las granjas integrales y parcelas demostrativas.</p> <p>Alcantarillado: Gran parte de las viviendas de los barrios Juan Pablo II y los Pescadores, ubicadas en la parte alta de la cabecera municipal, no se encuentran conectadas a la red de alcantarillado. Las viviendas del barrio el centro, ubicado en la parte baja de la cabecera municipal, no se encuentran conectadas por presentar fallas técnicas en el diseño de la red, teniendo como solución el sistema de pozos sépticos, no recomendables por presentarse contaminación.</p> <p>Servicios Públicos</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">ACUEDUCTO</th> <th style="text-align: center;">ALCANTARILLADO</th> <th style="text-align: center;">ASEOASEO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">56%</td> <td style="text-align: center;">27%</td> <td style="text-align: center;">64%</td> </tr> </tbody> </table> <p>Fuente: Sui Edesa, 2009</p>	ACUEDUCTO	ALCANTARILLADO	ASEOASEO	56%	27%	64%						
ACUEDUCTO	ALCANTARILLADO	ASEOASEO											
56%	27%	64%											
Principal Actividad Económica	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">CULTIVO</th> <th style="text-align: center;">ÁREA SEMBRADA 2009 (ha)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Arroz</td> <td style="text-align: center;">1.950</td> </tr> <tr> <td>Riego</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Arroz</td> <td style="text-align: center;">250</td> </tr> <tr> <td>Maíz</td> <td style="text-align: center;">38</td> </tr> <tr> <td>Soya</td> <td style="text-align: center;">220</td> </tr> </tbody> </table>	CULTIVO	ÁREA SEMBRADA 2009 (ha)	Arroz	1.950	Riego		Arroz	250	Maíz	38	Soya	220
CULTIVO	ÁREA SEMBRADA 2009 (ha)												
Arroz	1.950												
Riego													
Arroz	250												
Maíz	38												
Soya	220												

	<p>Total 2.458</p> <p>CULTIVO ÁREAS SEMBRADAS 2009 (ha)</p> <p>Palma de Aceite 8.200</p> <p>Plátano 224</p> <p>Yuca 5</p> <p>Cítricos 50</p> <p>Papaya 26</p> <p>Forestal</p> <p>TOTAL 8.640</p> <p>Bovinos Porcinos Ovinos Búfalos Caprinos Equinos 47.500 1.265 550 110 25 1500</p> <p>Fuente: Secretaria de Agricultura Deptal,2009</p>
CUMARAL (Meta)	
Población	3.660 Habitantes
Densidad Poblacional	4,4 /km2 (11,4 /sq mi)
Coordenadas Geográficas	Latitud 4283, longitud: - 73.483 4° 16' 1'' Norte, 73° 28' 59'' Oeste
Superficie	58.000 Hectáreas 580,00 km2 (321,24 sq mi)
Altitud	396 mt 1.299ft
Clima	Monzón (Clasificación climática de Köppen: Am)
Rios	Guacavia, Guatiquia, Caney y Hume. Caños: Caibe, Pecuca, Mayug
Fauna	Animales silvestres: micos, cachicamos, cachirres, lapa, chigüiro, tortugas, boas, anacondas, rayas, cachama, bagres, bocachico, nicuro, peces ornamentales, loros, pavas, pajuiles, pollos de monte, yátaros, toches, turpiales, mirlas, azulejos y muchos más. Fauna nativa de este municipio (Osos palmero, gallito de humedal, Nutria, Iguana, su habitat los humedales)
Reserva Natural	La Reserva Natural Kaliawirinae está ubicada en la Inspección de Guacavia, Municipio de Cumaral, Departamento del Meta. A 23Km del casco urbano de Villavicencio. Se encuentra en el ecosistema de Piedemonte Llanero, en la cuenca del río Guacavia ² .
Principal Actividad Económica	El sector agropecuario con diversos tipos de explotaciones agropecuarias, predominando la Ganadería en el sector pecuario con una cabaña bovina de 52.300 animales.

² <http://nodorinoquia.co/kaliawirinae.html>

	<p>Los cultivos de Arroz y Palma Africana en el sector agrícola, con 4493 y 5750 hectáreas sembradas respectivamente. Empresas que explotan le Palma Africana.; HACIENDA LA CABAÑA S.A., con una con planta extractora de aceite de Palma, aceite de Palmiste, elaboración de aceite de cocina, margarina y subproductos para la alimentación animal. UNIPALMA DE LOS LLANOS S.A. Planta extractora.</p> <p>En otro renglón están los cítricos y la piscicultura que denotan un marcado adelanto en la comercialización de sus productos en sus empresas líderes como son, LAS BRISAS y PISCICOLA AGUALINDA</p> <p>Comercialización de leche con la Empresa Departamental Comercializadora de Leche y la reactivación del Centro de Acopio Lechero de Cumaral, se busca aumentar la vocación lechera del municipio, para pasar de la producción actual de 9.000 litros /día a 20.000 litros / día con programas del nivel departamental en mejoramiento genético, mejoramiento de pasturas y repoblamiento bovino.</p> <table border="1" data-bbox="565 787 1055 1123"> <thead> <tr> <th>CULTIVO</th> <th>ÁREAS SEMBRADAS 2009 (ha)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Café</td> <td>36</td> </tr> <tr> <td>Caucho</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>Palma de Aceite</td> <td>6.793</td> </tr> <tr> <td>Plátano</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>Yuca</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>Cítricos</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>Piña</td> <td>25</td> </tr> <tr> <td>Forestal</td> <td>19</td> </tr> <tr> <td>TOTAL</td> <td>7.018</td> </tr> </tbody> </table> <p>Fuente: Secretaria de Agricultura Departamental 2009</p>	CULTIVO	ÁREAS SEMBRADAS 2009 (ha)	Café	36	Caucho	10	Palma de Aceite	6.793	Plátano	15	Yuca	20	Cítricos	100	Piña	25	Forestal	19	TOTAL	7.018
CULTIVO	ÁREAS SEMBRADAS 2009 (ha)																				
Café	36																				
Caucho	10																				
Palma de Aceite	6.793																				
Plátano	15																				
Yuca	20																				
Cítricos	100																				
Piña	25																				
Forestal	19																				
TOTAL	7.018																				
Parque Natural Chingaza	Ha. 70 % Parque 0,1 Área Total Ha. 58.000 % Área Municipal que es PNN 0,1																				
MEDINA (Cundinamarca)																					
Población	9.484 Habitantes																				
Densidad Poblacional	8,0 /km ² (20,6 /sq mi)																				
Coordenadas Geográficas	Latitud 4.517, longitud: - 73.35 4° 31' 1" Norte, 73° 21' 0" Oeste																				
Superficie	Extensión Total 1.915 Km ² Extensión área urbana: 50 Km ² Extensión área rural: 1865 Km ²																				
Altitud	576 msnm 1.890 ft																				
Clima	Temperatura Promedio 21°C Monzón (Clasificación climática de Köppen: Am)																				
Rios	Río gazaunta, río gazamumo, río humea, río gazaguan, río gazaguan pequeño, río chorrerano, río gazapin, río jagua, río gazaduje, río guacavia, río gazatavena, río piri, río guajaray, río borrachero.																				

Sistema Acueducto	<p>Servicios de acueducto y alcantarillado en el municipio del 2005 al 2011:</p> <table border="1" data-bbox="560 357 1242 493"> <thead> <tr> <th>Año</th> <th>Acueducto Urbano</th> <th>Acueducto Rural</th> <th>Alcantarillado Urbano</th> <th>Alcantarillado Rural</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2005</td> <td>97,6%</td> <td>29%</td> <td>89,6%</td> <td>10,7%</td> </tr> <tr> <td>2011</td> <td>99,3%</td> <td>30,7%</td> <td>98,1%</td> <td>13,6%</td> </tr> </tbody> </table> <p>La PTAR no funciona, las aguas residuales se vierten al río Gazamumo, con esto contaminado un afluente importante de la región y las fincas aledañas.</p> <p>En el área rural las aguas negras de las viviendas son vertidas a pozos sépticos, quebradas y en algunos casos a cielo abierto; lo que ocasiona la proliferación de vectores y por ende el aumento de los indicadores de patologías de enfermedades tales como; dengue, parasitismo intestinal, enfermedades diarreicas agudas, infecciones respiratorias, entre otras.</p> <p>En la cabecera municipal se cuenta con un sistema de acueducto por gravedad, una red de distribución de tubería en el casco urbano construida sin una planeación adecuada ni sectorizada con diferentes afectando la presión en las viviendas.</p> <table border="1" data-bbox="665 913 1380 1039"> <thead> <tr> <th colspan="8">Porcentaje de la población con acceso al agua potable</th> </tr> <tr> <th></th> <th>2005</th> <th>2006</th> <th>2007</th> <th>2008</th> <th>2009</th> <th>2011</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>% acceso a agua potable</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>35,77</td> <td>37,28</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>- Cabe resaltar que en el Municipio de Medina Cundinamarca no existen sistemas alternos de agua potable, lo que ocasiona una fuente de enfermedades como diarrea, gastroenteritis, entre otras, afectando la salud de la primera infancia y en mayor porcentaje la población rural.</p>	Año	Acueducto Urbano	Acueducto Rural	Alcantarillado Urbano	Alcantarillado Rural	2005	97,6%	29%	89,6%	10,7%	2011	99,3%	30,7%	98,1%	13,6%	Porcentaje de la población con acceso al agua potable									2005	2006	2007	2008	2009	2011		% acceso a agua potable	0	0	0	0	35,77	37,28	
Año	Acueducto Urbano	Acueducto Rural	Alcantarillado Urbano	Alcantarillado Rural																																				
2005	97,6%	29%	89,6%	10,7%																																				
2011	99,3%	30,7%	98,1%	13,6%																																				
Porcentaje de la población con acceso al agua potable																																								
	2005	2006	2007	2008	2009	2011																																		
% acceso a agua potable	0	0	0	0	35,77	37,28																																		
Problemática Ambiental	<ul style="list-style-type: none"> - El municipio cuenta en la actualidad con 46 hectáreas adquiridas para protección hídrica, las cuales requieren un mecanismo de protección. - No existen programas dirigidos al trabajo con la comunidad - Existe una problemática evidenciada en cuanto a vertimiento de aguas servidas sobre las fuentes hídricas. - No existe un programa de reciclaje o de uso racional de residuos solidos 																																							
Principal Actividad Económica	<p><u>Ganadería</u>: 70.000 cabezas de ganado (cebu, mestizo, normando, pardo suizo, gyr) Cultivo de 91.500 ha de pastos.</p> <p><u>Porcicultura</u>: 2000 cerdos (landras c, pietran) La infraestructura para este sector de la economía es muy baja, y no cumple con las medidas fitosanitarias adecuadas para la producción a gran escala. Además existen un sin número de porquerizas construidas al interior de la zona urbana lo que ocasiona gran cantidad de la contaminación ambiental existente.</p> <p><u>Piscicultura</u>: 280 estanques con un promedio de espejo de agua de 14.000 m². y una intensidad de siembra de 3 -4 alevinos / m² la especie más usada es la cachama, seguida de la mojarra y el yamú. (1 cosecha al año)</p> <p><u>Avicultura</u>: promedio 4.000 pollos de engorde.</p> <p><u>Agrícola</u>: Café, cacao (300 ha), plátano, maíz, yuca.</p> <p><u>Industria</u>: Láctea producción no tecnificada; queso y cuajada, con 6 plantas</p>																																							

	procesadoras que no cuentan con la infraestructura y fitosanidad requeridas.																																				
Parque Natural Chingaza	Ha. 19.000 % Parque 24,8 Área Total Ha. 119.200 % Área Municipal que es PNN 15,9																																				
BARRANCA UPÍA (Meta)																																					
Población	3.232 Habitantes																																				
Densidad Poblacional	4,8 /km ² (12,5 /sq mi)																																				
Coordenadas Geográficas	Latitud: 4.56988, Longitud: -72.9662 4° 34' 12" Norte, 72° 57' 58" Oeste																																				
Superficie	66.800 Hectáreas 668 km ² (257,92 sq mi)																																				
Altitud	229 m 751 ft																																				
Clima	Monzón (Clasificación climática de Köppen: Am)																																				
Rios	Río Upía, Río Cabuyarito, Caño la Sucia, Caño la Gomera, Caño Tigre, Caño Leche Miel, Caño Galapagos, Caño Fundación, Caño Joval, Caño Guaicarama, Caño Seco, Caño Negro, Caño la Trinchera, Caño Pavitos, Caño Morantes, Caño La aguada, Caño Carutal, Caño Guadualito, Caño la Macoya, Ulama, Cofradía, Piragua																																				
Principal Actividad Económica	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">CULTIVO</th> <th style="text-align: right;">ÁREAS SEMBRADAS 2009 (ha)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Café</td> <td style="text-align: right;">25</td> </tr> <tr> <td>Caucho</td> <td style="text-align: right;">10</td> </tr> <tr> <td>Palma de Aceite</td> <td style="text-align: right;">7.712</td> </tr> <tr> <td>Plátano</td> <td style="text-align: right;">8</td> </tr> <tr> <td>Yuca</td> <td style="text-align: right;">215</td> </tr> <tr> <td>Cítricos</td> <td style="text-align: right;">250</td> </tr> <tr> <td>Papaya</td> <td style="text-align: right;">30</td> </tr> <tr> <td>Patilla</td> <td style="text-align: right;">20</td> </tr> <tr> <td>Piña</td> <td style="text-align: right;">10</td> </tr> <tr> <td>Forestal</td> <td style="text-align: right;">34</td> </tr> <tr> <td>TOTAL</td> <td style="text-align: right;">8.314</td> </tr> </tbody> </table> <p>Número de cabezas de ganado al 2009:</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Bovinos</th> <th>Porcinos</th> <th>Ovinos</th> <th>Búfalos</th> <th>Caprinos</th> <th>Equinos</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">22.500</td> <td style="text-align: center;">640</td> <td style="text-align: center;">600</td> <td style="text-align: center;">3.450</td> <td style="text-align: center;">200</td> <td style="text-align: center;">2.000</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">Fuente: Secretaria de Agricultura Departamental 2009</p>	CULTIVO	ÁREAS SEMBRADAS 2009 (ha)	Café	25	Caucho	10	Palma de Aceite	7.712	Plátano	8	Yuca	215	Cítricos	250	Papaya	30	Patilla	20	Piña	10	Forestal	34	TOTAL	8.314	Bovinos	Porcinos	Ovinos	Búfalos	Caprinos	Equinos	22.500	640	600	3.450	200	2.000
CULTIVO	ÁREAS SEMBRADAS 2009 (ha)																																				
Café	25																																				
Caucho	10																																				
Palma de Aceite	7.712																																				
Plátano	8																																				
Yuca	215																																				
Cítricos	250																																				
Papaya	30																																				
Patilla	20																																				
Piña	10																																				
Forestal	34																																				
TOTAL	8.314																																				
Bovinos	Porcinos	Ovinos	Búfalos	Caprinos	Equinos																																
22.500	640	600	3.450	200	2.000																																

4.1 Cambio Climático, Vulnerabilidad y Adaptación

Desde mediados del siglo XX se empezó a observar que las actividades humanas incrementaban de manera significativa la producción de gases contaminantes como el Dióxido de Carbono, el Dióxido de Azufre, el Metano, los Óxidos de Nitroso y otros que se acumulaban en la atmósfera terrestre, creando “un efecto invernadero” y ocasionando el cambio climático. Debido a los cambios drásticos del clima evidenciados en los últimos años (inundaciones, sequías extremas, etc.), los gobiernos de muchos países son conscientes que se debe hacer algo para enfrentar la problemática del cambio climático, analizar qué tan vulnerables son sus regiones y tomar las medidas necesarias para adaptarse a dicho cambio, muchas de estas medidas dieron lugar a formar entidades que generen medidas de control a estos cambios, a continuación se presentan algunas de ellas:

A nivel mundial las Naciones Unidas han liderado los esfuerzos para hacer frente a la problemática del cambio climático. Así desde 1992, en la «Cumbre para la Tierra» se constituyó la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático como un primer paso para afrontar el problema. En 1998, la Organización Meteorológica Mundial (OMM) y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) establecieron el Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático para proporcionar una fuente objetiva de información científica. Y el Protocolo de Kyoto (reducción de gases de efecto invernadero) de 1997 de la Convención, el cual tenía como objetivo reducir las emisiones de gases en los países industrializados (ONU, 2013).

Aunque infortunadamente las metas del protocolo de Kyoto no se cumplieron en su mayoría, se siguen haciendo esfuerzos para lograr hacer frente a esta problemática, estos esfuerzos se vieron reflejados en la reunión de convención de cambio climático, realizada en Cancún en el 2012.

“Los acuerdos de Cancún” del 2012, incluyen acciones para ayudar a las naciones en desarrollo a enfrentar el cambio climático, abarca las finanzas, la tecnología y el fomento de la capacidad de apoyo, para ayudar a esos países a cumplir con las necesidades urgentes de adaptación al cambio climático, y para acelerar sus planes de desarrollo y adoptar vías sostenibles para economías de baja emisión de gases de efecto invernadero (UNFCCC, 2013). Los acuerdos de Cancún buscan cumplir los siguientes objetivos: *mitigación*, es decir, reducción de emisiones de gases de efectos invernadero mediante metas claras; *transparencia en la acciones*, tomadas por cada gobierno para reducción GEI; *desarrollo y la transferencia de tecnologías limpias* para los programas de mitigación y adaptación al cambio climático; *financiación*, especialmente para los países en vías de desarrollo para tener poder implementar programas de mitigación (reducción de emisiones) y adaptación al cambio climático; *adaptación*, mediante programas de asistencia a las poblaciones y regiones más vulnerables al cambio climático; *reforestación* y protección de bosques, en particular en países en vías de desarrollo; *capacidad institucional*, con el fin de establecer sistemas que permitan el logro de las metas propuestas, en particular en países de desarrollo donde se presenta una debilidad en este aspecto.

De otra parte, cabe recordar que Colombia hace parte de los países que firmaron el Protocolo de Kyoto. Ahora, por ser país en vías de desarrollo, no tenía una meta específica en la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, sin embargo, ha estado muy comprometida en la

medición de estos gases, ha participado en los últimos informes del IPCC y ha buscado implementar mecanismos de desarrollo limpio (MDL), como parte de sus programas de mitigación. Todos estos esfuerzos son muy importantes, pero aún falta mucho por hacer, en cuanto a mitigación y adaptación al cambio climático.

Según el reporte del IDEAM (2010) sobre el Estado del Medio Ambiente y los Recursos Naturales Renovables:

La contribución de Colombia a las emisiones globales es baja, pero presenta un alto riesgo y es altamente vulnerable al cambio climático debido a su ubicación geográfica en una de las más cálidas del planeta, su alta biodiversidad, la confluencia intertropical, sus patrones de doblamiento y uso del suelo.

Colombia es consciente que es un territorio vulnerable, por lo que viene desarrollando avances en el análisis y la implementación de medidas de adaptación a los efectos adversos del cambio climático. Por lo anterior, durante el periodo de 2005-2010 realizó dos importantes proyectos piloto: El Programa Conjunto de Integración de Ecosistemas y Adaptación al Cambio Climático en el Macizo Colombiano, programa de adaptación al cambio climático en la cuenca del río Cauca, mediante un análisis participativo de la problemática; y el Proyecto Piloto Nacional de Adaptación al Cambio Climático (INAP) que busca mejorar la capacidad técnica y científica del IDEAM para la realización de escenarios de cambio climático (IDEAM, 2010).

La experiencia de los dos programas arriba mencionados resalta que:

La adaptación es un proceso de largo plazo, que una adaptación eficaz y efectiva está en función del grado de participación y apropiación por parte de la comunidad, la sinergia

entre las instituciones, el diálogo de saberes, la flexibilidad al cambio y la sostenibilidad y continuidad de las medidas, junto con el proceso social y acompañamiento de las diferentes entidades involucradas para que estas medidas den gran éxito (IDEAM, 2010).

4.3 Desarrollo Sostenible

La preocupación por la sostenibilidad de nuestras prácticas y por el agotamiento de los recursos del planeta se remonta a algunos siglos atrás. Thomas Malthus (1766-1834) consideraba que si se continuaba con el crecimiento de la población el consumo de alimentos superaría la producción. Casi cien años después, preocupaciones similares fueron presentadas en el libro *Silent Spring* de la Bióloga estadounidense Rachel Carson, donde resaltaba el efecto dañino de los pesticidas sobre el medio ambiente. Preocupaciones similares se ven reflejadas en la publicación *Limites del Crecimiento*, del Club de Roma, en 1972. Estos trabajos y muchos otros que los siguieron, predijeron la insostenibilidad de nuestras prácticas de producción y consumo.

En 1992 en la cumbre de la tierra en Rio de Janeiro, se evidenció aún más la preocupación por el impacto de las empresas sobre el medio ambiente y el desarrollo sostenible y se desarrollaron algunas iniciativas para la gestión ambiental empresarial como el BS 7750, EMAS (Eco-Management and audit. Sheme), la ISO 14001, así como otras normas e iniciativas que les siguieron posteriormente y que además de los aspectos ambientales y económicos de las organizaciones, incluyeron los aspectos sociales como necesarios para hablar de sostenibilidad.

Actualmente, las prácticas empresariales orientadas hacia la sostenibilidad se encuentran motivadas por numerosas iniciativas entre las que vale la pena mencionar *La Carta De Negocios Para El Desarrollo Sostenible*, iniciativa de la Cámara de Comercio Internacional; *Los Objetivos*

de Desarrollo del Milenio; el Pacto Mundial, que es una iniciativa de las Naciones Unidas para alcanzar un compromiso voluntario de las organizaciones hacia la responsabilidad social y *la norma ISO 26000*, Guía sobre Responsabilidad Social Empresarial.

Las iniciativas en cuanto a normatividad y acuerdos voluntarios, sin duda han favorecido la realización de prácticas empresariales hacia una mejor gestión ambiental de los procesos productivos, disminuyendo los impactos sobre el medio ambiente y el deterioro del mismo; algunas empresas incluso han incluido y están incluyendo prácticas de responsabilidad social; lo que permitirá hablar de prácticas que buscan el desarrollo sostenible de las empresas, si consideramos que tienen en cuenta los aspectos económicos, ambientales y sociales relacionados con sus actividades. Sin duda la responsabilidad de la sostenibilidad no es sólo trabajo de las empresas, por lo que es necesario hacer cambios fundamentales para lograr un desarrollo sostenible como lo menciona Jhon R. Ehrenfeld (2002) en su artículo *Buscando la Sostenibilidad*.

4.4 Desarrollo Sostenible en Colombia

Realizando una revisión a nivel Colombia se encuentran documentos como el Conpes 3343 sobre lineamientos y estrategias de desarrollo sostenible para los sectores de agua, ambiente y desarrollo territorial. El cual presenta objetivos basados en el manejo de la Agenda Gris que trabaja amenazas ambientales sobre la salud y el bienestar de la población a escala local, relacionadas con la insuficiente provisión de agua y servicios de saneamiento, la contaminación del aire y los recursos hídricos y los desechos sólidos; y la Agenda Verde está asociada al manejo sostenible de los recursos naturales, con el propósito de reducir los impactos de la

humanidad sobre los recursos naturales y ecosistemas a escala global y regional; como se describe cada agenda está relacionada con el desarrollo sostenible y acciones ambientales del gobierno (MAVDT, 2005).

Colombia estableció metas luego de la Cumbre de Milenio dentro de las que se encuentran la incorporación de principios de desarrollo sostenible en las políticas y programas nacionales, y la reducción de la pérdida de recursos naturales, el aumento al acceso de agua potable y servicios básicos de saneamiento para el año 2015, esto ha hecho que el país concentre sus esfuerzos en la Agenda Verde mediante estrategias a la conservación de los recursos que impulsen el crecimiento económico sostenible y generación de empleo. Las iniciativas son: conservación y uso sostenible de bienes y servicios ambientales, manejo integral del agua, generación de ingresos y empleo verde, sostenibilidad de la producción nacional, y planificación y administración eficiente del medio ambiente (MAVDT, 2005).

También se contempla la equidad social dentro del mejoramiento del medio ambiente con los siguientes objetivos: Ampliación y mejoramiento de la protección y la seguridad social mediante el programa de acciones prioritarias en salud pública, calidad de vida urbana, y prevención y mitigación de riesgos naturales (MAVDT, 2005).

4.4 Huella Ecológica

La huella ecológica se define como una medida de la cantidad de área de tierra y agua, biológicamente productiva que un individuo, población o actividad requiere para producir los recursos que consume y para absorber los desechos que genera, usando la tecnología prevaliente y las prácticas de gestión de recursos. La Huella Ecológica se mide en hectáreas

globales, así por ejemplo, dado que el comercio es global, un individuo o una huella del país incluyen tierra o mar de todo el mundo (ECOLombiano, 2013).

“La huella ecológica es un indicador ambiental que permite medir y evaluar el impacto sobre el Planeta de una determinada forma de vida en relación a la capacidad de la naturaleza para renovar los recursos al servicio de la humanidad” (ECOLombiano, 2013). El objetivo de medir la huella ecológica, es que los seres humanos, ya sea en grupo o de manera individual, identifiquen y corrijan aquellas acciones que no contribuyen a un estilo de vida sostenible.

“La huella global en Colombia ahora excede en casi un 30% la capacidad del Planeta para regenerarse. La deforestación la escasez de agua, la pérdida de biodiversidad y el cambio climático ponen en creciente riesgo el bienestar y desarrollo de todas las naciones. Si nuestras demandas al Planeta continúan a este ritmo, en el 2035 necesitaremos el equivalente a dos planetas para mantener nuestro estilo de vida” (ECOLombiano, 2013).

4.4.1. Huella hídrica

La Huella Hídrica es un indicador que permite identificar las relaciones económicas y socio ambientales respecto al uso del agua; está orientado especialmente hacia las actividades socioeconómicas, razón por la cual se presenta como el más importante factor de presión e impacto sobre los recursos naturales. La conceptualización de la Huella Hídrica ayuda a visualizar el uso oculto del agua de diferentes productos y a comprender los efectos del consumo y el comercio frente al agua y su disponibilidad (Arévalo Uribe, 2012).

La Huella Hídrica de cualquier producto o servicio, es el volumen de agua utilizado directa o indirectamente para su producción, sumados a todos los consumos en las diferentes etapas de

producción. Se tienen en cuenta tres componentes para el cálculo de la huella hídrica (Arévalo Uribe, 2012).

Huella Hídrica Verde: es el volumen de agua lluvia que se consume por la vegetación y no se convierte en escorrentía. Estas aguas se almacenan en las superficies del terreno satisfaciendo la demanda natural de la vegetación y los cultivos (Arévalo Uribe, 2012).

Huella Hídrica Azul: es el volumen de agua dulce extraído de una fuente superficial o subterránea, que responde a un déficit en la disponibilidad de agua procedente de la lluvia. El agua azul contiene conceptos implícitos de escasez y competencia por el recurso hídrico (Arévalo Uribe, 2012).

Huella Hídrica Gris: hace referencia a la contaminación y se define como el volumen de agua teórico necesario para lograr la dilución de un contaminante específico de forma tal que no altere la calidad del agua en el cuerpo receptor. No se refiere a generar un nuevo consumo, sino a reducir el volumen de contaminante (Arévalo Uribe, 2012).

La evaluación de la huella hídrica incluye las siguientes fases principales (Hoekstra, 2011):

- Definición del alcance y objetivo de la medición de la huella hídrica
- Medición de la huella hídrica
- Evaluación de la huella hídrica en términos de sostenibilidad (biodisponibilidad del recurso)
- Proposición de acciones de respuesta y formulación de estrategias para disminuir la huella hídrica.

En la actualidad se encuentra variada información para sobre la huella hídrica a nivel de procesos productivos, o a nivel de países o regiones del globo terrestre. Un documento de base a consultar es sin duda *The Water Footprint Assessment Manual* del Water Footprint Network que explica detalladamente la metodología a seguir para medir la huella hídrica de una actividad y reportarla de manera local, regional o global. El manual está disponible en página web: <http://www.waterfootprint.org/>.

4.4.2. Huella de carbono

La huella de carbono es la medida del impacto de todos los gases de efecto invernadero producidos por nuestras actividades (individuales, colectivas, eventuales y de los productos) en el medio ambiente. Se refiere a la cantidad en toneladas o kilos de dióxido de carbono equivalente de gases de efecto invernadero, producida en el día a día, generados a partir de la quema de combustibles fósiles para la producción de energía, calefacción y transporte entre otros procesos.

Su cálculo sigue los principios del Protocolo de emisiones de gases de efecto invernadero o la norma ISO 14.064 incorporados en las metodologías disponibles.

Los límites de la huella en las empresas, abarcan todas las operaciones y subsidiarias propias operadas por una organización y deben representar de forma fidedigna las emisiones de gases de efecto invernadero, incluyendo las derivadas de sus procesos esenciales. (Heloísa Schneider, La huella del carbono en la producción, distribución y consumo de bienes y servicios , 2010)

Actualmente hay dos tipos de enfoques metodológicos para la medición de la huella de carbono: uno orientado a la organización o empresa y otro orientado al producto.

El cálculo de la huella de Carbono orientado a la empresa /organización consiste en realizar un inventario de emisiones (asociadas al uso de materiales y energía) y traducirlo en términos de toneladas equivalentes de CO₂. Este tipo de metodología es aplicada en el protocolo del GhG (Greenhouse Gases protocol) desarrollado por el WRI (World Resource Institute) y el World Business Council for Sustainable Development. Otra metodología para la medición de emisiones de gases de efecto invernadero es presentada por la norme ISO 14064 del 2006 y es compatible con el protocolo GhG (OSE, 2011).

En cuanto a la huella del carbono asociada al producto se encuentran las normas PAS 2050 y la ISO 14067, orientadas a levantar el inventario de emisiones del consumo de materiales y energía a lo largo de todo el ciclo de vida del producto y traducirlo en equivalentes de CO₂ (OSE, 2011).

Finalmente, para la medición del balance hídrico y de carbono a nivel ecosistemas (p.e. cultivos o ecosistemas específicos) se usan técnicas más complejas que requieren de medición *in situ*, balances de materia y energía, modelación y acoplamiento con mediciones meteorológicas. Una de estas técnicas es la eddy-covariance (Anderson, 2010), la cual permite medir el balance anual de carbono y agua asociado al ecosistema o región estudiada; es una técnica compleja que requiere de gran número de datos, de costosa infraestructura y equipos y personal calificado para su implementación.

4.5. Modelos de Sostenibilidad

Como se presentó en la sección sobre desarrollo sostenible, punto 5.3, los retos en sostenibilidad no involucran solamente problemas ambientales. Es reconocido que nuestras formas de producción y consumo afectan también la economía y el desarrollo social. La mayoría de los modelos de sostenibilidad presentan una aproximación desde tres componentes: el Económico, el Social y el Ambiental; algunos modelos sin embargo se focalizan más en aspectos ambientales o económicos, de acuerdo con la aplicación que tengan estos modelos.

El enfoque de la mayoría de modelos de sostenibilidad es bien conocido como *Triple Balance*, concepto que comenzó a usarse en los años 1990, basado en un estudio realizado por expertos internacionales en Responsabilidad Corporativa y Desarrollo Sostenible. En términos simples, el modelo de *Triple Balance* comprende no sólo el valor económico que aportan los negocios, sino también en el valor ambiental y social que estos negocios aportan o destruyen (Elkington, 2004).

El enfoque del *Triple Balance* fue adoptado globalmente por organizaciones como la OCDE (Organisation for Economic Cooperation and Development) y aplicado en diversos modelos de desarrollo sostenible. El marco conceptual de este modelo facilita a los tomadores de decisiones entender los vínculos entre los diferentes ámbitos ambientales, la salud humana, la ecología y las actividades económicas. Por ejemplo, este marco conceptual forma la base del modelo de Dinámica Simulación Política Económica Energética (DEEPS) desarrollado para el Estado de Ohio, USA, como un medio para evaluar las opciones de política energética (Fiksel, 2012).

El enfoque de *Triple Balance* es importante pues incluye aspectos ambientales, económicos y sociales, dicho enfoque es importante para la propuesta del modelo de desarrollo sostenible para la región estudio del presente trabajo.

En la tabla No 2 se presentan algunos de los principales modelos de desarrollo sostenible, reportados en el Congreso en el XV Congreso Nacional de Ética de las Economías y las Organizaciones : EBEN 2007 La mayoría de los modelos presentados adoptan el enfoque del *Triple Balance* (Elkington, 2004). La tabla 4.2 presenta los puntos fuertes y débiles de cada modelo presentado. De estos modelos se resalta el modelo de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico. (O.C.D.E., 2002) y el del Global Reporting Initiative (G.R.I.); los cuales son explicados a continuación y serán retomados en la propuesta del modelo de sostenibilidad para la región estudio del presente trabajo.

El Modelo *de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico. (O.C.D.E., 2002)*, es tomado para la propuesta del modelo del presenta trabajo, puesto que toma en cuenta asuntos sociales tan importantes como los derechos humanos, el trabajo, los impuestos, protección de la sociedad, sin abandonar la importancia de la sostenibilidad ambiental. Cabe aclarar que este modelo cuenta con falencias importantes puesto que es recomendado para empresas multinacionales y no existen verificaciones externas por parte de la O.C.D.E. de esta forma no se puede valorar de forma cuantitativa su efectividad.

El modelo *Global Reporting Initiative (G.R.I.)* es considerado en la propuesta del modelo del presente trabajo puesto que es uno de los modelos más completos para la elaboración de memorias de sostenibilidad de empresas y organismos públicos, el G.R.I está formado por una

serie de indicadores, constituidos en dos tipos: centrales y adicionales. Estos indicadores miden conceptos de desempeño social, económico y ambiental. Este modelo representa ventajas importantes para la empresa ya que facilita la comunicación tanto interna como externa. Mundialmente es la herramienta más aceptada y completa a nivel de indicadores, representa una gran ayuda en cuanto a la aplicación de estrategias de sostenibilidad en la empresa.

Tabla 2. Resumen de los puntos fuertes y débiles de los modelos de sostenibilidad presentados en el XV Congreso Nacional de Ética de las Economías y las Organizaciones: EBEN 2007 Autor: Los autores del documento. Adaptado del informe del Congreso EBEN 2007 (Fernández Polanco Fernández de Moreda, 2007)

Modelo de Sostenibilidad	Puntos Fuertes	Puntos Débiles
The Sustainability Metrics (Institution of Chemical Engineers, 2001).	<ul style="list-style-type: none"> - Guía práctica - Indicadores del GRI 2002. - Usuario define el alcance - Fácil de utilizar, práctico - Resultado un valor numérico fácil de comparar - Cuenta con una tabla de factores de corrección para los diferentes contaminantes. 	<ul style="list-style-type: none"> - No posee una estrategia para sostenibilidad. - Sólo realiza una valoración - No Propone acciones para la mejora. - No tiene en cuenta el impacto del producto o servicio en el cliente y en la sociedad.
Directrices de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico. (O.C.D.E, 2002)	<ul style="list-style-type: none"> - Recomendaciones que dan cumplimiento a casi toda la legislación (derechos humanos, medio ambiente, protección de la sociedad, etc.), - Declaración de intenciones. 	<ul style="list-style-type: none"> - Sólo se recomienda para empresas multinacionales - No existe verificación externa por parte de la O.C.D.E. - No se basan en instrumentos y/o normas internacionales - No valora cuantitativamente la sostenibilidad, sino que propone una serie de líneas.
Pacto Mundial de la O.N.U. o Global Compact (Naciones Unidas, 2002).	<ul style="list-style-type: none"> - Respaldado por las Naciones Unidas - Basado en normas y principios internacionales - Hecho para todo tipo de empresas - Indicadores del GRI evalúa el progreso relativo a los principios del pacto. 	<ul style="list-style-type: none"> - Necesita de otra metodología para darle una objetividad. - No dispone de un seguimiento, verificación y validación - Los principios en los que se basa el Pacto son débiles y simples como intento de mejora de la imagen que dan a la sociedad.
Iniciativa de Legislación para el Derecho Internacional del Saber (I.R.T.K, 2003)	<ul style="list-style-type: none"> - Conocer el comportamiento de las empresas - Cumplen con la Declaración de los Derechos Humanos y el resto de legislación - La revelación de la información conduce a mejorar las condiciones de trabajo, el medio ambiente y el cumplimiento con los derechos humanos. 	<ul style="list-style-type: none"> - No impone obligaciones a las empresas – - No es aplicable a empresas pequeñas - No valora el impacto causado por el producto o servicio durante el ciclo de vida - No propone un mecanismo objetivo para la medida y comparación de la eficiencia en el cumplimiento de las directrices
AA 1000 (The Institute of Social and ethical Accountability, 1999).	<ul style="list-style-type: none"> - Es un método claro y bien desarrollado (mejora continua) - Implantación de un sistema de gestión involucra a los stakeholders - Auditado periódicamente para darle validez. - Es un método compatible el G.R.I 	<ul style="list-style-type: none"> - No define ningún grupo de indicadores . se apoya en el GRI. - Define la estrategia basada en las necesidades de los grupos de interés no en los recursos - Desarrolla una serie de pautas de comportamiento o líneas guía como una norma.

	<ul style="list-style-type: none"> - No importa el tamaño de la empresa. 	
Balance Social Anual (I.B.A.S.E., 2002).	<ul style="list-style-type: none"> - Es un modelo muy extendido en Brasil con gran experiencia - Enfocada a la realidad de la empresa - Es fácil de aplicar y muy práctico 	<ul style="list-style-type: none"> - Existen barreras de publicación - No existe un proceso de control o verificación externo del cumplimiento. - Existen muchos indicadores relacionados - No tener en cuenta el producto o servicio
Business Social Responsibility Indicators (Institute Ethos, 2004).	<ul style="list-style-type: none"> - Es una guía práctica de valoración de la sostenibilidad muy completa - Tiene gran cantidad de indicadores. - Grandes multinacionales la utilizan. - Determinar el desarrollo de la R.S con indicadores cuantitativos, 	<ul style="list-style-type: none"> - Es demasiado extensa en algunos apartados - Es una herramienta para conocer la situación actual de la empresa y compararla con otro momento en el tiempo. - No tiene en cuenta el producto o servicio de la empresa sin embargo incluye los grupos de interés.
Inversión Socialmente Responsable (I.S.R. ó S.R.I)	<ul style="list-style-type: none"> - Realiza un compromiso positivo por las diferentes partes de la organización. - La Inversión Socialmente Responsable ejerce presión sobre los negocios mejorando sus prácticas. - Crean interés a nuevos accionistas. 	<ul style="list-style-type: none"> - No es un modelo - Una guía que propone como realizar una inversión socialmente - No propone indicadores y no evalúa los requisitos medioambientales ni sociales de una manera directa.
Norma S.G.E. 21:2005 (Forética, 2005).	<ul style="list-style-type: none"> - Fácil comprensión - Integrable con el resto de normas de gestión de calidad, medio ambiente, etc. - Es certificable por las entidades de Certificación 	<ul style="list-style-type: none"> - No propone indicadores - Implantación de unos requisitos dentro del sistema de gestión de la empresa. - No considera los impactos que puede generar el producto o servicio
Modelo de Excelencia Europeo (E.F.Q.M) (Fundación Europea para la Gestión de la Calidad, 2003).	<ul style="list-style-type: none"> - Usado por muchas organizaciones europeas - Sencillo, incorpora las variables relacionadas con la sostenibilidad y R.S. dentro del modelo de gestión empresarial. - Reconocido y basado en la metodología de la mejora continua - Se desarrolla por etapas, dada su complejidad y extensión. 	<ul style="list-style-type: none"> - El modelo es muy amplio para medir la sostenibilidad de una empresa. - Es muy amplio y complejo lo cual es desmotivador. - Los criterios de sostenibilidad en este modelo son muy bajo (un 9% sobre el total de criterios).
Estrategia de Desarrollo Sostenible en la Empresa (Club de Excelencia en Sostenibilidad, 2004).	<ul style="list-style-type: none"> - Es un modelo muy bien estructurado y desarrollado por profesionales - Tiene una metodología estratégica de mejora y un despliegue secuenciado, - Posee indicadores para la medida del cumplimiento de los programas de desarrollo sostenible. 	<ul style="list-style-type: none"> - No propone indicadores (utiliza los indicadores del G.R.I.) - No tiene en cuenta el impacto que genera el producto o servicio.

Caux Round Table Principles for Business (Caux Round Table Principles for Business, 2002).	<ul style="list-style-type: none"> - Analiza exhaustivamente las acciones a desarrollar con cada grupo de interés - La agrupación tiene la empresa Philips Electrónicos como fundador, dándole un prestigio y una proyección internacional importante. 	<ul style="list-style-type: none"> - No propone un plan de acción para su implantación ni - No tiene indicadores. - No valora la repercusión económica, medioambiental o social que tiene el producto o servicio comercializado.
Código de Gobierno para la Empresa Sostenible (Ricarte y Rodríguez, 2002).	<ul style="list-style-type: none"> - Plantea al desarrollo sostenible como un elemento que genera valor para la empresa. - La satisfacción de los stakeholders como principio inspirador - Implantación de una estrategia basada en el desarrollo sostenible dentro de una organización. 	<ul style="list-style-type: none"> - El desarrollo es desde el punto de vista teórico. - No propone planes operativos o con los indicadores asociados. - Tampoco valora el impacto asociado al producto o servicio..
Global Reporting Initiative (G.R.I.) (Global Reporting Initiative, 2002 y G3, 2006).	<ul style="list-style-type: none"> - Tiene una riqueza de indicadores - Presenta unas ventajas facilitando la comunicación, a nivel interno y externo. - Es la herramienta más aceptada y completa a nivel mundial sobre indicadores - Ayuda a la integración de la estrategia de sostenibilidad en la empresa. 	<ul style="list-style-type: none"> - Es un buen referencial utilizado en su mayoría para realizar las memorias de sostenibilidad - No se tiene en cuenta el producto o servicio desarrollado por la compañía a pesar de que propone algún indicador para su valoración.
Evaluación de la Sostenibilidad del Proyecto fin de Carrera (Segalás, 2002).	<ul style="list-style-type: none"> - Es muy intuitivo de aplicar - Se utiliza para la valoración de la sostenibilidad de cualquier tipo de proyecto. - Categoriza los indicadores y asigna unos porcentajes de carga a cada uno dentro de los 5 ámbitos de estudio. 	<ul style="list-style-type: none"> - Propone una metodología práctica pero no se apoya en una estrategia - Sólo realiza una valoración de la situación actual - No propone acciones para la mejora. - No incluye el impacto del producto o servicio en el cliente y en la sociedad.
Towards Retail Sustainability (B.R.C., 2001).	<ul style="list-style-type: none"> - Orienta la estrategia con indicadores, valorando cadena de suministro, el producto elaborado y la percepción del cliente. - Orienta a la empresa definición de plan de trabajo en función de datos analizados relativos a la problemática localizada en la economía, sociedad, medio ambiente y fuentes naturales del Reino Unido. 	<ul style="list-style-type: none"> - El método está basado en los datos de este país. - Los 17 indicadores, son demasiado generalistas. - El referencial se basa en las líneas-guía que estableció la propia B.R.C. desde el año 2001 hasta el 2006.
Modelo y Auditoría de Sostenibilidad para los Destinos Turísticos (García Mesanat, 2004).	<ul style="list-style-type: none"> - Puede servir para el desarrollo de un modelo matemático aplicado a la industria de procesos - Completo, con más de 250 indicadores de valoración en total. 	<ul style="list-style-type: none"> - Aplicación es exclusiva para los destinos turísticos. - Desarrollado bajo un software específico.
A triangle model for evaluating the sustainability status and trends of economic development (Elsevier B.V. All rights reserved, 2005)	<ul style="list-style-type: none"> - Monitorear el progreso hacia la sostenibilidad a largo plazo. - La facilidad de su uso, por responder a las todas las políticas. - Flexibilidad en la selección de indicadores y unidades de análisis - La simplicidad en la presentación de resultados a ser comprensible para los no profesionales. 	<ul style="list-style-type: none"> - Diseñada bajo los estándares y políticas de desarrollo industrial de China.

4.5.1. Indicadores

Respecto al término *indicador*, se pueden encontrar varias definiciones en la literatura especializada, como por ejemplo:

- Un indicador es una variable cuantitativa o cualitativa que provee información sobre un fenómeno. El papel de un indicador es contener información destinada a ser comunicada a un público objetivo. Un indicador cumple con dos funciones principales: reducir el número de parámetros normalmente necesarios para informar o evaluar una situación y facilitar la interpretación de los resultados con relación a la situación evaluada (Lammerts, 1997)- Un indicador es una variable que descodifica una multitud de informaciones para guiar la decisión respecto a un fenómeno estudiado. Su finalidad es transmitir una información o una señal para volverse una herramienta de ayuda en la toma de decisión. Los indicadores cuantifican o cualifican la información aglomerando datos, lo que la vuelve más inmediata y más rica de significado; ellos simplifican la información para resaltar fenómenos frecuentemente complejos. (Blanchet, 1999).

- Indicador ambiental: expresión específica que provee informaciones sobre la situación local, regional, nacional o mundial del ambiente (ISO14031, 1999).

- Indicador ambiental: indicador que permite evaluar y hacer un seguimiento al estado del medio ambiente en un aspecto particular (Pictet, 1996).

Según la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, la OCDE, un indicador es “un parámetro, o el valor resultante de un conjunto de parámetros, que ofrece información sobre un fenómeno, y que posee un significado más amplio que el estrictamente

asociado a la configuración del parámetro”. La Agencia Europea de Medio Ambiente (AEMA) considera que un indicador es un “valor observado representativo de un fenómeno determinado. En general, los indicadores cuantifican la información mediante la agregación de múltiples y diferentes datos. La información resultante se encuentra pues sintetizada. En resumen, los indicadores simplifican una información que puede ayudar a revelar fenómenos complejos”.

A partir de esas definiciones, se pueden resaltar algunos elementos claves: Un indicador es una variable que, mediante la síntesis de la información ambiental, pretende reflejar el estado del medio ambiente, o de algún aspecto de él, en un momento y en un espacio determinados, y que por ello adquiere gran valor como herramienta en los procesos de evaluación y de toma de decisiones políticas sobre los problemas ambientales. Un indicador debe tener las siguientes características (Lammerts, 1997):

- Ser representativo del conjunto.
- Ser sensible a los cambios que se produzcan en medio o en las actividades humanas relacionadas con él.
- Estar basado en datos fiables y de buena calidad.
- Ofrecer información relevante para el usuario, además de simple y clara para facilitar la comprensión de la misma por parte del usuario no especializado.
- Ser predictivo, de manera que pueda alertar sobre una evolución negativa.
- Ser comparable.
- Presentar un buen equilibrio coste-efectividad.

Temáticas tratadas por los indicadores ambientales:

Entre las temáticas tratadas por los indicadores ambientales, mencionamos por ejemplo (Rechatin, 1997):

La explotación de los recursos naturales (renovables o no renovables) que puede causar, en caso de gestión no sostenible, una desaparición o una degradación de esos recursos. Ejemplos de indicadores: disminución de los stocks de suelos cultivables (erosión) y degradación de la calidad de los suelos (perdida de fertilidad); disminución de los stocks de madera (desforestación), entre otros.

La emisión de contaminantes, sea voluntaria o accidental; por ejemplo: emisiones de CO₂, CO, CH₄, NO_x, etc., en el aire; emisiones en el agua de nitratos, fosfatos (responsables de eutrofización), materias orgánicas, materias en suspensión, metales, pesticidas, substancias tóxicas, etc.)

La conservación de la integridad de los ecosistemas. Ejemplos de indicadores: desaparición de ecosistemas, desaparición de especies, disminución de la biodiversidad, etc.

Ejemplos de Tipos de Indicadores:

Varias organizaciones nacionales e internacionales han desarrollado indicadores relacionados con el medio ambiente, como por ejemplo:

- La división del estado del medio ambiente de la OCDE lanzó, en 1989, un programa sobre los *indicadores ambientales*. Este trabajo ha sido uno de los pioneros a escala mundial. Los

tipos de *indicadores ambientales* desarrollados por la OCDE son los siguientes (Lehtonen, 2002):

Indicadores propuestos por la OCDE (OCDE, 2001).

La OCDE es uno de los pioneros en el desarrollo de indicadores ambientales en el mundo, aportando una visión de trabajo interesante que vincula los problemas y oportunidades ambientales a los procesos económicos.

La OCDE inició un programa específico de indicadores ambientales en 1990, después de una solicitud de la cumbre del G-7 en 1989. Este programa se basó en la idea de que no existe sólo un grupo de indicadores, porque cuáles son más útiles depende del propósito del sistema de indicadores. Los objetivos de los indicadores ambientales de la OCDE en particular son:

- Evaluar el progreso ambiental.
- Integrar mejor las preocupaciones ambientales en las políticas sectoriales.
- Integrar mejor las preocupaciones ambientales en la política económica.

Los indicadores ambientales de la OCDE se utilizan regularmente en las revisiones de desempeño ambiental, sino que son una forma valiosa para supervisar la integración de la toma de decisiones económicas y ambientales, para analizar las políticas ambientales y de evaluar los resultados. Más allá de su aplicación en las revisiones de desempeño ambiental de la OCDE, estos indicadores también contribuyen a la labor de seguimiento de la estrategia medioambiental de la OCDE y al objetivo más amplio de la presentación de informes sobre desarrollo sostenible. (OCDE, 2001).

La ilustración 3 presenta los tipos de indicadores usados en el modelo de la OCDE.

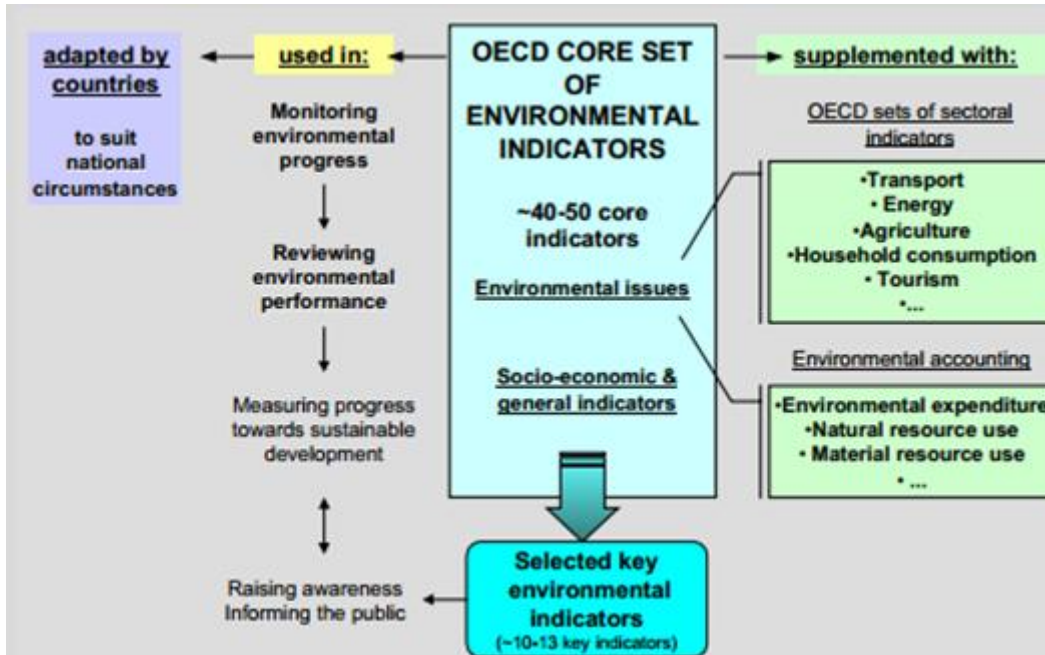


Ilustración 3. Indicadores ambientales OECD. Tomado de (OCDE, 2003) Environmental Indicators Development, measurement and use.

Disponer de un buen conjunto de indicadores es la parte más importante de todo modelo por que nos permite evaluar el progreso del sistema o problemática evaluada. En la ilustración 3, existen una serie de indicadores propuestos por la OCED que involucran aspectos ambientales y socioeconómicos. Dichos indicadores pueden usarse para medir el desempeño ambiental o la evolución del estado del medio ambiente y pueden ser adaptados por los países de acuerdo a sus condiciones específicas. Los indicadores como herramientas de ayuda a la decisión permiten además generar informes para informar a la población acerca del sistema/problemática evaluada. Lo importante y clave es adaptar los indicadores a las condiciones de la región donde van a ser utilizados, con el fin de generar resultados óptimos.

- **Indicadores ambientales sectoriales** que sirven para vigilar la toma en cuenta de las preocupaciones ambientales en la elaboración y la puesta en obra de políticas sectoriales (transporte, energía, agricultura, consumo).
 - **Indicadores de desempeño ambiental.** Estos Indicadores sintetizan el conjunto de los datos ambientales en un número limitado de grupos de informaciones esenciales. La recomendación indica tres categorías de indicadores ambientales para evaluar el desempeño ambiental: 1) Los indicadores de desempeño operacional (OPI), que se apoyan esencialmente sobre temáticas relacionadas con las operaciones de una organización, pueden cubrir campos como las emisiones, el uso de energía, etc. 2) Los indicadores de desempeño de gestión (MPI), que se refieren esencialmente a los esfuerzos de gestión encaminados a proporcionar infraestructuras favoreciendo un buen manejo ambiental como los sistemas de capacitación y sensibilización; igualmente, los esfuerzos de la gestión se verán reflejados en la realización y resultados de auditorías de los programas de gestión, etc. 3) Los indicadores de condición ambiental (ECI), que pueden apoyarse por ejemplo sobre información local, regional o nacional referente a la calidad de las aguas (lagos, ríos) o la calidad del aire en una región » (Euroinfo, 2013).
- **Indicadores de impacto sobre el medio ambiente seleccionados a partir de análisis del ciclo de vida (life cycle assessment - LCA).** El análisis del ciclo de vida estudia los aspectos ambientales y los impactos potenciales al largo de la vida de un producto o un proceso (es decir desde la cuna a la tumba); en general las etapas consideradas son la extracción de materias primas, la producción, la distribución, el uso del producto, y la disposición final (ISO14040, 1997). Las grandes categorías de impactos ambientales que se consideran en los análisis de ciclo

de vida comportan el uso de recursos, la salud humana y las consecuencias ecológicas (Haes, 1999).

- Canadá desarrollo una serie de indicadores ambientales claves, llamados *indicadores temáticos*, cuyo objetivo es dar una idea aproximada de las tendencias del medio ambiente en Canadá. Por ejemplo se encuentran indicadores relacionados con el consumo de agua, con el procesamiento de las aguas residuales, la calidad del aire (Canada, 2003).

- En Colombia el instituto de hidrogeología, meteorología y estudios ambientales (IDEAM) desarrolla desde 1998 *indicadores ambientales* para todo el país. Esos indicadores han sido desarrollados según el modelo Presión – Estado – Respuesta de la OCDE que se presentará en la sección siguiente. La mayoría de indicadores desarrollados hasta la fecha por el IDEAM corresponde a indicadores que describen el estado del medio ambiente como por ejemplo las precipitaciones mensuales (pluviometría) en cada región del país, la variación mensual del caudal en los principales ríos del país, entre otras. (IDEAM, 2001).

Indicadores Modelo GRI. Como se mencionó en la sección precedente los indicadores del modelo GRI comprenden diferentes categorías a saber: Desempeño ambientales, económico, social (derechos humanos, de responsabilidad del producto); la Tabla 3, a continuación, presenta algunos ejemplos de indicadores ambientales que propone la metodología GRI.

Tabla 3. Indicadores ambientales del modelo GRI, Autor (GRI, 2013)

INDICADOR	DESCRIPCIÓN	APARTADO
EN1	Materiales utilizados, por peso o volumen	Materiales

EN2	Porcentaje de los materiales utilizados que son materiales valorizados	Materiales
EN3	Consumo directo de energía desglosado por fuentes primarias	Energía y Eficiencia energética
EN4	Consumo indirecto de energía desglosado por fuentes primarias	Energía y Eficiencia energética
EN5	Ahorro de energía debido a la conservación y a mejoras en la eficiencia	Energía y Eficiencia energética
EN6	Iniciativas para proporcionar productos y servicios eficientes en el consumo de energía o basados en energías renovables, y reducciones en el consumo de energía como resultado de dichas iniciativas	Energía y Eficiencia energética
EN7	Iniciativas para reducir el consumo indirecto de energía y reducciones logradas con dichas iniciativas	Energía y Eficiencia energética
EN8	Captación total de agua por fuentes	Agua
EN9	Fuentes de agua que han sido afectadas significativamente por la captación de agua	Agua
EN10	Porcentaje y volumen total de agua reciclada y reutilizada	Agua
EN11	Descripción de terrenos en propiedad, arrendados, gestionados o adyacentes o ubicados dentro de espacios naturales protegidos o de áreas de alta biodiversidad no protegidas	Biodiversidad
EN12	Descripción de los impactos más significativos en la biodiversidad en espacios naturales protegidos o en áreas de alta biodiversidad no protegidas, derivados de las actividades, productos y servicios	Biodiversidad
EN13	Hábitats protegidos o restaurados	Biodiversidad
EU13	Comparación entre la biodiversidad de los hábitats compensados y las áreas afectadas	Biodiversidad
EN14	Estrategias y acciones implantadas y planificadas para la gestión de impactos sobre la biodiversidad	Biodiversidad
EN15	Número de especies, desglosadas en función de su peligro de extinción, incluidas en la Lista Roja de la IUCN y en listados nacionales y cuyos hábitats se encuentren en áreas afectadas por las operaciones según el grado de amenaza de la especie	Biodiversidad
EN16	Emisiones totales, directas e indirectas, de gases de efecto invernadero, en peso	Cambio Climático y Emisiones de GEI
EN17	Otras emisiones indirectas de gases de efecto invernadero, en peso	Cambio Climático y Emisiones de GEI
EN18	Iniciativas para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y reducciones logradas	Cambio Climático y Emisiones de GEI
EN19	Emisiones de sustancias destructoras de la capa ozono, en peso	Cambio Climático y Emisiones de GEI
EN20	No, SO ₂ y otras emisiones significativas al aire por tipo y peso	Otras emisiones
EN21	Vertido total de aguas residuales, según su naturaleza y destino	Agua
EN22	Peso total de residuos gestionados, según tipo y método de tratamiento	Residuos
EN23	Número total y volumen de los derrames accidentales más significativos	Derrames accidentales

EN24	Peso de los residuos transportados, importados, exportados o tratados que se consideren peligrosos según la clasificación del Convenio de Basilea, anexos I, II, III y IV y porcentaje de residuos transportados internacionalmente	Residuos
EN25	Identificación, tamaño, estado de protección y valor de biodiversidad de recursos hídricos y hábitats relacionados, afectados significativamente por vertidos de agua y aguas de escorrentía de la organización informante	Agua
EN26	Iniciativas para mitigar los impactos ambientales de los productos y servicios, y grado de reducción de ese impacto	Productos y servicios
EN27	Porcentaje de productos vendidos, y sus materiales de embalaje, que son recuperados al final de su vida útil, por categorías de productos	Productos y servicios
EN28	Coste de las multas significativas y número de sanciones no monetarias por incumplimiento de la normativa ambiental	Cumplimiento
EN29	Impactos ambientales significativos del transporte de productos y otros bienes y materiales utilizados para las actividades de la organización, así como del transporte de personal	Transporte
EN30	Desglose por tipo del total de gastos e inversiones ambientales	Gastos e inversiones

De los indicadores mencionados anteriormente, en el modelo propuesto de sostenibilidad producto del presente trabajo, se usaran los siguientes indicadores, los cuales se mencionan a continuación pero serán presentados más en detalle en la propuesta del modelo:

Indicadores sectoriales: asociados al Conpes 3343, Política Nacional de Producción y Consumo Sostenible (PPCS). Estos aplicarían para las principales actividades económicas de la región.

Indicadores de desempeño ambiental que comprenderán:

El desempeño operacional (OPI): asociados con las presiones al medio ambiente de las actividades productivas por ejemplo: m^3 de agua contaminada por hectárea de arroz.

El desempeño en gestión (MPI): son los indicadores de respuesta de los sectores productivos o de las acciones a implementar para mejorar su desempeño ambiental, por ejemplo m^3 de agua tratada / total m^3 de aguas vertidas en un actividad productiva.

Indicadores de la condición ambiental: describen el estado de los recursos naturales en la región por ejemplo: calidad agua de los ríos, hectáreas de bosque protegidas.

En cuanto a los indicadores propuestos por el modelo del GRI los siguientes indicadores podrían aplicar al modelo propuesto en la región de estudio:

- EN 8 Captación total de agua por fuentes.
- EN 9 Fuentes de agua que han sido afectadas significativamente por la captación de agua.
- EN 10 Porcentaje y volumen total de agua reciclada y reutilizada
- EN 12 Descripción de los impactos más significativos en la biodiversidad en espacios naturales protegidos o en áreas de alta biodiversidad no protegidas, derivados de las actividades, productos y servicios
- EN 13 Hábitars protegidos o restaurados
- EN 14 Estrategias y acciones implantadas y planificadas para la gestión de impactos sobre la biodiversidad
- EN 16 Estrategias totales, directas e indirectas, de gases de efecto invernadero, en peso
- EN 18 Iniciativas para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y reducciones logradas
- EN 21 Vertido total de agua residuales, según su naturaleza y destino
- EN 22 Peso total de residuos gestionados, según tipo y método de tratamiento
- EN 23 Número total y volumen de los derrames accidentales y más significativos
- EN 26 Iniciativa para mitigar los impactos ambientales de los productos y servicios, y grado de reducción de ese impacto

5. Marco Metodológico

Esta investigación es de carácter descriptiva realizada a partir de información secundaria. La información revisada comprendió el estado del arte en cuanto a modelos de sostenibilidad, descripción de la línea base ambiental de la región de estudio, así como información de sus principales actividades productivas e impactos ambientales. A partir de información secundaria y siguiendo los objetivos del presente trabajo se propuso un modelo de desarrollo regional para el Piedemonte Llanero.

La revisión de información referente a modelos de sostenibilidad, permitió disponer de información de los diferentes modelos usados, sus ventajas, desventajas y aplicabilidad. Información que fue clave después para la propuesta del modelo de sostenibilidad en la región de estudio.

Igualmente, la revisión de información sobre el estado de los recursos naturales en la región de estudio permitió conocer el estado actual de los mismos y sus características ambientales.

Por otro lado, la revisión de las actividades productivas que se realizan en la región y sus impactos ambientales permitió evidenciar las presiones sobre los recursos naturales y los diferentes actores involucrados; elementos claves para la propuesta del modelo de desarrollo regional sostenible.

6. Resultados

6.1. Descripción de la Línea Base Ambiental de la Región Estudio

6.1.1. Características de la región en cuanto a Vulnerabilidad al Cambio Climático

El Piedemonte Llanero se ubica en las estribaciones de la cordillera oriental de Colombia y abarca parte de los departamentos de Arauca, Boyacá, Cundinamarca, Casanare, Meta y Caquetá; se caracteriza por ser el límite entre las cordilleras y los llanos orientales, extendiéndose desde la zona montañosa de piso térmico templado y frío moderado en los límites departamentales con Cundinamarca, hasta la zona plana y caliente de los Llanos Orientales. (BANCO DE OCCIDENTE, 2005)

El Piedemonte Llanero es una estrecha franja ubicada en la base de la cordillera oriental con alturas que van desde los 200 a 700 msnm. Es un paisaje depositacional, correspondiente a una planicie ligeramente inclinada (CORPOICA, 2007).

Durante cada creciente los ríos aportan en el piedemonte nuevos materiales que se depositan sobre el cono mismo, formando una extensa zona de explayamiento con un cauce trezado que en algunos casos puede alcanzar cientos de metros. Debido a los flujos torrenciales y a su desborde, el terreno del piedemonte se torna inestable, lo que representa una gran amenaza para la vida, los ecosistemas y las obras de infraestructura; sus principales causas son las siguientes:

- La sismicidad característica de la zona favorece los deslizamientos y movimientos en masa y el consecuente aporte de materiales hacia los conos de deyección.

- La disminución de la pendiente en el piedemonte hace que las corrientes divaguen, lo cual genera inestabilidad en los cauces —se forman algunos nuevos y otros desaparecen—.
- La zona presenta destrucción de la cobertura vegetal hace que el escurrimiento del agua sea más rápido y aumenten la disección y el transporte de material.
- Los suelos de la selva del pie de monte llanero son predominantemente arcillosos en los interfluvios y arenosos en las laderas, lo que facilita la presencia de deslizamientos (BANCO DE OCCIDENTE, 2005).

6.1.2. Características de los recursos naturales de la región Línea Base Ambiental

El piedemonte de la cordillera de Los Andes posee un elevado nivel de endemismo de plantas y animales, también relacionado con la gran variedad de hábitats que ofrece y con las condiciones ambientales favorables que se presentan durante la temporada de verano. Se destaca la gran diversidad de mamíferos, como los gatos o félidos y los primates como el mono churuco, el mico araña o marimonda, el macaco, el mono ardilla, el mico nocturno o marteja y el mono aullador. En cuanto a reptiles se han registrado 32 especies. (BANCO DE OCCIDENTE, 2005)

Se considera que biogeográficamente el piedemonte es una extensión de la selva orinoquense y a la vez una prolongación de la selva amazónica, pero con empobrecimiento de especies amazónicas debido a su carácter de península, con una orientación de sur a norte. En los estudios sobre diversidad biológica en Colombia, realizados por Vilma Isabel Jaimes investigadora, asociada en el desarrollo del documento “La Orinoquia de Colombia”, el piedemonte se reconoce como una de las regiones más ricas en aves, en donde se tienen identificadas 542 especies (BANCO DE OCCIDENTE, 2005).

Factores abióticos

El clima: La humedad relativa es del 82%, el clima oscila entre los 18° Y 36° C aproximadamente. La precipitación pluvial es de 2540 mm / año con máximas lluvias en abril y septiembre y mínimas en febrero y marzo (SANTOS, 1983).

El suelo: propiedades físicas buenas pero con nivel de fertilidad bajo debido a su deficiente en materia orgánica y en nutrientes para las plantas, acidez marcada, presencia de aluminio en cantidades toxicas. La vegetación de sabana es pobre acidificante y con elevada relación de carbono, nitrógeno. El ciclo de la materia se manifiesta por una activa mineralización de los restos vegetales.

Solo el 8.3% de los suelos son aptos para la agricultura comercial (SANTOS, 1983).

Flora: Cuenta con paisajes de selvas sabanas y paramos. Planicies cubiertas con más de 200 especies de gramíneas, poblaciones de plantas que creven en las zonas inundables convirtiéndose en morichales y esteros. Plantas acuáticas como los lirios de agua y nenúfares y las palmeras de moriche, cunaguaro, etc (BAKIANO, 2013).

Factores bióticos

Peces: Cuenta con 258 especies de peces, entre los cuales se encuentran el temblón, la payara, pirañas y la tonina una de las dos especies de delfines que se encuentran en Colombia.

Mamíferos: venado sabanero, chigüiro, mono cotudo, tigre, perezosos,

Reptiles y anfibios (DEFLEER, 1995):

- especies de ranas más destacadas (*Bufo granulosus*, *Hyla crepitans*, *Hylarostrata*, *Leptodactylus bolivianus* y *Pseuchs paradoxus*).

- Lagartos (*Ameiva ameiva*, *A.bifrontata*, *Cnemidophorus lemniscatus*, *Gymnophthalmus speciosus*, *Tropiclurus torquatus*), babillas
- Srepientes: las serpientes (*Crotalus durissus*: la cascabel, *Mastigodryas pleei*, *Micrurus isozonus*, *Pseudo newiedi*, *Tantilla semicineta* y *Thamnodynastesstrigilis*), *boa constrictor*.
- tortugas

Aves (DEFLER, 1995):

- gallinetas de monte o perdices
- pavas y guacharacas
- la tirana o tigana,
- Varias especies de
- Palomas
- Guacamayas
- Cotorras
- Chupaflores
- 70 familias de pajaros entre los cuales se destacan por su colorido los azulejos, suimas y cardenales

La región cuenta con la cuenca del Río Meta de la cual dependen las actividades económicas y ambientales del municipio; dicho río es el más extenso de la Orinoquia, nace en la cordillera oriental y en la primera parte de su recorrido se conoce con el nombre del Río Metica,

conformado por el caño Camoa y el Río Guamal. Al recibir el río Humea se le llama Río Meta y tiene una longitud aproximada de 804 Km; atraviesa además los municipios de Cumaral, Barranca de Upía y Cabuyaro.

Algunos problemas que afectan al Río Meta son:

- La disminución de la cantidad y la calidad del recurso hídrico como consecuencia del trasvase y uso ilegal de agua para actividades agropecuarias, lo que corresponde al 50% de las quejas recibidas en la Corporación en el trienio 2004-2006. Captaciones ilegales y altos porcentajes de pérdida en los sistemas de acueductos municipales, intervención de rondas de protección hídrica. Inadecuada disposición de aguas residuales domésticas, agrícolas e industriales en las principales cabeceras municipales y contaminación de fuentes hídricas por la actividad de exploración y explotación de hidrocarburos.

- Deterioro y desaparición de bosques y ecosistemas estratégicos. Ocasionado por la extracción de especies maderables de interés comercial, como fuente de energía y para construcción de viviendas, cercas y corrales para la actividad agrícola y la ampliación de su frontera, para el establecimiento de cultivos de uso ilícito. Además incendios forestales y quemadas como prácticas tradicionales para el sostenimiento de ganado y establecimiento de potreros.

- Disminución de especies de fauna. Por el tráfico ilegal de especies silvestres para la comercialización, el autoconsumo y la caza indiscriminada de aquellas consideradas con potencial medicinal y curativo, asociado también a la falta de conciencia y sensibilización ambiental.

- Incremento de las áreas vulnerables y de alto riesgo. Debido a conflictos por uso de suelo en actividades diferentes a su aptitud, deforestación, altas precipitaciones en los municipios de piedemonte y por las características geofísicas y fallas geológicas en la cordillera.

- Deterioro, pérdida y empobrecimiento del suelo. Ocasionado por la contaminación que genera el uso de agro tóxicos y la ocurrencia de incendios de cobertura vegetal.

- Debilidad en la articulación interinstitucional para la gestión ambiental. Se evidencia en la dificultad para trabajar sobre objetivos comunes, que den respuesta a las expectativas de la comunidad y sean capaces de provocar impactos positivos en la calidad ambiental de la región y en los resultados de la gestión gubernamental.

- Baja cultura ambiental y ciudadana. Por lo cual se requiere implementar pedagogía ambiental desde la niñez hasta la adolescencia, que incluya lo ambiental en todas las áreas del conocimiento; educar y sensibilizar a la comunidad desde la formación de valores y en el reconocimiento del entorno natural como un bien común primordialmente.

Si bien lo presentado anteriormente permiten obtener una idea del estado ambiental de la región estudio, la información es escasa y se encuentra dispersa, por lo que se decidió complementar esta información con una entrevista realizada al Gerente de Asohumea el Señor Apolinar Rojas. De la entrevista se analizaron los principales aspectos y se resaltaron las oportunidades de desarrollo que permitirán aportar en la estructuración del modelo de desarrollo regional a proponer en la región.

Las Corporaciones Autónomas Regionales que intervienen en esta región son Corpoguavio para los municipios de Cundinamarca (Medina, Paratebuena) está CAR desarrolla programas

para la reforestación de la mata de monte en conjunto con Asohumea (Rojas, 2013). La otra corporación es Cormacarena para los municipios del Meta (Cumaral, Cabuyaro, Barranca de Upía) esta corporación realiza verificación y cumplimiento de las normas ambientales establecidas como control de ruido en las zonas comerciales, vigilancia de actividades ilegales como la explotación de material en los ríos entre otras (Cormacarena, 2013). Se realizó una consulta con estas corporaciones y no se está desarrollando ninguna actividad en materia de desarrollo sostenible, en la región quien evidencia avances en este ámbito es Asohumea.

Información sobre la región de estudio proporcionada por Apolinar Rojas, Gerente de Asohumea el día 27 de mayo 2013 (Rojas, 2013):

1. ¿Cuál es el estado ambiental de los siguientes municipios: Cumaral, Medina, Paratebueno, Barranca de Upía y Cabuyaro (municipios en los cuales trabaja Asohumea)?

Todos los municipios mencionados arriba a excepción de Medina, hace 10 años tenían un gran daño ambiental asociado a *deforestación, contaminación de ríos y desatención social*. Las causas de la deforestación han sido mecánicas y también se ha presentado omisión del mantenimiento de las cuencas de los ríos. Actualmente Asohumea está trabajando fuertemente con sus asociados en la reforestación de las cuencas.

La principal actividad de estos municipios es agropecuaria, no hay latifundios, hay plantaciones de palma de aceite³. También es la segunda región del pie de monte llanero en

³ Empresas extractoras de aceite de palma como Unipalma y La Cabaña S.A

recursos petroleros. Con las actividades petroleras⁴ se tienen conflictos por el uso del suelo y agua y la contaminación de los mismos. La región de Asohumea es atravesada por 4 oleoductos. El problema es que el Ministerio del Medio Ambiente que da la licencia ambiental para explotación de hidrocarburos no conoce la región y otorga estas licencias desde Bogotá.

El municipio de Medina sólo hasta hace tres años se empezó un proyecto de reforestación. Medina tiene 5 afluentes del río Humea. Este municipio tiene características topográficas y de explotación particular (se encuentra muchos suelos en pendientes), los suelos no son aptos para agricultura la principal actividad es la ganadería con aproximadamente 60 Ha. Las causas de la deforestación están asociadas al cultivo de coca y pastos para ganadería.

Oportunidades:

-Programas de reforestación en toda la región para la protección de cuencas. Que se requiere: Capacidad de las instituciones.

Priorización de las actividades productivas en la región a través de políticas de desarrollo regional, de acuerdo a sus impactos, ambientales, sociales y económicos así como teniendo en cuenta la disponibilidad y el estado de los recursos naturales.

¿Cuáles son las causas de la contaminación de los ríos?

⁴ Empresas con actividades petroleras en la región: Petrominerales, Petrobas (Concesiones de la vereda de Higoa y Yatado)

Principalmente es debido a las aguas negras (aguas residuales urbanas) y provenientes de los mataderos de los municipios. Ningún municipio tiene sistemas de tratamiento de aguas negras, a excepción de Cumaral que está comenzando a realizar una inversión al respecto.

En segundo lugar es debido a los pesticidas y fertilizantes químicos usados en el cultivo de arroz. Actualmente se está tratando de sustituir el cultivo de arroz por otros menos agresivos. Se ha pasado de 4500 ha desde el 2002 a 33 ha en el 2013.

La agroindustria de la palma cumple con normatividad y protocolos ambientales. Igualmente se usan fertilizante de bajo impacto ambiental. Para el tratamientos de las aguas residuales procedentes de las maquilas extractoras, las empresas tienen plantas de tratamiento de aguas con biodigestores y oxigenadores. Las aguas de las maquilas ya no se van a los ríos, a excepción de accidente so derrames (principal contaminación serian grasas y aceites).

Una regla de Asohumea es que ellos no avalan cultivos para riego si éstos no son sostenibles.

Oportunidades: Sistemas de saneamiento básico- Sistemas de tratamiento de aguas negras municipales y rurales. Lo que implica acceso a tecnología, fortaleza y capacidad institucional para ejecutar estas obras.

¿Cómo se hace el manejo de residuos sólidos en los municipios?

Hace 4 años todos los municipios a excepción de Medina llevan sus residuos a Puerto López. Los municipios no tienen rellenos propios o plantas de transformación y aprovechamiento de residuos.

Oportunidades: Implementación de plantas de aprovechamiento de residuos para evitar el transporte de los mismos a Puerto López lo que genera contaminación aire por uso de combustibles fósiles y altos costos logísticos. Proyectos posibles por ejemplo: Generación de energía a partir de residuos orgánicos. Estos proyectos implican el desarrollo y/o la transferencia u adaptación de tecnologías.

¿Cuál es la situación de estos municipios en cuanto al cambio climático?

Medina presente mayor numero y riesgo de inundaciones y derrumbes debido a sus características topográficas.

Todos los demás municipios presentan problemas de inundaciones. Hace 25 años no había precipitaciones tan frecuentes y fuertes como ahora. Actualmente han soportando 180 mm de agua interrumpidos y los ríos no pueden absorber estas precipitaciones. Asohumea hace captación de aguas lluvias y las usa en irrigación las 2/3 partes del año.

La región no está adaptada a los cambios climáticos, el estado no hace protección de cuencas ni draga el río meta y cuando el agua baja de las cordilleras se ocasionan las inundaciones.

Asohumea tiene un programa y participa en la prevención de desastres en la región asociados al cambio climático.

Una de los mayores problemas al respecto es que no hay información en tiempo real, el IDEAM tiene estaciones y algunos campesinos están entrenados para medir y reportar las precipitaciones, pero esto se hace manual, no es sistematizado y la información no llega a tiempo para la toma de decisiones. Si hay Internet y se podría hacer por Internet capacitando al personal y ofreciendo la infraestructura necesaria.

Oportunidades: Capacitación e integración de las comunidades en programas de adaptación al cambio climático y medición de indicadores para la toma de decisión en tiempo real. Que se requiere: algo de infraestructura básica, capacitación al personal y fortalecimiento de las instituciones locales-funcionarios IDEAM y CARS.

¿Cuáles son las expectativas de crecimiento en la región?

- Cultivo de Palma, tanto grandes y pequeños cultivadores
- Ganadería muy tecnificada
- Agricultura Básica

A través de esas actividades generar formalización del empleo, integración de las comunidades, calidad de vida en la región y competitividad.

6.2. Huella Ecológica de las Principales Actividades Productivas en la Región Estudio

Las principales actividades productivas de la región estudio son el cultivo de la palma de aceite el cultivo de arroz, la ganadería y el petróleo.

La Huella Ecológica como se describió anteriormente requiere de dos componentes que son la Huella Hídrica y la Huella de Carbono. Para la caracterización y cálculo de cada una de estas

huellas se requiere la información acerca de las principales actividades productivas de la región, con lo cual se podrán obtener datos sobre sus consumos de agua, contaminación de las mismas y emisiones de GEI a lo largo de la cadena productiva, entre otros. Infortunadamente para la región estudio esta información no se encuentra, por lo que fue necesario presentar información global reportada en la literatura de las huellas de las principales actividades mencionadas, con el fin de presentar un orden de magnitud de la problemática asociada a dichas actividades.

Los datos presentados a continuación hacen parte de un estudio nacional en Colombia realizado por la WWF en el año, 2012 (Arévalo Uribe, 2012).

6.2.1. Huella hídrica de las principales actividades productivas en la región

Huella Hídrica de las actividades agrícolas más representativas en el país, entre las cuales encontramos la Palma Africana y los cultivos de Arroz, dos de las principales actividades económicas de la región del Piedemonte Llanero. Como se observa en las graficas 1, 2, 3 y 4, la Huella Hídrica del arroz y la palma presentan gran significancia en los porcentajes de impacto sobre el recurso hídrico. El arroz presenta su mayor impacto en la huella hídrica azul con el 41%, debido al modo en que se debe realizar el cultivo tiene una gran demanda de agua para su siembra, crecimiento y extracción. En la Huella hídrica gris, el arroz es la segunda en importancia, el uso de pesticidas el arrastre incrementan considerablemente el volumen del vertimiento por lo cual es tan representativa su huella (19%) solo se encuentra por encima el café con (55%). La Palma, aunque no presenta grandes porcentajes, si es relevante debido a su tendencia de crecimiento a nivel nacional, convirtiéndose a futuro en una actividad con gran impacto en su huella hídrica a menos que se consideren aspectos tecnológicos que permitan reducir dicha huella.

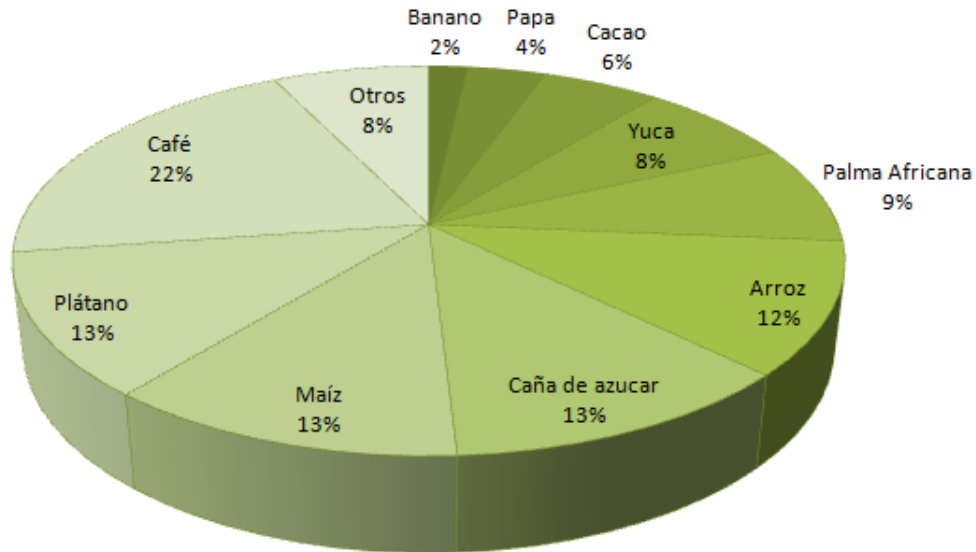


Gráfico 1. Huella Hídrica Verde de la agricultura en Colombia. Autor: Arevalo, 2012. Tomado de Una mirada a la agricultura de Colombia desde su Huella Hídrica

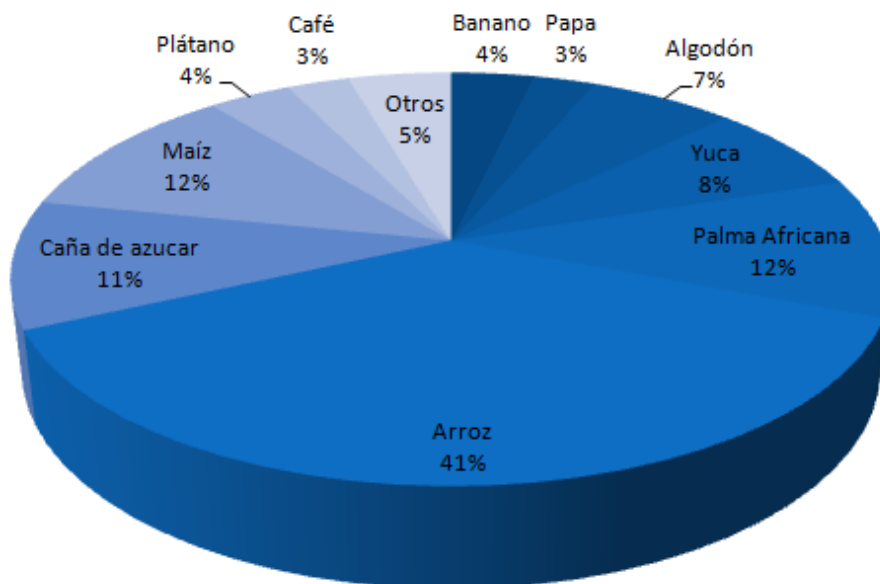


Gráfico 2. Huella Hídrica Azul de la agricultura en Colombia. Autor: Arevalo, 2012 Tomado de Una mirada a la agricultura de Colombia desde su Huella Hídrica

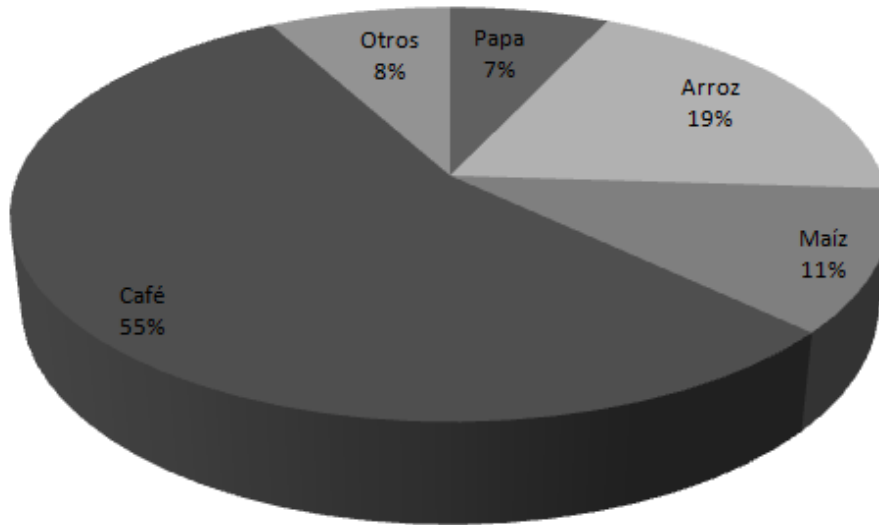


Gráfico 3. Huella Hídrica Gris de la agricultura en Colombia Autor: Arevalo, 2012. Tomado de Una mirada a la agricultura de Colombia desde su Huella Hídrica

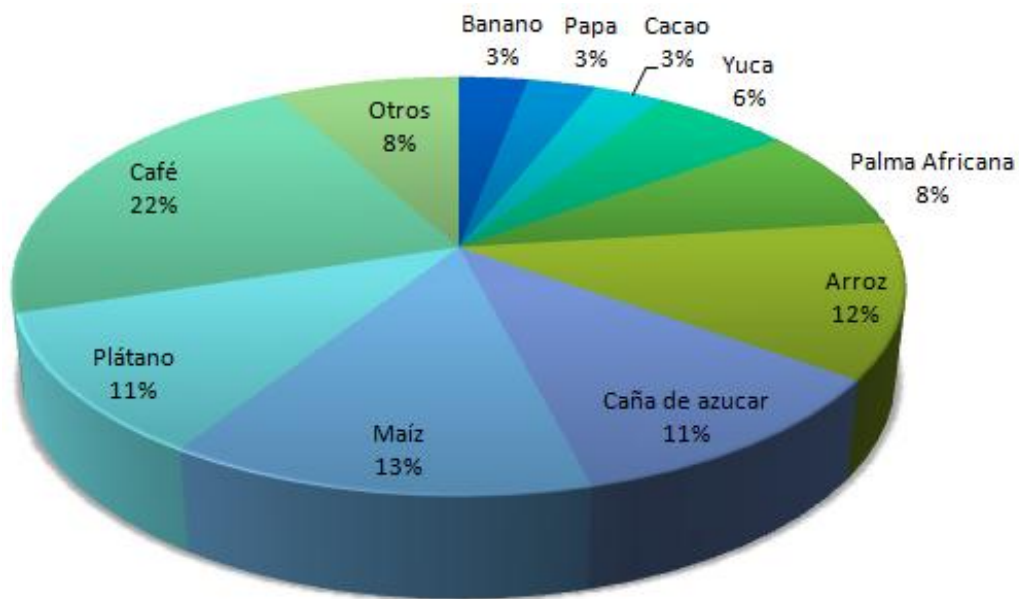


Gráfico 4. Huella Hídrica Total de la agricultura en Colombia. Autor: Arevalo, 2012. Tomado de Una mirada a la agricultura de Colombia desde su Huella Hídrica

En cuanto a la actividad de la ganadería, otra de las actividades principales de la zona, se presentan datos reportados en la literatura, con el fin de presentar un orden de magnitud de dicha huella. En la tabla 4, se presenta la huella hídrica de la actividad ganadera y otras relacionadas con la cría y aprovechamiento de los productos que se pueden obtener de los mismos, en comparación a las demás actividades, la más representativa es la huella hídrica para la producción de carne (15.415 m³/ton), superando ampliamente a las otras actividades. La ganadería es de alto impacto para los recursos hídricos, debido a esto la tendencia tecnificar los procesos para reducir dichos impactos.

Tabla 4. Huella Hídrica de los productos derivados de la ganadería, y otras actividades pecuarias para su comparación (Mekonnen, 2012)

Producto de la Ganadería	Huella hídrica (m ³ /ton)			
	Verde	Gris	Azul	Total
Leche	863	86	72	1.020
Carne de Res	14.414	550	451	15.415
Huevos	2.592	244	429	3.265
Carne Pollo	3.545	313	467	4.325
Mantequilla	4.695	465	393	5.553
Carne de Cerdo	4.907	459	622	5.988
Carne de Cordero	8.253	457	53	8.767

En cuanto a la actividad de la explotación de petróleo otra de las actividades principales de la zona, a continuación se presenta datos reportados en la literatura, con el fin de presentar un orden de magnitud de dicha huella. La tabla 5 presenta información de la Huella Hídrica Promedio de las principales etapas proceso petrolero, etapas muy similares al proceso realizado en la región estudio a excepción de la etapa de refinería que no se realiza en la región. Se presenta esta información general a modo de dar un orden de magnitud de la Huella

Hídrica Promedio de cada etapa del proceso petrolero, ya que en la región estudio las empresas no han realizado esta medición.

Tabla 5. Huella Hídrica promedio total para el petróleo crudo (m³/GJ). (Gerbens, 2008)

Operación	Huella Hídrica Promedio (m ³ /GJ)
Petróleo Crudo	
La exploración de petróleo en tierra	0.000
Extracción y producción de petróleo en tierra	0.006
Recuperación mejorada de petróleo	0.120
inundaciones de agua	0.600
Inyección de vapor termal	0.140
Forward combustión / aire de inyección	0.050
polímero micelar	8.900
inyección cáustica	0.100
dióxido de carbono	0.640
Refino de petróleo (tradicional)	0.045
Refino de petróleo (la reforma y la hidrogenación)	0.090
Otras operaciones de la planta	0.070
Total (promedio)	1.058

Algunos autores (Gerbens, 2008) presentan la controversia acerca que la huella hídrica del petróleo puede ser menor que la huella hídrica asociada a otras fuentes de energía, así por ejemplo, la Tabla 6 presenta una comparación de la huella hídrica de diversas fuentes energéticas.

Tabla 6. Huella Hídrica Media Primaria de diversas fuentes energéticas producida en los Países Bajos, Brasil, Estados Unidos y Zimbabw. Autor: Gerbens, 2008 Tomado de Water footprint of bio-energy and other primary energy carriers

Portadores de energía	Huella Hídrica media Primaria (m ³ /GJ)
La energía eólica	0.00
Gas natural	0,04
La energía nuclear	0,09
Carbón	0,16
La energía solar térmica	0,30
El petróleo crudo	1,06
La biomasa de los Países Bajos (promedio)	24.16
Biomasa EE.UU. (promedio)	58.16
Biomasa Brasil (promedio)	61.20
Biomasa Zimbabwe (promedio)	142.62

Biomasa (promedio de los Países Bajos, EE.UU., Brasil, Zimbabwe)	71.54
--	-------

Según Gerberns (2008), la huella hídrica primaria de fuentes energéticas provenientes de biomasa es mucho más alta que la huella hídrica primaria del petróleo, como se puede ver en la tabla No 6. Así por ejemplo, la huella del petróleo crudo es 1.06 (m³/GJ), mientras que la huella hídrica de la biomasa producida en Brasil es 61,20; Zimbabue 142.62 (m³/GJ). Estos datos sin embargo deben ser analizados en detalle, pues hay que recordar que para el cálculo de la huella hídrica debe también considerarse la disponibilidad de los recursos hídricos en la región donde se realiza la actividad. Igualmente, el autor no hace claridad si se trata de la huella total, por lo que sería importante contar con datos de la huella hídrica gris asociada a la contaminación de cuerpos de agua por el proceso productivo, de la cual seguramente el proceso petróleo presentaría magnitudes considerables asociadas a los contaminantes típicos del proceso, sea en condiciones normales de operación o en caso de derrames.

Para medir la huella hídrica de los procesos petroleros de la región de estudio se requeriría en primer lugar la disponibilidad de las empresas de la zona, para empezar a levantar información de base sobre su consumo, uso y vertimientos finales, se requerirá también información de la región sobre la disponibilidad del recurso. En la región se han presentado conflictos por el uso por el uso del agua, ya que el distrito de riego de Asohumea en su programa de protección de cuencas tiene como función proveer los recursos solo a procesos que demuestren ser sostenibles. Las concesiones petroleras de la región, actualmente no hacen parte del programa de Asohumea y están interviniendo recursos hídricos sin la adecuada planeación. Para poder hacer cálculos de la huella hídrica asociada a los procesos petroleros en la zona, y en

general de cualquier proceso productivo, se requiere información de la disponibilidad del recurso hídrico, el consumo por cada proceso (en este caso el petrolero) y los vertimientos generados; datos que actualmente no se recolectan y para los cuales se debe implementar una estrategia de medición.

6.2.2. Huella de Carbono de las principales actividades productivas en la región

Huella de carbono del arroz

Para el cálculo de la huella de carbono del arroz se realiza una estimación basada en los factores de emisión del metano (CH₄) para el arroz anegado (Pulido, 2012), y tomando la información brindada por Apolinar Rojas (Asohumea, 2013), quien indicó que en esta zona a la fecha solo hay 33 ha cultivadas de arroz.

$$6,6 \text{ GgCH}_4 \times \left(\frac{10^6 \text{ kg CH}_4}{\text{Gg}} \right) \times \left(\frac{21 \text{ kg CO}_2}{\text{kg CH}_4} \right) = 138,6 \times 10^6 \frac{\text{kg CO}_2}{\text{año}}$$

El factor de emisión de 6,6 Gg CH₄ se obtiene de usar las conversiones propuestas por Pulido (2012) considerando 33 ha cultivadas de arroz (Ver Anexo 1).

El valor estimado de emisiones de CO₂ (kg/año) por ha es de 138,6 considerando las 33 ha de arroz cultivadas. Es importante considerar que para cálculos precisos se debe considerar también el factor de emisión de N₂O, el cual no está disponible para la región de estudio.

A continuación se presenta información reportada en la literatura para cultivos similares en diferentes países, con el fin de dar una idea de la magnitud de este impacto; sin embargo hay que anotar que no hay precisión en los reportes encontrados en la literatura, sobre la forma como este tipo de cultivos se realiza, ni del número de ha, lo cual afecta directamente la emisión de GEI.

La emisión total de metano en el cultivo de arroz anegado en Costa Rica, en 1998, fue de 13,2 Gg ($277,2 \times 10^6$ kg CO₂-eq) según Montenegro (1999).

La emisión total de GEI en el cultivo de arroz en Madagascar se estimó en 12,9 millones de toneladas de CO₂ (12900×10^6 kg CO₂-eq) equivalentes al año para toda la cadena de valor del arroz (FAO, 2010)

Huella de Carbono de la Ganadería

En el cálculo de la huella de carbono de la ganadería se realizó una estimación basada en los factores de emisión del metano (CH₄) reportados por el IPCC (Pulido, 2012) (ver, tabla 7,8), y el número de cabezas de ganado reportadas por municipio.

$$\text{Numero de Cabezas} \times \left(\frac{59 \text{ kg CH}_4}{\text{ha año}} \right) \times \left(\frac{21 \text{ kg CO}_2}{\text{kg CH}_4} \right) = \frac{\text{kg CO}_2}{\text{año}}$$

$$192.300 \times \left(\frac{59 \text{ kg CH}_4}{\text{ha año}} \right) \times \left(\frac{21 \text{ kg CO}_2}{\text{kg CH}_4} \right) = 238 \times 10^6 \frac{\text{kg CO}_2}{\text{año}}$$

Luego de realizar el cálculo para determinar el valor estimado de emisiones de metano CH₄ asumidas de la fermentación entérica, se presenta esta información en el factor que se miden las emisiones para huella de carbono CO₂ -eq, obtenemos 238×10^6 kgCO₂ -eq para esta región, a nivel nacional para el 2004 la emisión para fermentación entérica era de 33.258×10^6 kgCO₂ -eq y para manejo de estiércol 1.187×10^6 kgCO₂ -eq (PNUD, 2010).

Es importante considerar que para cálculos precisos se debe considerar también los kg CO₂-eq asociados al N₂O del estiércol y tratamiento del mismo, infortunadamente esta información no está disponible para la región.

Tabla 7. Factores de emisión de metano procedentes de la fermentación entérica del ganado vacuno

Características regionales	Tipo de ganado	Factores de emisión (kg CH ₄ /cabeza/año)	Comentarios
América Latina: Sector lácteo comercializado, basado en el pastoreo. Rebaños separados de vacas para carne, principalmente en pastoreo en pastizales y prados. Reducido número de animales criados en corrales de engorde y alimentados con grano. La cría de ganado vacuno constituye la mayor parte de la población.	Lechero	57	Producción media de leche de 800 kg/cabeza/año Incluye vacas, toros y crías de raza para carne.
	No lechero	49	

Tabla 8. Factores de emisión para el manejo del estiércol del ganado, vacuno, cerdos y búfalos.

Características regionales	Tipo de ganado	Factores de emisión por región climática ^a (kg/cabeza/año)		
		Fría	Templada	Cálida
América Latina: Casi todo el estiércol del ganado se trata como sólido en pastizales y prados. El estiércol de búfalo se deposita en pastos y campos.	Ganado lechero	0	1	2
	Ganado no lechero	1	1	1
	Cerdos	0	1	2
	Búfalos	1	1	2

Huella de Carbono de la palma de Aceite

En cuanto a huella de carbono de la palma de aceite se presentan datos reportados en la literatura, con el fin de presentar un orden de magnitud de dicha huella, ya que para la región no hay datos disponible para realizar una estimación aproximada. Para la huella de carbono de

la Palma Africana, se toma como referencia la tabla 9, en la cual se presentan unos rangos de emisión por algunas de sus actividades más significativas, lo que nos brinda un total de 3600 – 5904 Kg CO₂eq/ ha*yr. Para la región estudio en el momento se cultivan aproximadamente 50 mil hectáreas (Apolinar Rojas, Asohumea, 2013), si se usan los datos totales de emisión de CO₂ reportados en la tabla 7, para estimar un orden de magnitud de la huella de carbono en la región esta estaría entre $(180 - 295) \cdot 10^3$ Kg CO₂-eq/año, es de anotar que esta información solo puede dar un orden de magnitud pues no se cuenta con información primaria de las emisiones GEI en la región asociados al cultivo de palma.

Tabla 9. Emisión de GEI en los diferentes procesos de la producción de palma. Autor: Los autores del presente documento. Adoptado de Greenhouse Gas Emissions from Palm Oil, 2009.

Actividad	Tipo de combustible	CO ₂ eq	Referencia
Transporte interno de plantaciones y maquinaria	Combustibles fósiles	180 – 404 Kg CO ₂ eq/ ha*yr	Nikander
Fertilizantes artificiales		1000 – 1500 Kg CO ₂ eq/ ha*yr	Nikander Wijbrans and Van Zutphen
Molienda		2500 – 4000 Kg CO ₂ eq/ ha*yr	
Total		3600 – 5904 Kg CO ₂ eq/ ha*yr	

Huella de carbono en el petróleo

La producción de un barril de petróleo en promedio genera 84 kg de CO₂ según ECOPEPETROL, 2013. En la Tabla 10 presentamos el valor que generan otras empresas.

Tabla 10. Emisiones generadas por barril de petróleo, en otras empresas petroleras. Autor (Ecopetrol, 2013)

Compañía	Emisiones de GEI por cada barril producido [kg]
CHEVRON	69
RESPOL	70
TOTAL	74
BP	75

CONOCOPHILIPS	80
ECOPETROL	84
EXXONMOBIL	104

La emisión de CO₂ que se genera en kg por barril de petróleo aproximadamente en promedio 79,4 Kg de Co₂ equivalente / barril de petróleo, de acuerdo a los datos reportados en la literatura en la tabla anterior.

Infortunadamente debido a falta de información no se puede estimar un cálculo para la región de estudio, son varias empresas las que desarrollan actividad en esta zona pero que no reportan esta información.

Principales impactos ambientales del cultivo de arroz

En Colombia el arroz es el cereal más importante que se cultiva con cerca de 490.000 ha a nivel nacional, es el soporte de la economía agrícola de 9 departamentos, generando alrededor de 150.000 empleos para habitantes rurales. En la región de estudio esta actividad es importante por lo que se presentan los impactos más significativos en la tabla 11 y su proceso con los impactos ilustración 4 que serán objeto de estudio en la formulación de indicadores.

Tabla 11. Impactos ambientales en el proceso productivo del arroz. Tomada de Ministerio del Medio Ambiente Sociedad de Agricultores de Colombia, Guía ambiental del Arroz

Actividad	Recurso	Impacto Ambiental
Planificación y diseño	Agua	Disminución de caudales y Contaminación
	Suelo	Degradación y contaminación
	Flora y Fauna	Destrucción del bosque Desequilibrio ecológico.
Labranza	Suelo	Compactación Erosión
Semilla	Suelo	Contaminación de maleza e inóculo de enfermedades

Riego y drenaje	Agua	Contaminación Sedimentación de cuerpos de agua Agotamiento de fuentes Desperdicio
	Suelo	Erosión Salinización Pérdida de materia orgánica Desequilibrio microbiológico
	Aire	Emisión de metano
	Salud	Contaminación aguas de uso humano
Fertilización	Agua	Contaminación y eutroficación (aumento de la fertilidad de las aguas)
	Suelo	Contaminación Alteración del equilibrio de nutrientes. Cambios en el pH
Malezas	Agua, suelo	Mal uso de agroquímicos. Residuos en suelos y aguas. Propagación de malezas por semill, agua y maquinaria. Envase de desecho
Control de Insectos Fitófags y Enfermedades	Agua Suelo Ecología	Contaminación por el uso de agroquímicos. Residuos en suelos y aguas. Resistencia de las Plagas y los patógenos. Envase de desecho.
Cosecha y Poscosecha	Suelo, aire, agua.	Contaminación por quemas.

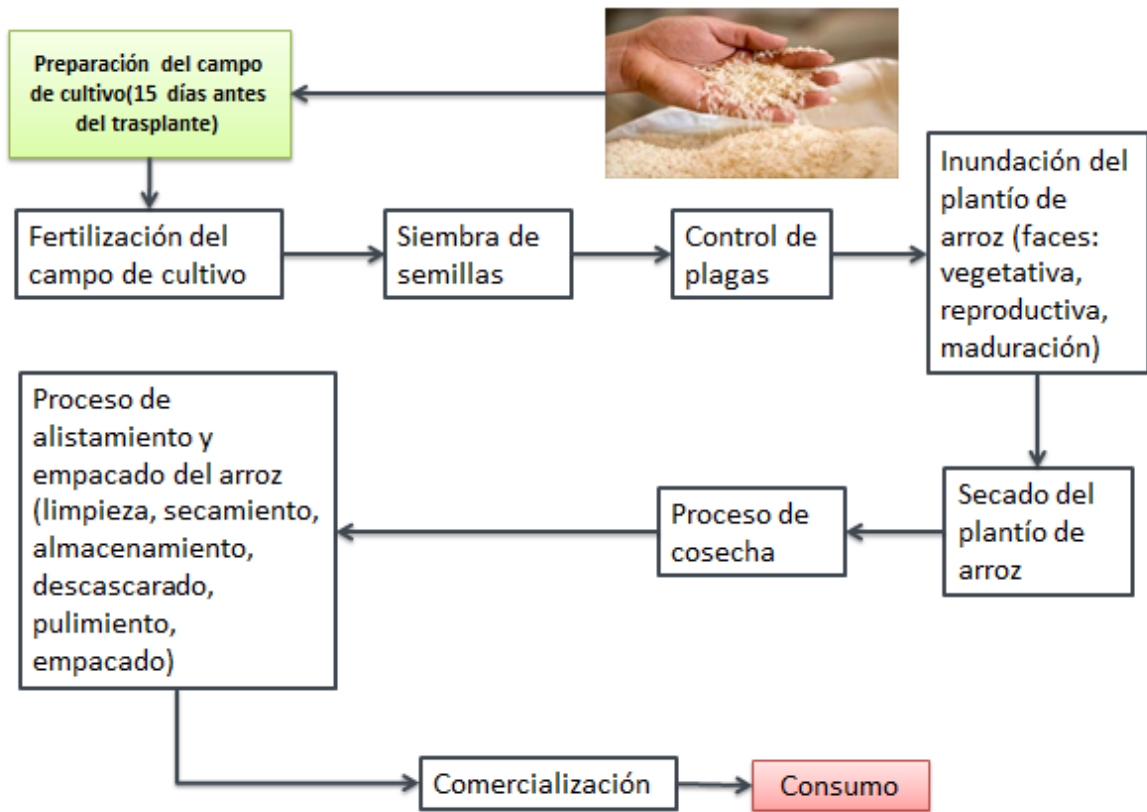


Ilustración 4. Mapa de procesos del cultivo de arroz. Autor: Elaborado por los autores de este documento.

Adaptado de <http://www.slideshare.net/josemrodriguezbritto/el-cultivo-del-arroz>, consultado Mayo 2013

Principales impactos ambientales de la ganadería

Los diagnósticos ambientales demuestran que en Colombia las 5 grandes regiones biogeográficas más afectadas por la potrerización son la Andina, la Caribe, la Amazonia, la Orinoquia y la Pacífica. Las regiones Caribe y Andina son las más afectadas y que más ecosistemas boscosos han perdido por tal razón (Sadeghian, 2002).

Uno de los principales impactos ambientales generados por la ganadería es la degradación del suelo, la cual se puede definir por tres tipos: degradación química, degradación física y degradación biológica.

Existe una relación inversa entre degradación y producción, al degradarse el suelo pierde fertilidad y para un buen uso agrícola hay que reponer los nutrientes con fertilizantes externos. Un suelo con buena salud responde con rapidez y con aumento de la producción al añadirle fertilizantes, pero un suelo degradado tiene una respuesta lenta e incompleta. Puede tratarse de una degradación química, que se puede deber a varias causas: pérdida de nutrientes, acidificación, salinización, sodificación, aumento de la toxicidad por liberación o concentración de determinados elementos químicos.

En el caso de la ganadería la degradación puede ser física y/o química puesto que el tránsito de los bovinos cambia las características físicas, tales como pérdida de la estructura aumento de la densidad, disminución de la permeabilidad, disminución en el porcentaje de retención de agua (Vásquez, 2013).

La pérdida de nutrientes debido a la degradación es alta, esto conlleva a una compensación con fertilizantes químicos. Se encontró que el establecimiento de los sistemas ganaderos afecta

la biodiversidad, modifica el balance de los nutrientes, aumenta la compactación en un tiempo relativamente corto (menor que 2 ó 3 años), reduce el volumen de los espacios porosos disminuye la velocidad del flujo del agua y propicia la erosión. Estos impactos mencionados anteriormente se encuentran más específicos en la tabla 12 y la ilustración 5 nos muestra sus diferentes etapas que están relacionadas en la tabla 12.

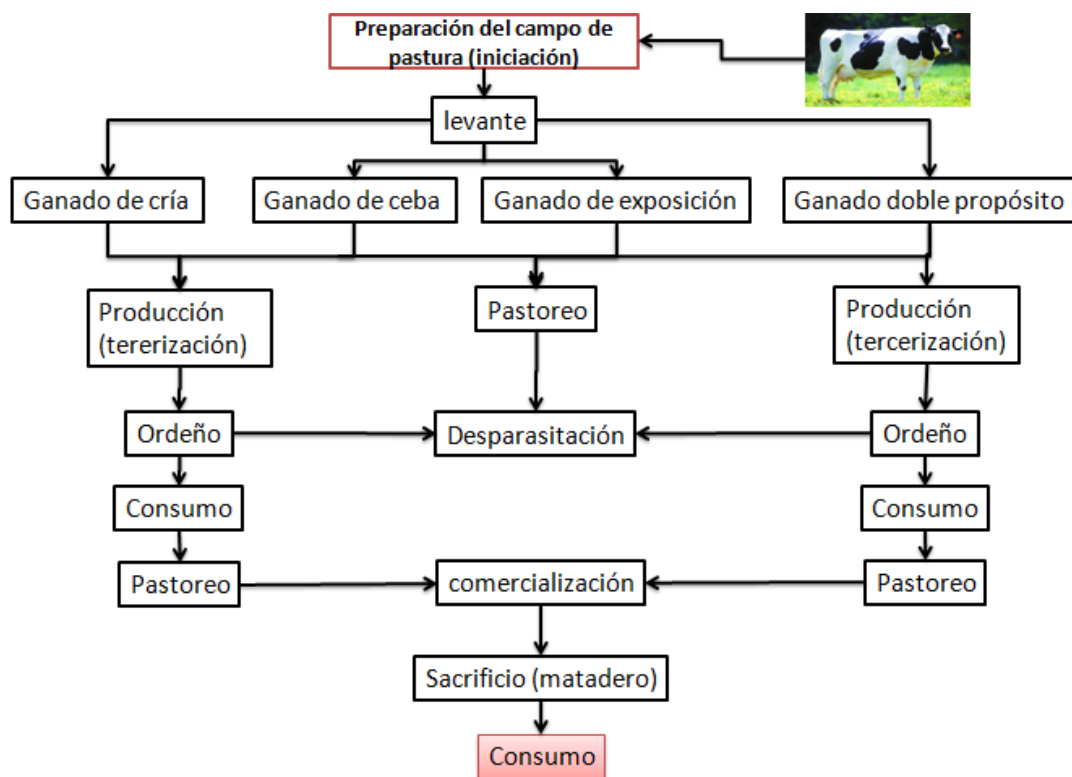


Ilustración 5. Mapa del proceso de la ganadería. Autor: Elaborado por los autores del documento. Adaptado de

<http://www.solla.com/es/content/generalidades-del-ciclo-prodctivo-ganadero>

Tabla 12. Impactos por la actividad ganadera. Autor: elaborado por los autores del documento. Adaptado de
IMPACTO DE LA GANADERÍA SOBRE EL SUELO ALTERNATIVAS SOSTENIBLE DE MANEJO

ACTIVIDADES	IMPACTOS
Preparación del campo de potrerización: adecuación del terreno, limpieza de malezas.	Deforestación Degradación del suelo física y química por el uso de fertilizantes químicos. Fragmentación de los ecosistemas naturales.
Pastoreo: tránsito del ganado, rotación de los potreros.	Saturación del suelo, causando permeabilización y baja absorción de nutrientes
Producción: Alimentación, desparasitación, alojamiento, producción de leche, lácteos y carne, riego de pastos	Contaminación del agua en los diferentes procesos de producción del ganado: Contaminación por productos químicos usados en la desparasitación. Contaminación por vertimientos en los matadero Olores perjudiciales para las comunidades relacionados Desvío de caudales y vertientes fluviales
Adaptación de nuevas hectáreas de potrerización.	Contaminación por los desechos generados, como eutrofización por exceso de nutrientes en su estiércol que pueden llegar a superar la capacidad de absorción del suelo y por lo tanto degrada la calidad del agua superficial. La ganadería se establece en hábitats naturales desplazando especies autóctonas de fauna y flora se convierte en una especie invasiva

Principales Impactos Ambientales de la Palma de Aceite en el Piedemonte Llanero

La palmicultura en Colombia se ha establecido en zonas definidas por características ecológicas particulares. En general, el cultivo de palma se ha desarrollado con métodos usados en otras actividades agropecuarias y en menor proporción en suelos con bosques húmedos y secos tropicales (bosques de tierra firme), bosques inundables y sabanas tropicales sobre relieves

planos y ondulados que conforman planicies, altiplanicies y lomeríos bajos. De acuerdo con Fedepalma (Fedepalma, 2011) en nuestro país el cultivo de la palma de aceite se viene desarrollando desde la década de los 60, llegando a tener hoy en día 365 mil hectáreas cultivadas en 105 municipios y 16 departamentos

La cuenca del río Orinoco brinda grandes beneficios al piedemonte llanero haciendo que este cuente con características húmedas lo cual es altamente óptimo para el desarrollo de esta actividad de cultivo, proveyendo grandes beneficios en a sus habitantes al permitir el desarrollo de esta actividad de cultivo. En la región se prevé algún impacto como los moderados procesos de desertificación que se presentan en la Orinoquia (IDEAM, Segunda Comunicación Nacional sobre cambio climático , 2010).

La actividad de la palma es una de las más importantes para la región de estudio en la cual se centran esfuerzos para que sea lo más sostenible y futuro de progreso en la región de estudio (Rojas, 2013), por lo que se analizan sus diferentes etapas en la ilustración 6 y sus impactos más significativos en la tabla 13, estos serán objeto de estudio para el planteamiento de los indicadores en el modelo propuesto.

Tabla 13. Impactos por actividades por la producción de palma de aceite. Autor: elaborado por los autores del documento. Adaptado de Planes de Desarrollo para cuatro sectores clave de la agroindustria en Colombia

Actividades	Impactos
Preparación del campo del cultivo: adaptación de nuevas hectáreas de cultivo.	<p>Deforestación.</p> <p>Se extienden en tierras turba.</p> <p>Remover el carbono que se encuentra en las turberas de manera masiva para adaptarlo a tierra de cultivo de palma genera grandes emisiones de gases de efecto invernadero, al igual que problemas estacionales de aire.</p>

	Enormes emisiones de CO2 en la quema de grandes extensiones de selva, con el fin de obtener las hectáreas necesarias para el cultivo de la palma de aceite
Mantenimiento a los campos de cultivo: Riego de cultivos.	Modificación de cursos hídricos: la tala de bosques y el sistema de drenaje de las plantaciones modifican el curso de las vertientes y los drenajes naturales, estas modificaciones pueden generar grandes impactos en los ecosistemas
Equidad social: comercialización y relación con las comunidades relacionadas.	El desequilibrio económico en la distribución de las ganancias y beneficios que arroja el cultivo de palma puede llegar a ser un efecto negativo, ya que si las ganancias se concentran solo en las empresas cultivadoras y no en la distribución equitativa en la comunidad, puede generar una problemática social de gran magnitud
Consumo.	puede llegar a ser perjudicial para la salud en aquellos que lo consuman con frecuencia, debido a su alta concentración de grasa saturada las que pueden llegar a aumentar los niveles de colesterol denominado malo o nocivo para la salud ⁵

⁵ http://www.iesbinefar.es/spipagora/spip.php?page=imprimir_articulo&id_articulo=193, Consultado Junio de 2013

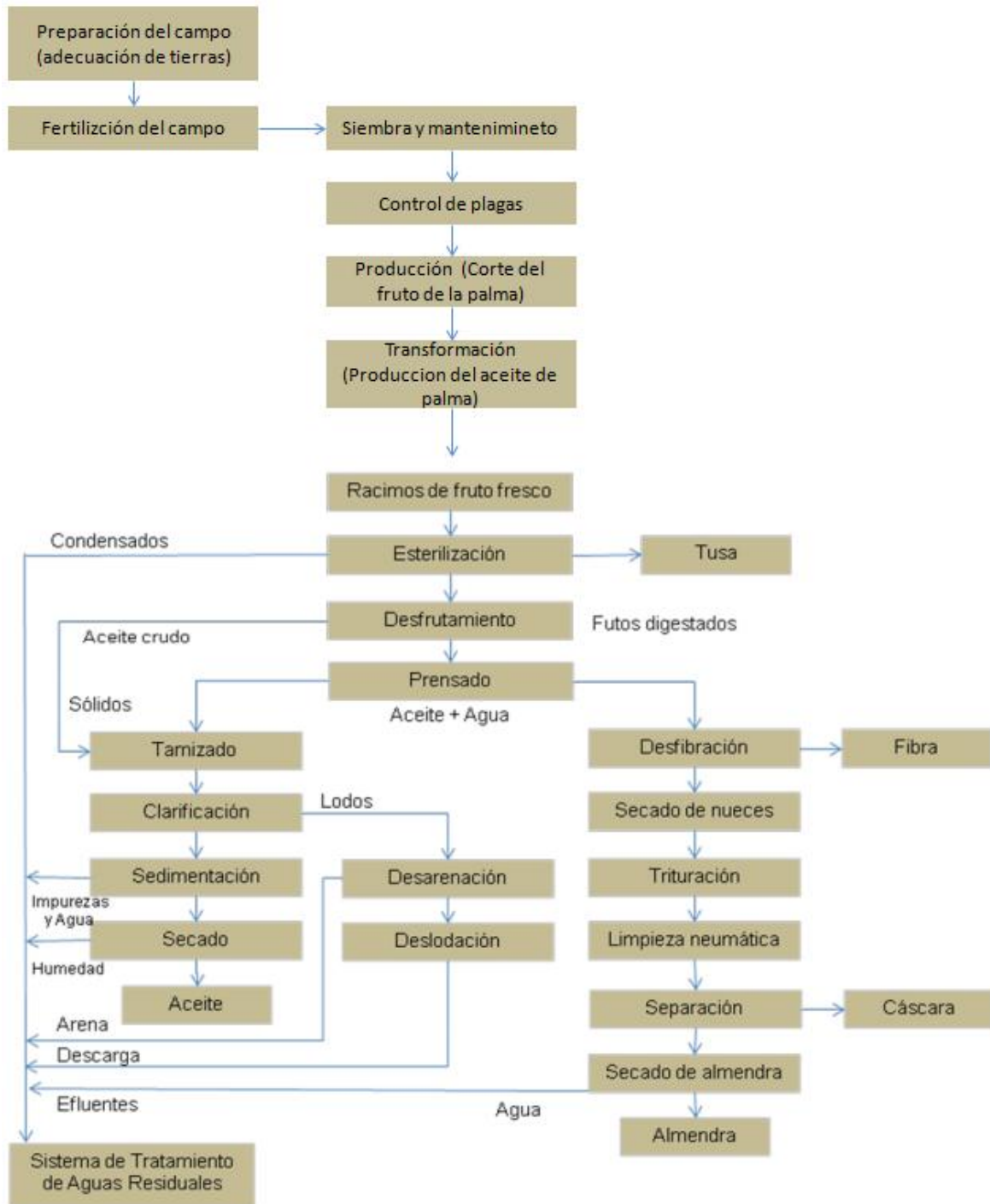


Ilustración 6. Mapa del proceso de impactos del cultivo de palma. Autore: Los autores de este documento. 2011. Adaptado de guía ambiental de la agroindustria de la palma de aceite en Colombia.

Principales impactos ambientales de la explotación del petróleo

Tabla 14. Impactos generados en la explotación del petróleo. Autores: OILWATCH, 2006 – 2007. Tomado de Manual de monitoreo ambiental para la industria petrolera.

Actividades	Impactos
Apertura de Trochas y Topografía	Desforestación Depredación de los recursos Generación de residuos sólidos
Perforaciones y Detonaciones de Cargas Explosivas Fuente: OILWATCH, 2006-2007. Manual de Monitoreo Ambiental para la Industria Petrolera.	Compactación del suelo Erosión del suelo (derrumbes) Generación de ruido. Fracturas en edificaciones. Desplazamiento de Fauna Afectación de acuíferos
FASE PREVIA Adquisición de predios y derechos de servidumbre	Expropiaciones, presión y violencia, corrupción
FASE DE PERFORACION Movilización de maquinas e insumos Vías de acceso Remoción de la cobertura vegetal Zonas de fuentes y botadero Explanación Montaje de equipos de perforación Perforación Depósito de corte de perforación Deposición de basuras y aguas residuales Pruebas de producción Relaciones con la comunidad	Deforestación, pérdida de biodiversidad Erosión Interrupción flujos de agua Generación de residuos sólidos Contaminación por sustancias químicas Ruido y Vibraciones Desplazamiento de fauna Interrupción de vías de drenaje naturales Contaminación de acuíferos

6.3. Modelo de Sostenibilidad Propuesto para la Región Estudio

Los modelos de sostenibilidad se están convirtiendo en una guía muy importante para el surgimiento de cualquier comunidad, pero no siempre fue este el modelo de crecimiento; anteriormente los modelos se concebían desde otra perspectiva, en la Tabla 15 se presenta las diferencias que existen y que debemos tener en cuenta y diferenciar para poder proponer un modelo sostenible y que esté acorde a las necesidades de la región.

Tabla 15. Cambios del modelo de desarrollo tradicional a desarrollo sostenible, Autor (Flórez, 2010)

Desarrollo tradicional	Desarrollo sostenible
<ul style="list-style-type: none"> •MR Economía •Modelo lineal •Visión de corto plazo •Lógica del lucro, maximización de la ganancia •Crecimiento ilimitado 	<ul style="list-style-type: none"> •MR Economía ecológica •Modelo circular, cíclico •Visión de largo plazo •Lógica del bien común, bienestar de todos •Crecimiento de acuerdo a los límites de la biósfera
<ul style="list-style-type: none"> •Uso de tecnología contaminante y derrochadora de energía •Causa demasiadas emisiones de CO2 •Uso intenso y explotador de RRNN •No incluye los costos de los impactos ambientales •Uso lineal de recursos 	<ul style="list-style-type: none"> •Uso de tecnología limpia y eficiente y que ahorra insumos y recursos. •Causa menos emisiones •Uso sostenible de los RRNN renovables •Minimiza impactos ambientales •Incluye costos ambientales •Uso circular o cíclico

Los primeros modelos de desarrollo, antes de pensar en que fuese sostenible, presentaban características que apuntaban a tener un óptimo crecimiento económico sin considerar otros aspectos, lo que se convertía en un desarrollo a corto plazo con los inconvenientes asociados al consumo desmedido de recursos, afectando al medio con la generación de residuos y todo tipo de desechos generados por las industrias.

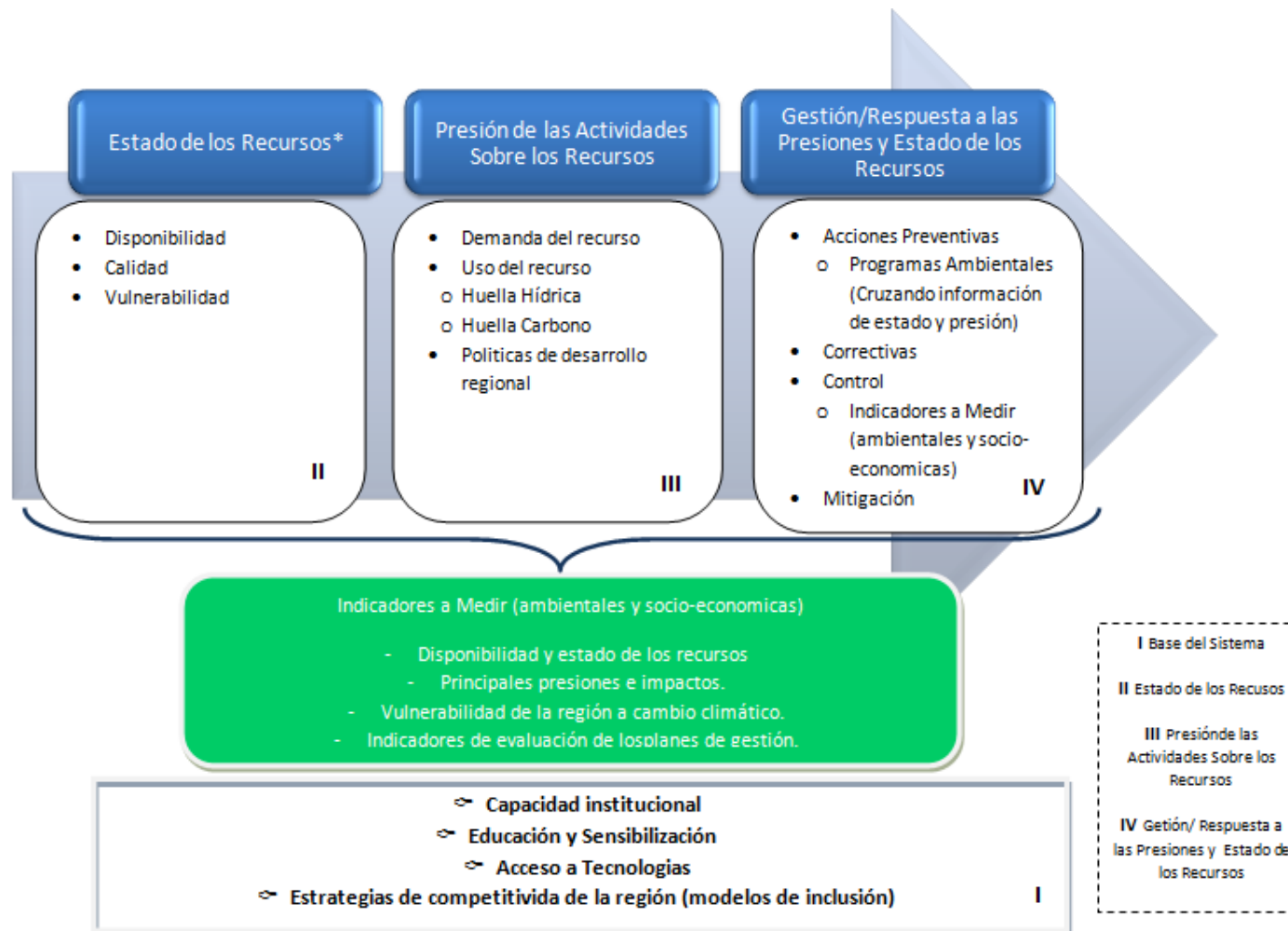
Luego de ver cambios en el clima mundial, irregularidad en las estaciones, fenómenos naturales con mayores consecuencias, grandes desastres naturales, se empezó a hablar de que se debía cuidar el medio ambiente, que todo el desarrollo que hasta el momento se había logrado estaba generando un gran impacto en todo su entorno, razón por la cual este debe cambiar el modo de producción, cuidando los recursos y el medio ambiente en el que se convive, se empezó a hablar de desarrollo sostenible que tiene un enfoque y objetivo totalmente diferente al tradicional, en los modelos de desarrollo sostenible se empieza a tener en cuenta todo el ciclo de producción, que los recursos no se agoten, que los procesos de producción no generen contaminación al medio.

El desarrollo sostenible es una iniciativa liderada por un conjunto de países desarrollados, que brindan lineamientos según sus políticas, sistemas de producción y desarrollo empresarial, las cuales se convirtieron en globales y muchos de los países en vía de desarrollo han adoptado estos modelos. Aunque el término apareció en 1972 y se generaron planes de acción al respecto, muchas de las actividades en el mundo siguen funcionando de la forma tradicional, generando grandes impactos en el entorno.

Actualmente las diferentes industrias, gobiernos, y sociedades, están implementando políticas, acciones para ser sostenibles, tener una mayor productividad y ser competitivos. En Colombia este ha sido un proceso lento, pero los grandes industriales ya entendieron que este es el único camino para continuar en el mercado, apoyado por la concientización de la gente en la compra de productos que tengan procesos sostenibles. El desarrollo y la implementación de modelos de sostenibilidad implican definir indicadores para el control y seguimiento del estado del medio ambiente, de las actividades productivas y de las acciones implementadas para la ejecución de las acciones en vías a la sostenibilidad. Estos indicadores deben ser definidos preferiblemente por cada industria o gobierno, con los criterios que apliquen a cada uno, aunque existen unos genéricos determinados por GRI y la OCDE que son utilizados por otros muchos modelos, descritos en la primera parte de este trabajo.

Teniendo en cuenta la revisión bibliografía realizada sobre modelos de sostenibilidad, así como la situación y las necesidades de la región estudio, expresadas por la interacción con Asohumea, se propone el siguiente modelo de sostenibilidad para la región que es presentado en la ilustración 7 y explicado en cada uno de sus componentes a continuación de la ilustración.

Ilustración 7. Propuesta del modelo de desarrollo. Autores: Los autores del presente documento.



*Recursos: Naturales (Aire, agua, suelo, flora y fauna), Recursos Humanos, Recursos Socio-económicos

Los componentes del modelo de sostenibilidad propuesto comprenden una base del modelo, sobre la cual se soportan los componentes de Estado, Presión y Respuesta así como un módulo de indicadores para cada componente de estado, presión y respuesta.

I. BASE DEL MODELO PROPUESTO

El planteamiento y funcionamiento de cualquier modelo de sostenibilidad requiere de una base que soporte las demás acciones que se tomen. En la base del modelo se propone considerar los siguientes aspectos:

Capacidad Institucional: Esto tiene que ver con la capacidad técnica y administrativa de las instituciones del Estado involucradas en la toma de decisiones respecto a planes/programas de desarrollo. En el caso de la región estudio hace referencia a la capacidad de las instituciones regionales (CAR, Autoridades municipales) para elaborar e implementar planes de desarrollo que respondan a las verdaderas necesidades de la región, que pueden medirse a través de indicadores. Por ejemplo en la región hay carencia de personal técnico calificado en las CAR. Otro problema es que para el desarrollo de algunas actividades productivas en la región como es el caso de la explotación de hidrocarburos se requiere de permisos o licencias ambientales que generalmente son otorgados desde Bogotá sin un previo conocimiento de que existe en esta región en materia de recursos naturales y como se puede ver afectada por las operaciones ejecutadas, a nivel ambiental social y económico. Frente a esta problemática es clave que las corporaciones regionales pudiesen pronunciarse al respecto, ya que son ellas las que conocen la situación de la región.

Educación y Sensibilización: El éxito de un modelo de desarrollo sostenible depende de que la sociedad este consiente, que tenga la disposición de participar e implementar acciones de forma diferente, para que empiecen a generar el cambio en la sociedad: Debido a la falta de conocimiento y sensibilización ambiental, actualmente en la región estudio se presenta un problema ambiental (deforestación, contaminación de los ríos) de las cuencas hidrográficas, que son la principal razón de ser de Asohumea. En este momento Asohumea trabaja con las comunidades y empresas para conservar el principal recurso que permite el desarrollo de sus actividades con planes de reforestación para la conservación de las cuencas y la ejecución de cultivos sostenibles, son medidas que requieren de un cambio en la forma de pensar el progreso de la región.

Acceso a Tecnologías: Las tecnologías hoy en día hacen parte y no pueden desprenderse del concepto de desarrollo, las industrias son más tecnificadas, el conocer nuevos avances tecnológicos aplicados a similares actividades de la región, que están aplicando en otras partes del mundo permitirá mejorar el desempeño de las actividades productivas. El acceso a tecnología va acompañado también de capacidades de su uso es decir de disponer de personal calificado. En la región estudio se presentan inconvenientes por ejemplo en el registro de condiciones meteorológicas asociadas al comportamiento de lluvias y a las crecientes de los ríos, por carencia de tecnología y capacitación. Esta recolección no se reporta en tiempo real (sino en formatos físicos) por algunos habitantes de la región, los cuales son recolectados después por funcionarios de la CAR y finalmente alimentan un sistema de información del IDEAM. Sin embargo, al no ser información en tiempo real, la toma de decisiones no puede soportarse en esta información.

Otro campo en el cual se evidencia la gran importancia de la tecnología es en el desarrollo ganadero, así por ejemplo en la región de estudio, quienes se tecnificaron aún siguen vigentes en esta actividad económica, hoy en día la mayoría de los grandes campos utilizados para esta actividad se están convirtiendo al cultivo de palma, porque no son lo suficientemente rentables por falta de tecnología.

Estrategias de competitividad de la región: Las estrategias de competitividad tienen fruto si se incluye a la población en el modelo de desarrollo a través de modelos inclusivos, inculcando y promoviendo en sus habitantes su proyecto de vida y futuro en la región. La importancia de la inclusión de la población en los modelos de desarrollo se evidencia en algunos de los modelos evaluados en el marco teórico, donde que un factor importante es el social, siendo parte importante de este engranaje, para lo cual se requiere un apoyo de las instituciones en el desarrollo de programas que incluyan a la población. Igualmente es necesario realizar programas de sensibilización y capacitación a la población para que comprendan los impactos que se producen al realizar prácticas más sostenibles en todos y cada uno de los procesos en los cuales participen. Los modelos inclusivos son la clave para tener competitividad y con la misma población generar estrategias de desarrollo teniendo en cuenta el punto de vista y el aporte de los diferentes actores, y así tener modelos más sólidos y con mejores resultados.

Luego de tener clara la base sobre la cual se sustentará el modelo de sostenibilidad propuesto, se diseñaron los otros componentes del modelo teniendo en cuenta las necesidades de la región, las cuales se consideraron a través de las diversas comunicaciones con ASOHUMEA y de la evaluación de la información secundaria del estado de la región estudio y de los modelos

propuestos en la literatura revisada. . A continuación se presentan los otros componentes del modelo propuesto.

II. ESTADO DE LOS RECURSOS

Teniendo en cuenta las características y las necesidades de la región, se propone considerar los siguientes aspectos en el estado de los recursos:

Disponibilidad de los recursos: En el inicio de cualquier actividad lo primero que se debe revisar es la disponibilidad de los recursos existentes en cuanto a materia prima y los necesarios para desarrollar las actividades de la región, en este aspecto ASOHUMEA cumple un papel importante conservando uno de los recursos con mayor importancia que es el distrito de riego del cual se obtiene el agua para el desarrollo de las actividades productivas en la región (cultivo palma, piscicultura, ganadería, etc.) .

Calidad de los recursos: El estado en que se encuentren los recursos es un factor importante, este determina si los recursos se pueden utilizar, y que fin se le puede dar a cada uno de ellos. En la región estudio se enfrenta la problemática del mal uso de las cuencas hídricas con actividades de deforestación y contaminación de ríos, lo cual hoy en día presentan un problema para la comunidad, por lo que se están desarrollando planes de reforestación y cuidado de las cuencas, para mantener este recurso.

Vulnerabilidad: Para este proyecto se considera como el riesgo al que están expuestos los recursos, de ser afectados por causas naturales. De acuerdo a conversaciones con ASOHUMEA,

este riesgo es alto en la región por sus condiciones geográficas y la gran cantidad de precipitaciones (lluvia), por lo cual la región es vulnerable a inundaciones, derrumbes entre otras. El evaluar el estado de estos recursos permitirán, conocer el terreno y tomar medidas de prevención frente a estos riesgos.

III. PRESIÓN SOBRE LOS RECURSOS POR LAS ACTIVIDADES DE LA REGIÓN.

Esto hace referencia a la demanda en cantidad de los recursos y también a la contaminación o deterioro de los mismos.

Para evaluar esta presión de los recursos se propone que se evalúe la huella hídrica y de carbono al menos para las principales actividades, como fase inicial de implementación del modelo. De esta forma se podrá estimar la magnitud de las presiones ejercidas sobre estas actividades. Esto no es un tarea fácil y requiere además del compromiso de los actores que participen (empresas, Asohumea, autoridades ambientales), se requiere de recursos humanos y financieros para el levantamiento de información necesaria para medir dichas huellas.

Otro factor que afecta la demanda y uso de recursos son las Políticas de desarrollo regional. Así, por ejemplo al ser la región estudio, una región petrolera hay unas políticas de que promueven la explotación de dichos recursos y que evidentemente si no se hace de manera adecuada genera impactos sociales-económicos y ambientales. Actualmente por ejemplo en la región hay conflictos por el uso del distrito de riego de Asohumea entre actividades de cultivo de palma y actividades petroleras.

IV GESTIÓN/RESPUESTA:

Este componente hace referencia a las acciones que se generen como respuesta al estado de los recursos y a la presión que se ejerza sobre los mismos. Estas acciones serán implementadas sea por empresas, autoridades ambientales, ONG (Asohumea), comunidad y pueden ser de varias índoles a saber:

Acciones preventivas: El desarrollo de programas ambientales, creados a partir de la información evaluada y obtenida sobre el estado y la presión de los recursos, de tal forma que responda a prevenir los potenciales daños a causar por las actividades productivas o cotidianas de la región.

Acciones Correctivas: Son acciones orientadas a corregir los daños causados en los recursos. Para esto es necesario conocer la causa que originó el daño y actuar sobre ella para corregirla (por ejemplo derrames de aguas contaminadas del proceso de extracción de palma de aceite, en ese caso se debe verificar si fue un error mecánico o humano y corregir el problema)

Acciones Control: Estas acciones son transversales a todo el sistema y están directamente relacionadas con los indicadores que permitirán medir el estado, la presión y la respuesta para controlar las medidas planteadas a implementar.

Mitigación: Disminuir impactos al limitar el grado o magnitud de la acción y su implementación; Rectificar el impacto al reparar, rehabilitar o restaurar el ambiente afectado; reducir eliminar el impacto con operaciones de conservación y mantenimiento (Espinoza Guillermo, 2001).

MODULO DE INDICADORES

Es muy importante anotar que en cada uno de los componentes Estado, Presión y Respuesta se deben proponer indicadores que permitan evaluar el estado y tendencia de los recursos, actividades económicas desarrolladas en la región; acciones de control y mitigación.

Los indicadores para el modelo propuesto se presentan en la Tabla 16 los cuales son resultado de evaluar los impactos de las principales actividades productivas de la región de estudio presentados en las (Tablas 11, 12, 13, 14). Igualmente en la formulación de los indicadores se tuvieron en cuenta algunos indicadores propuestos por los modelos GRI (GRI, 2011), la OCE (OCDE, 2001), IDEAM (MADS, 2010).

Tabla 16 Indicadores propuestos para el Modelo de Desarrollo Sostenible, teniendo en cuenta los impactos de las actividades económicas en la región estudio. Fuente: Elaborado por los autores del presente documento.

Estado	Presión	Respuesta
<ul style="list-style-type: none"> • m³ agua disponible/actividad productiva • m³ agua captada de fuentes hídricas en la región⁶ • ha zonas protegidas en la región estudio cobertura(ha) y uso del suelo⁷ • Grado de contaminación en fuentes hídricas (DBO, DQO, pH, sólidos suspendidos y totales y otras características de actividades productivas⁸ • Calidad de suelos. • Composición de nutrientes de los suelos • Calidad del aire: Material particulado (PM10, PM5) • Calidad del aire: Concentración NO_x, CH₄, CO₂ 	<ul style="list-style-type: none"> • m³ agua catados por actividades productivas⁹ • Concentración y tipo de contaminante/m³ agua residual en el proceso • ha deforestadas/actividad¹⁰ • Pérdida de biodiversidad: número y densidad de especies amenazadas/región de estudio.¹¹ • Concentración y tipo de contaminante/ ha de suelo ejemplo (metales pesados, hidrocarburos, Compuestos Orgánicos Persistentes) • Fragmentación de ecosistemas/actividad • Ton residuos sólidos (ordinarios y peligrosos)/ actividad • Concentración porcentual de PM₁₀, O₃, NO₂, CO, SO₂/ áreas municipales¹² • Ton CO₂- eq/ actividad¹³ • Desvió de caudales/ caudales • Eutrofización asociada al uso de fertilizantes • Generación de ruido / actividad • Alteración en el equilibrio de nutrientes en suelos • Eutrofización asociada al uso de fertilizantes • Generación de ruido / actividad 	<ul style="list-style-type: none"> • Hábitats protegidos o restaurados en la región¹⁵ • % de volumen total de agua reciclada y reutilizada¹⁶ • m³ de aguas residuales tratadas/ m³ generadas • ha reforestadas/ año/ actividad • Ton de residuos tratados según tipo de residuo/ Ton totales generadas¹⁷ • Reducción de emisiones de GEI sobre actividad / actividad (mitigación)¹⁸ • Cambio de fertilizantes químicos por fertilizantes orgánicos/ ha suelo explotado • Cambio de pesticidas químicos por pesticidas biodegradables • Construcción de infraestructura de saneamiento básico (plantas de tratamiento de aguas residuales municipales) • Creación CREPAD (Comité Regional para la Atención y prevención de Desastres) con función de identificación de riesgos y acción de respuesta para adaptación a vulnerabilidad • Mantenimiento de vías

⁶ Indicador propuesto del modelo GRI (EN8) adaptado a las necesidades de la región.

⁷ Indicador propuesto del modelo GRI (EN12) adaptado a las necesidades de la región.

⁸ Dependiendo de las actividades productivas de la región

⁹ Adaptado de indicador propuesto IDEAM y PPyCS

¹⁰ IDEAM Bosques, indicadores de presión sobre los recursos; adaptado a las necesidades de la región.

¹¹ IDEAM Biodiversidad, indicadores de presión sobre los recursos; adaptado a las necesidades de la región.

¹² IDEAM Residuos, vertimientos y emisiones, indicadores de presión sobre los recursos; adaptado a las necesidades de la región.

¹³ IDEAM Residuos, vertimientos y emisiones, indicadores de presión sobre los recursos; adaptado a las necesidades de la región.

	<ul style="list-style-type: none"> • Alteración en el equilibrio de nutrientes en suelos • m³ de agua afectadas / X derrame de petróleo • Ha de suelo afectada / X derrame de petróleo • Número total y volumen de los derrames de petróleo accidentales más significativos¹⁴ 	
Indicadores Socio-económicos		
<ul style="list-style-type: none"> • Tasa de crecimiento poblacional • Índice de analfabetismo/ municipio • Índice de desempleo en la región • Porcentaje de población viviendo bajo línea de pobreza (índice GINI)¹⁹ • Numero de crímenes reportados / 100.000 habitantes²⁰ • Población en asentamiento formal e informal.²¹ • Porcentaje de regalías invertidas en la región • Acceso a saneamiento básico en la región • Pérdidas humanas y económicas x desastres naturales²² • PIB per Capital²³ 	<ul style="list-style-type: none"> • Número de empleos generados / actividad productiva • Conflictos con la comunidad por uso de tierras • Fenómeno de migración y prostitución asociadas a actividades productivas como el petróleo 	<ul style="list-style-type: none"> • Desarrollo de negocios inclusivos en la región • Procedimiento para la contratación local de la comunidad en la región²⁴ • Políticas de desarrollo regional que integren la comunidad

¹⁵ Indicador propuesto del modelo GRI (EN13) adaptado a las necesidades de la región.

¹⁶ Indicador propuesto del modelo GRI (EN10) adaptado a las necesidades de la región.

¹⁷ Indicador propuesto del modelo GRI (EN22) adaptado a las necesidades de la región.

¹⁸ Indicador propuesto del modelo GRI (EN18) adaptado a las necesidades de la región.

¹⁴ Indicador propuesto del modelo GRI (EN23) adaptado a las necesidades de la región.

¹⁹ Marco de indicadores sociales comisión de desarrollo sostenible OCDE.(Pobreza)

²⁰ Marco de indicadores sociales comisión de desarrollo sostenible OCDE.(Crimen)

²¹ Marco de indicadores sociales comisión de desarrollo sostenible OCDE.(Cambio poblacional)

²² Marco de indicadores institucional comisión de desarrollo sostenible OCDE.(Preparación y respuesta a los desastres naturales)

²³ Marco de indicadores sociales comisión de desarrollo sostenible OCDE.(Desempeño económico)

²⁴ Indicadores GRI G3 y específicos de sector financiero (EC7) adaptado a las necesidades de la región.

7. Conclusiones

La revisión de la información secundaria en la región estudio en temas de vulnerabilidad, desarrollo, competitividad y ambientales, evidenció que hay carencia de información y que la existente es puntual; es decir hay reportes aislados pero estos no permiten evaluar tendencias en los temas mencionados. Igualmente y en particular para los temas ambientales, se evidencio que la información no es en tiempo real, como es el caso de las estaciones de medición de precipitaciones (pluviométrica) del IDEAM, en las cuales la información se recolecta en papel por comunidad entrenada de la región y se procesa semanas o a veces meses después, impidiendo planear y responder ante situaciones de alerta. La carencia de información fue una de las principales dificultades enfrentadas en este trabajo, ya que la base para una adecuada planeación y para la toma de decisiones es disponer de información suficiente y de buena calidad, esta carencia se ve reflejada la debilidad de los planes de desarrollo regionales. Así por ejemplo, en la región no hay información sobre la huella de carbono o hídrica de las principales actividades productivas (cultivo palma, arroz, ganadería y petróleo), por lo que los datos reportados en este trabajo corresponden a estimaciones globales sobre la base de lo reportado en la literatura. Aun así, estas estimaciones globales permiten ver el gran impacto que tiene la agroindustria en la huella hídrica de las regiones y el impacto de las actividades petroleras asociados a la huella de carbono.

El trabajo realizado permitió evaluar el estado, las carencias y las necesidades en la región respecto a la información que será el soporte del modelo de desarrollo. En este sentido, en cuanto a las actividades productivas se debe comenzar a levantar información sobre el uso de los

recursos (cantidades) y sobre el impacto sobre los mismos (contaminación de suelo, aire, aguas). **También, se deben** levantar los datos primarios sobre emisiones de carbono, así como de consumo, uso y contaminación de agua para poder estimar la huella de carbono y la huella hídrica respectivamente. Para el caso de la huella hídrica una información muy importante será la disponibilidad de los recursos hídricos en la región, información que se espera pueda ser construida con instituciones como las CAR's (Corporaciones Autónomas regionales), el IDEAM, asociaciones como Asohumea y el mismo Ministerios de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible.

El apoyo recibido por ASOHUMEA (Asociación Agropecuaria de Usuarios del Río Humea) entidad que trabaja en la región con los municipios estudio de este trabajo fue de gran utilidad, las interacciones con Asohumea permitieron disponer de un panorama más cercano a lo que está ocurriendo en la región, particularmente en materia ambiental. Asohumea a través de sus proyectos está generando un cambio en la concientización de la comunidad y de las empresas en el cuidado del distrito de riego. Este proceso es apoyado por campañas de reforestación, generando un control sobre algunos cultivos (arroz) que son de gran impacto en la zona, y llevando otros (palma africana) a tener un manejo y desarrollo sostenible en todas sus actividades, que es también impulsado debido a su gran participación económica.

De la revisión de información secundaria y de las diversas comunicaciones sostenidas con Asohumea, también se evidencio que hay falta de articulación entre las instituciones como la CAR, el IDEAM y el Ministerio del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, conllevando esto a proyectos dispersos de desarrollo o la interacción negativa de los mismos. Esto se evidencia por ejemplo en el desarrollo de actividades petroleras en la región y el transpaso del distrito de

riego de Asohumea por oleoductos, sin la adecuada planeación y evaluación de impactos. La actividad petrolera se realiza porque ya se dispone de una licencia ambiental otorgada por el Ministerio del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible y que en general por encontrarse en la Capital desconoce las condiciones de la región.

Tanto la calidad y suficiencia de la información, como la articulación de las instituciones del estado y su fortaleza técnica y administrativa son esenciales en cualquier modelo de desarrollo regional. Esto fue identificado como una clara necesidad en la región y es considerado dentro de modelo de desarrollo propuesto. Igualmente en la región de estudio, se identificaron otras necesidades como el reto de continuar sensibilizando y educando a la comunidad en temas ambientales y de desarrollo, así como la necesidad de disponer de tecnologías adecuadas para el manejo ambiental (por ejemplo sistemas adecuados de tratamiento de aguas residuales urbanas e industriales, sistemas óptimos para el uso de agua, entre otros) y para la recolección de información ambiental (por ejemplo sistemas de captura de información en tiempo real para facilitar la toma de decisiones en temas de vulnerabilidad, contaminación de los recursos naturales). Los aspectos anteriores fueron considerados en el modelo de desarrollo propuesto en este trabajo.

En el planteamiento del modelo de sostenibilidad se tomó en cuenta las necesidades de la región, la información existente y requerida para asegurar la ejecución de planes de desarrollo exitosos y la revisión teórica de modelos de sostenibilidad. El modelo propuesto se basó en algunos aspectos presentados por el modelo *Global Reporting Initiative (G.R.I.)*, el cual es uno de los más completos por las temáticas y número de indicadores que propone, al igual que tiene en cuenta la parte socio-económica y ambiental brindando una mira global de los aspectos

involucrados en el desarrollo. El otro modelo importante que se revisó en detalle es el *Modelo de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico*. (O.C.D.E, 2002) también de referencia mundial ya que alrededor de 30 países lo utilizan, su amplio campo de acción permite que responda a los requerimientos legales exigidos internacionalmente. Estos modelos son referencia para el modelo propuesto en este trabajo debido a que permiten responder a las necesidades de la región y tienen como base el sistema de Presión, Estado, Respuesta, el cual permite hacer un análisis sistémico del estado de los recursos, la presión ejercida sobre los mismos y las acciones para responder a la condición encontrada de los recursos y a las presiones ejercidas sobre los mismos.

El modelo propuesto en este trabajo sugiere partir de una *base* soportada sobre la importancia de fortalecer la capacidad institucional, la educación y sensibilización ambiental, la transferencia tecnológica y las estrategias de competitividad en la región de estudio. Igualmente se proponen tres componentes fundamentales del modelo a saber el *Estado* de los recursos, la *Presión* ejercida sobre dichos recursos y las *Respuestas* o acciones encaminadas a resolver las problemáticas del estado y presión de los recursos. Todos estos componentes deben ser permeados por un competente transversal que son los *indicadores* que permitirán evaluar las diferentes problemáticas y servir de herramientas de ayuda a la decisión. En la propuesta de dicho modelo y como se mencionó anteriormente se presentaron varias dificultades por la falta de información en la región de estudio, lo cual solo permitió llegar a una propuesta general de indicadores como herramienta en cada uno de los componentes Estado, Presión, Respuesta, sin poder contar con información primaria para construir los indicadores y evaluar tendencias.

La contribución del presente trabajo, además de evaluar el estado de la información y de las necesidades de la región para la construcción de un modelo desarrollo sostenible, es la propuesta del modelo en sí mismo. El modelo propuesto tiene su soporte en la revisión teórica del estado del arte de modelos existentes, se trata de un modelo lógico basado sobre referencias mundiales de modelos existentes, cabe resaltar que se hizo particular énfasis en que los componentes del modelo realmente respondan a las necesidades de la región y sea de fácil comprensión e involucre a los diferentes actores de la región.

Adicionalmente, el modelo propuesto en este trabajo servirá de insumo para el proyecto de investigación institucional *Development of Sustainable Regional Projects Humanistic Management in Piedemonte Llanero through Asohumea* que se realiza entre los grupos de investigación de Gestión Ambiental y de Tecnologías de Gestión e Innovación de la Universidad EAN.

El presente trabajo es un primer paso y una mirada global de la región estudio, por tanto, se requiere de un trabajo más en detalle para obtener la información suficiente, que permita la implementación y validación de dicho modelo, para obtener resultados mas precisos y tomar medidas más efectivas, con mayor impacto en la región. Esto será parte de futuros trabajos e investigaciones.

8. Referencias Bibliográficas

- Anderson, B. G. (2010). A Brief Practical Guide to Eddy Covariance Flux Measurements. *LICOR Inc Biosciences*.
- Arévalo Uribe, D. (2012). *Una Mirada a la agricultura de Colombia desde su Huella Hídrica*. Colombia: WWF.
- BAKIANO. (Junio de 2013). *BAKIANO Publicaciones LTDA*. Obtenido de BIODIVERSIDAD EN LOS LLANOS ORIENTALES: http://www.bakiano.com/vcsys/index.php?option=com_content&view=article&id=120&Itemid=19&lang=es
- BANCO DE OCCIDENTE. (2005). *La Orinoquia de Colombia*.
- Blanchet, C. (1999). Texte de support de cours - Formation EAEME (European Association for Environmental Management Education). *Module: Environnement - Société - Développement : Concepts, principes, outils & méthodes*. - IGE - Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne.
- Cabuyaro. (Abril de 2013). *Sitio Oficial de Cabuyaro en Meta, Colombia*. Obtenido de Cabuyaro, Somos Todos: <http://www.cabuyaro-meta.gov.co/index.shtml>
- Canada, E. (2003). Les indicateurs environnementaux : indicateurs thématiques 2003. *Informatique environnement Canada (Ontario)*, 1-17.
- Cormacarena. (Mayo de 2013). *CORMACARENA (Corporación para el Desarrollo Sostenible del Área de Manejo Especial la Macarena*. Obtenido de <http://cormacarena.gov.co/>
- CORPOICA, (. C. (2007). Fundamentos biofísicos y socioeconómicos para la formulación de preopuestas productivas para la Orinoquia alta Colombiana. Villavicencio.

- Cumaral. (Abril de 2013). *Sitio Oficial de Cumaral en Meta, Colombia*. Obtenido de Cumaral Pa' lante Cumaraleños: <http://cumaral-meta.gov.co/index.shtml>
- DANE. (Abril de 2013). *Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas*. Obtenido de <http://www.dane.gov.co/>
- DEFLER, T. R. (1995). LA FAUNA DE LA ORINOQUIA.
- ECOLombiano, S. (Mayo de 2013). *Soy ECOLombiano*. Obtenido de Huella Ecológica: <http://www.soyecolombiano.com/site/nuestra-huella/huella-ecologica.aspx>
- Elkington, J. (2004). Enter the Triple Bottom Line. (*Working Paper*).
- Espinoza Guillermo. (2001). *Fundamentos de Evaluación de Impacto Ambiental*. Santiago, Chile.
- Euroinfo. (2013). *Fiches pratiques d'Euro info centre*. Obtenido de <http://www.industrie.gouv.fr/eic/fiches/emas.htm>
- Fedepalma. (Febrero de 2011). *Guía Ambiental de la Agroindustria de la Palma de Aceite en Colombia*. Bogotá.
- Fernández Polanco Fernández de Moreda, F. -C.-m. (2007). EL MODELO DE SOSTENIBILIDAD INTEGRADO COMO MODELO DE GESTIÓN, MEDICIÓN Y GOBIERNO DE LA RESPONSABILIDAD SOCIAL DE LAS ORGANIZACIONES. VALLADOLID, ESPAÑA.
- Fiksel, J. (2012). A system view of sustainability: The triple value model. *Environmental Development*, 138-141.
- Gerbens, L. P. (2008). Tomado de Water footprint of bio-energy and other primary energy carriers. *Value of Water Research Report Series No 29*. UNESCO-IHE Institute for water Education.

- Global Footprint Network. (12 de 2012). *Global Footprint Network Advancing the Science of Sustainability*. Obtenido de <http://www.footprintnetwork.org/es/index.php/GFN/page/glossary/>
- GRI, C. (2011). Resumen de indicadores GRI, informa corporativo integrado.
- Haes, H. J.-W. (1999). Best available practice regarding impact categories and categories indicators in life cycle impact assessment. *Journal Lyfe Cycle Assessment*, 66-74.
- Heloísa Schneider, J. S. (MARZO de 2010). La huella del carbono en la producción, distribución y consumo de bienes y servicios. SANTIAGO DE CHILE.
- Heloísa Schneider, J. S. (MARZO de 2010). La huella del carbono en la producción, distribución y consumo de bienes y servicios . SANTIAGO DE CHILE.
- Hoekstra, A. Y. (2011). *The Water Footprint Assessment Manual*. London, Washington DC: earthscan.
- IDEAM. (2001). *Disponibilidad de agua en colombia, Reporte anual de metereología* .
- IDEAM. (2010). Segunda Comunicación Nacional sobre cambio climático .
- IPCC. (2001). *Intergovernmental Panel on Climate Change*. Obtenido de <http://www.ipcc.ch/pdf/glossary/tar-ipcc-terms-sp.pdf>
- ISO14031. (1999). Gestión ambiental - Evaluación del Desempeño Ambiental - Directrices. En ISO14031. Norma Europea.
- ISO14040. (1997). Management environnemental. En *Analyse du cycle de vie*. Norme Européenne.
- J., E. (2004). Enter the Triple Bottom Line. (*Working Paper*).
- Lammerts, v. B. (1997). Hierarchical framework for the formulation of sustainable forest managment standars. En *The Tropenbos foundation*. (pág. 82 pp). The Netherlands.

- Lehtonen, M. (29 de mars de 2002). Les indicateurs d'environnement et de développement durable de l'OCDE : quel rôle dans la mondialisation. *Présentation au séminaire de l'axe « Mondialisation, Institutions et Développement Durable », C3ED*. Université de Versailles Saint Quentin en Yvelines.
- MADS, I. H. (2010). Informe del estado del Medio Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables 2010.
- MAVDT. (2005). Conpes 3343. *Lineamientos y Estrategias de Desarrollo Sostenible para los Sectores de Agua, Ambiente y Desarrollo Territorial*. Bogotá.
- Medina. (Abril de 2013). *Sitio Oficial de Medina en Cundinamarca, Colombia*. Obtenido de Medina... Camino a la Prosperidad!: <http://medina-cundinamarca.gov.co/index.shtml>
- Mekonnen, M. M. (2012). Global Assessment of the Water Footprint of Farm Animal Products. ECOSYSTEMS.
- National Research Council, B. o. (1999). *Our Common Journey: A Transition toward Sustainability*. Washington, D.C.: National Academy Press.
- OCDE. (2001). Indicadores de sostenibilidad ambiental y de desarrollo sostenible: estado del arte y perspectivas. *Indicadores Ambientales de la OCDE*.
- ONU. (Mayo de 2013). *Naciones Unidas*. Obtenido de Cambio Climatico: <http://www.un.org/es/globalissues/climatechange/>
- OSE. (2011). Observatorio de la Sostenibilidad en España. *Enfoques Metodológicos para el Calculo de la Huella de Carbono*.
- Paratebueno. (Abril de 2013). *Sitio Oficial de Paratebueno en Cundinamarca, Colombia*. Obtenido de Unidos todos, Revivamos a Paratebueno: <http://www.paratebueno-cundinamarca.gov.co/index.shtml>

- Pictet, J. (1996). Dépasser l'évaluation environnementale. En *Procédure d'étude et insertion dans la décision globale. Première édition. Presses polytechniques et universitaires romandes* (pág. 187). Lausanne, Suisse: La Collection META.
- PNUD. (2010). Segunda Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. Bogotá.
- PNUD. (Enero de 2012). Frente a la gestión del riesgo y la adaptación al cambio climático.
- Pulido, A. D. (2012). Inventario de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero Región Cundinamarca. *Tesis de Maestría en Ingeniería Ambiental. Universidad Nacional de Colombia*. Bogotá.
- Rechatin, C. (1997). 50ème Cours sur "Les Statistiques pour la politique de l'environnement" pour les pays francophones. *Organisé par le Centre de Munich pour la statistique économie environnementale et sociale*. Munich.
- Rojas, A. (27 de Mayo de 2013). Estado actual de la Región.
- Sadeghian, S. (2002). *Impacto de la Ganadería sobre el Suelo Alternativas Sostenibles de Manejo*. Obtenido de :
<http://www.establo.info/impacto%20de%20la%20ganaderia%20sobre%20el%20suelo.pdf>.
- SANTOS, R. A. (1983). La orinoquia Colombiana.
- UNFCCC. (Junio de 2013). *United Nations Framework Convention on Climate Change*. Obtenido de Milestones on the road to 2012: The Cancun Agreements: http://unfccc.int/key_steps/cancun_agreements/items/6132.php
- Upía, B. d. (Abril de 2013). *Sitio Oficial de Barranca de Upía en Meta, Colombia*. Obtenido de Barranca de Upía "Para Volver a Creer": <http://www.barrancadeupia-meta.gov.co/nuestromunicipio.shtml?apc=mIxx-1-&m=f>

- Vásquez, D. (Mayo de 2013). *The Nature Conservancy* . Obtenido de Colombia Hacia una ganadería sostenible: más vacas, menos tierra: <http://espanol.tnc.org/donde-trabajamos/americas/colombia/descubre/ganaderia-sost.xml>