

PASE:
diseño conceptual,
metodológico y programación

Indice general	
1	Introducción
1.1	Antecedentes
1.1.1	TdR
1.1.2	Propuesta
1.1.3	Contrato-acta de iniciación
1.1.4	Comentarios de CA
1.1.5	Comentarios de CASEC
1.2	Presentación del informe 1
1.3	Partes del informe
2	Objetivos PASE
2.1	Objetivo general
2.2	Objetivos específicos
3	Enfoque conceptual
3.1	Definición de conceptos
3.2	Enfoque de planeación integral
4	Enfoque metodológico
4.1	Problemática
4.2	Diagramas de causalidad
4.3	Hipótesis fundamentales
4.4	Datos relevantes para verificación de hipótesis
4.5	Análisis de datos y verificación de hipótesis
4.6	Modificación de diagramas de causalidad

4.7	Formulación de soluciones alternativas (políticas alternativas)
4.9	Selección de alternativas
5	Programación
5.1	Actividades
5.2	Cronograma

Indice de figuras

1	Relaciones jerárquicas de los conceptos básicos
2	Ciclo simplificado problemática-análisis-solución
3	EIA y el ciclo de un proyecto
4	Ejemplo de relaciones causales entre las actividades del SE y el SA
5	Diagrama de causalidad del papel de la investigación y del seguimiento en el diseño de la política ambiental
6	no existe es un error!
7	Niveles jerárquicos de datos y métodos (pirámide de información) para la obtención de indicadores de políticas.
8	Pasos para el diseño y conformación de un banco de casos para verificación de hipótesis de PASE
9	Procedimientos de análisis multiobjetivo para la selección de las PPPs óptimas

Indice de tablas

1	Políticas programas y planes del SSE
2	Modos mediante los cuales diversos sectores, considerados aisladamente, alteran la biodiversidad
3	Cronograma de actividades

Significado de acrónimos y abreviaturas utilizadas en este informe (en singular)

AA	autoridad ambiental
ACOLGEN	Asociación Colombiana de Generadores de Energía
AMO	análisis multi-objetivo
ANDESCO	Asociación Nacional de Empresas de Servicios Públicos Domiciliarios [etc.]
BC	banco de casos de proyectos o PPPs del SE
CA	comité de acompañamiento de PASE
CAR	corporación autónoma regional
CASEC	Comité Ambiental del Sector Eléctrico Colombiano
CREG	Comisión Reguladora de Energía y Gas
DAA	diagnóstico ambiental de alternativas
DGAS	Dirección General Ambiental Sectorial del MMA
DNP	Dirección Nacional de Planeación
EAE	evaluación ambiental estratégica
EE	energía eléctrica
EEPPM	Empresas Públicas de Medellín
EHE	energía hidroeléctrica
EIA	evaluación de impacto ambiental
ETE	energía termoeléctrica
ISA	Interconexión Eléctrica S.A.
ISAGEN	? sigla desafortunada que no tiene significado?
LA	licencia ambiental
MMA	Ministerio del Medio Ambiente
MME	Ministerio de Minas y Energía
OC	organización comunitaria
ONG	organización no gubernamental
PASE	Estudio para formulación de Política Ambiental del Sector Energético
PMA	plan de manejo ambiental
PND	Plan Nacional de Desarrollo: <i>Cambio para construir la paz</i>
PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
PPP	políticas, programas y planes
SA	"sector" ambiental (MMA, CAREs, ONGes, OCes, etc.)
SE	sector energético
SSE	subsector eléctrico
SSH	subsectores de hidrocarburos y carbonífero
UCC	Unidad Coordinadora de Créditos de DNP
UI	Unidad de Infraestructura de DNP
UPA	Unidad de Política Ambiental de DNP
UPME	Unidad de Planeación Minero-Energética del MME

PASE: diseño conceptual, metodológico y programación

1 Introducción

1.1 Antecedentes

- 1.1.1 TdR
- 1.1.2 Propuesta
- 1.1.3 Contrato-acta de iniciación
- 1.1.4 Comentarios de CADNP
- 1.1.5 Comentarios de CASEC

1.2 Presentación del informe 1

1.3 Partes del informe

2 Objetivos PASE

A continuación se presentan los objetivos del PASE tal como fueron definidos en los términos de referencia.

2.1 Objetivo general

Analizar y evaluar la situación ambiental actual actual del SSE, enmarcada en una evaluación energética integrada, con el fin de formular una propuesta de política ambiental integral para el SE que oriente la toma de decisiones sobre los proyectos o inversiones sectoriales que forman parte del actual PND.

2.2 Objetivos específicos

2.2.1 Revisar el proceso de planeación del SSE, establecer su metodología y procedimientos para la revisión y aprobación de planes y proyectos.

2.2.2 Caracterizar la problemática ambiental del SSE, teniendo en cuenta los impactos directos, indirectos y acumulativos generados por tipo de actividad.

2.2.3 Determinar los indicadores y los criterios ambientales necesarios que garanticen la sostenibilidad ambiental del SSE, además de permitir realizar la evaluación de los proyectos de manera objetiva y ágil.

2.2.4 Formular una estrategia de gestión ambiental del SSE que viabilice ambientalmente los programas y proyectos, acorde con los planes de desarrollo del subsector y con los plazos establecidos para llevarlos a cabo.

2.2.5 Proponer mecanismos de autogestión ambiental de los diferentes agentes del SSE que minimice trámites y procedimientos y permita la evaluación ágil y eficaz de los impactos y acciones ambientales por parte de los entes de vigilancia respectivos.

2.2.6 Formular recomendaciones de política y de marco regulatorio e institucional que se consideren pertinentes para el cumplimiento de los objetivos establecidos en el PND, tanto en el ámbito ambiental como en el subsectorial.

2.2.7 Realizar ajustes a las evaluaciones y diagnósticos ambientales existentes para los SSH, con el fin de obtener una evaluación integral energética.

2.2.8 Formular recomendaciones de política ambiental integrada para el SE que se consideren pertinentes para el cumplimiento de los objetivos establecidos en el PND.

2.2.9 Definir de acuerdo con las evaluaciones ambientales de los SSE y SSH un plan de acción ambiental integrado para el SE de corto mediano y largo plazo que identifique acciones, entidades y empresas responsables y recursos humanos técnicos y financieros para el desarrollo del mismo.

3 Enfoque conceptual

3.1 Conceptos fundamentales

La perspectiva del estudio PASE, definida en los términos de referencia, requiere un planteamiento metodológico que permita establecer la viabilidad de optimización simultánea de un amplio número de objetivos no necesariamente compatibles: ambientales, socioeconómicos, culturales y políticos –enmarcados dentro de la legislación ambiental vigente– además de los tradicionales técnicos y financieros que hacen parte del actual PND y de los procedimientos y metodologías propios del SSE y del SSH.

El punto de partida es la definición de los conceptos fundamentales. En principio se toman los definidos por el proyecto GAIA¹ que si bien difiere del PASE en cuanto a objetivos y alcances, hay suficientes puntos en común que permiten su adopción.

Los tres conceptos fundamentales son problemáticas, indicadores y datos. Su relación jerárquica se presenta en la figura 1., tomada de GAIA (ver apostilla 1).

Issues are: Policy-level questions and problems of environmental or related socio-economic nature. Issues are controversial, subject to debate, and require interpretation.

Issues can be defined in terms of (usually several) INDICATORS, through explicit or implicit rules depending on context such as time, space, and a cultural and socio-political framework.

¹ "GAIA: A Multi-Media Tool for Natural Resources Management and Environmental Education. GAIA addresses both issues of environmental planning and management as well as information technology. Its primary objective is to build multi-media tools for environmental education and management, in a collaboration of 10 countries from Europe, Africa, Asia, and Latin America." <http://cesimo.ing.ula.ve/GAIA/>

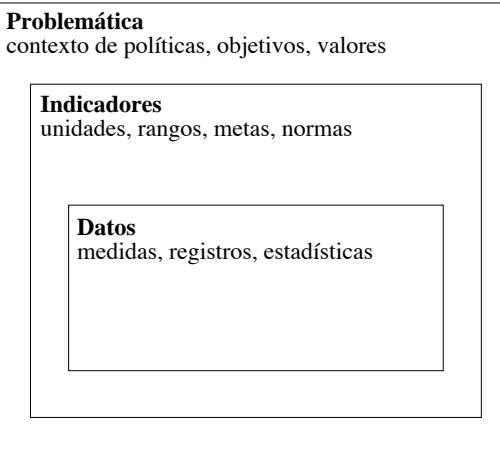


Figura 1. Relaciones jerárquicas de los conceptos básicos, tomado de GAIA (ver apostilla 1)

Indicators are: Measurable properties of the environment, defined in a spatial, temporal, and policy context. Indicators are linked to issues through subjective interpretation and complex evaluation.

Indicators illustrate issues. Indicators are derived from environmental DATA by simple algorithms such as summation, averaging, interpolation, based on subjective agreements of experts or a well defined regulatory framework of environmental standards and agreements.

Data are (or are derived from): Direct measurements and observations, possibly involving automatic conversions or interpretation, in hardware, firmware, or routine procedures, usually based on well established theory.

The central concepts in GAIA are issues and their related indicators, illustrated by specific case studies. However, given the dynamic concept of sustainable development, many common indicators are inadequate. To quote Agenda 21, from Chapter 40, section 4:

40.4. Commonly used indicators such as the gross national product (GNP) and measurements of individual resource or pollution flows do not provide adequate indications of sustainability. Methods for assessing interactions between different sectoral environmental, demographic, social and developmental parameters are not sufficiently developed or applied. Indicators of sustainable development need to be developed to provide solid bases for decision-making at all levels and to contribute to a self-regulating sustainability of integrated environment and development systems. Indicators, to be useful, must also have a context and reference point: desirable and undesirable values or ranges, and thresholds such as standards or objectives and targets, where applicable need to be defined, so that a concrete indicator value can be interpreted in this context (provided in GAIA through one or more concrete case studies), including relationships, feedbacks, and constraints of related indicators. "

3.2 Enfoque de planeación integral

Para el logro de los objetivos planteados en los términos de referencia se propone el desarrollo del ciclo problemática-análisis-solución. Este se deriva del proceso de investigación científica, definido por ejemplo por Nahikian (1964)², aplicado al entendimiento de fenómenos ecológicos en general (Poole 1974)³ y utilizado en la solución de problemas relacionados con la planificación, Dyner (1993)⁴.

² Nahikian, Howard M. 1964. A modern algebra for biologists. The University of Chicago Press. Chicago

³ Poole, Robert W. 1974. An introduction to quantitative ecology. McGraw-Hill. New York.

⁴ Dyner R., Isaac. 1993. Dinámica de sistemas y simulación continua en el proceso de planificación. Colciencias, Universidad Nacional de Colombia. Medellín.

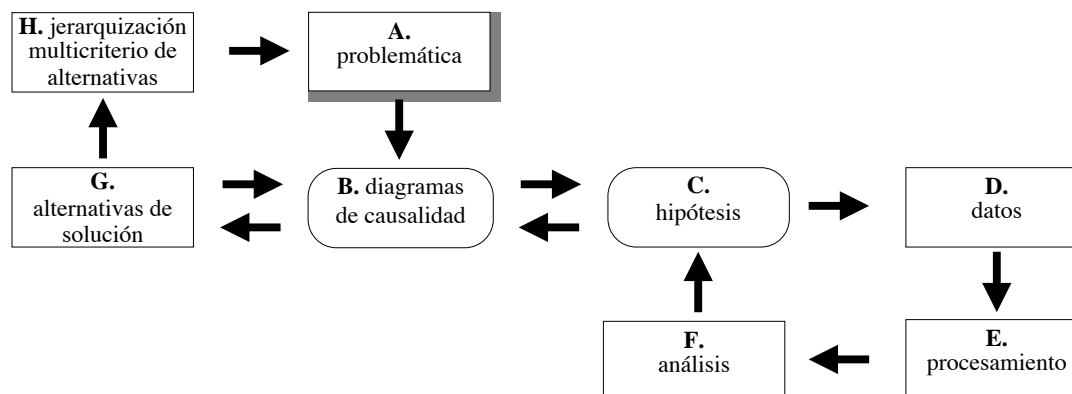
En la figura 2., modificada de Dyner (1993, ver nota 3) se presentan los pasos del ciclo. Estos se agrupan en cuatro subciclos para los propósitos del presente estudio:

I. Acopio de información. Parte de la formulación de la problemática [A], el establecimiento de un diagrama de causalidad preliminar [B] que permite el planteamiento de hipótesis [C] y define la información requerida para su verificación [D].

II. Diagnóstico. Los datos resultantes de la etapa [D] deben ser procesados [E] y analizados [F] para verificar las hipótesis [B] y ajustar el diagrama de causalidad [B].

III. Formulación de políticas y estrategias (soluciones a la problemática). La identificación y evaluación de los cambios [A] generados bajo diferentes escenarios de desarrollo [G] es simulada por el diagrama causal [B]. El doble flujo G-B indica la característica iterativa del proceso para identificar, evaluar y eliminar soluciones.

IV. Jerarquización y selección de soluciones óptimas (recomendaciones). Las alternativas de solución del conjunto de derivado del subciclo anterior [G] deben ser comparadas [H] para perfilar las recomendaciones que permitan un manejo adecuado de la problemática inicialmente planteada [A].



- I *acopio de información* (primaria y secundaria) A-B-C-D
- II *diagnóstico* (natural, socio-cultural, institucional, infraestructura/desarrollo...) -E-F-C-B
- III *alternativas de políticas y estrategias* (SE/SSE/SSH, instituciones ambientales, otros sectores...) A-B-G
- IV *recomendaciones* (políticas seleccionadas, plan de acción, desarrollo institucional, legislación...) -G-H-A

Figura 2. Ciclo simplificado problemática-análisis-solución aplicado al estudio para formulación de una política ambiental para el sector energético de Colombia, ver explicación en texto

El desarrollo de los subciclos I., II. y III. permite atender la exigencia de considerar el componente ambiental como un condicionante previo al desarrollo. El subciclo IV por su parte, permite un acercamiento a una planificación intersectorial e integral.

A partir de este enfoque conceptual se definen las actividades requeridas para el estudio y las

precedencias y secuencias que constituyen la programación.

A continuación se define brevemente cada uno de los pasos del ciclo y se ilustra con ejemplos realistas aplicados a la problemática del SE, lo cual no quiere decir que sean esas las relaciones que se formularán en el estudio ni las únicas relaciones posibles⁵.

⁵ En primer lugar está la revisión por parte de Ustedes y la que el CA, el CASEC y otros hagan; en segundo lugar, tal como se indicó en el enfoque conceptual, los diferentes pasos del ciclo son objeto de revisión a medida que el estudio avanza. En la práctica lo que esto quiere decir es que las relaciones de causalidad establecidas al inicio pueden ser diferentes de las que contenga el informe final, como resultado del trabajo mismo.

4 Enfoque metodológico

4.1 Problemática

4.1.1 Las actividades del SE: SSE (generación, transmisión y distribución y uso de energía eléctrica) y SSH (exploración, explotación, transformación, transporte, distribución y utilización de carbón, gas y petróleo) generan consecuencias ambientales. Aunque en algunos casos se presentan similitudes, las consecuencias difieren para los dos subsectores, para las diferentes actividades dentro de cada uno y varían según las regiones geográficas en las cuales se llevan a cabo las actividades. Por otra parte, en los dos subsectores, ninguna empresa desarrolla el ciclo completo de actividades.

4.1.2 Los dos subsectores son en esencia independientes, tanto en la planeación como en el desarrollo de proyectos e inversiones, aunque están controlados por el mismo ministerio y quienes pueden tomar decisiones sobre el devenir del sector son las mismas entidades (v. gr., MME, MMA). Esta independencia tiene implicaciones para el manejo de la problemática ambiental. Algunos ejemplos:

El desarrollo reciente de las térmicas a gas del SEE (y la reconversión a gas de algunas unidades antiguas) es consecuencia del surplus de gas que la explotación de hidrocarburos (petróleo) ha dejado, pero no ha habido una inducción de exploración para encontrar nuevos yacimientos de gas de tal manera que se produzca más ETE a partir de gas y menos EHE o a partir de otros combustibles, aunque la situación presente (ca. 60% EHE, 30% ETE) podría interpretarse al contrario.

Con la excepción de las plantas ETE de Zipaquirá, Paipa, Tasajero y Yumbo localizadas en áreas carboníferas de antiguo desarrollo, cuyos carbones son de baja calidad para el mercado internacional (bajo poder calorífico, altos contenidos de cenizas y de azufre), la gran mayoría de los carbones son para exportación, no son



Figura 3. EIA y el ciclo de un proyecto, los procesos son ligeramente diferentes en Colombia o tienen otras denominaciones, pero se ajustan a este esquema genérico. Tomado de UNEP, 1988, citado por EIA Centre. 1995. Leaflet 15. EIA in developing countries

utilizados para generación de energía. Inclusive las plantas ETE cercanas a las áreas carboníferas de la región caribe (plantas ETE de Barranquilla, Cartagena y Guajira) están utilizando gas como combustible en vez de carbón. El petróleo es para exportación (una pequeña proporción es refinado para consumo nacional en transporte, materiales industriales y como combustible para producción de energía eléctrica), el petróleo no es utilizado significativamente en plantas generadoras de EE.

4.1.3 Las LAs, otorgadas sobre la base de EsIA/PsMA, han sido el único instrumento para

la planificación ambiental de los dos subsectores (en realidad de todos los sectores de la economía). No todas las actividades de los dos subsectores son o han sido analizadas con este instrumento, v. gr., distribución y uso. Los ejemplos son escasos (cambio de EE a gas en Medellín para consumo doméstico, cocina y calefacción; proceso evaluado por EEPPM, sin embargo, no se si la decisión se hizo con base en este análisis o no).

El ciclo de la evaluación ambiental de los proyectos de desarrollo (figura 3., clasificación previa, dimensionamiento de alcances de los es-

tudios, examen de alternativas, análisis de impactos, mitigación y manejo de impactos, valoración de impactos residuales, preparación de EIA, revisión de EIA, decisión y seguimiento) es un asunto sobre el cual a nivel internacional⁶, se tienen no menos de 25 años de experiencia; sin embargo en Colombia, y a pesar del largo historial de su gestión ambiental, no se aplica rigurosamente. De los varios pasos citados, sólo los relacionados con la elaboración del EIA/ PMA se llevan a cabo en Colombia y sobre la base de términos de referencia genéricos emanados de la AA.

Al respecto Sánchez y Morillo (1998), conceptúan "el esquema de licencias ambientales requiere de una revisión profunda en cuanto a sus objetivos y prioridades y un replanteamiento que permita: ampliar el alcance de la evaluación ambiental a los niveles programáticos de

⁶ v. gr., IAIA & IEA (UK). s.f. Principles Of Environmental Impact Assessment Best Practice. <http://iaia.ext.nodak.edu/iaia/principles/>

planificación sectorial y regional, reduciendo marcadamente el requerimiento de LA para proyectos puntuales; asignar a las autoridades sectoriales funciones de evaluación de impacto ambiental en sus respectivas áreas de responsabilidad; adoptar la LA como un procedimiento administrativo que permita mejorar la calidad de las decisiones y abrir los procesos de planificación gubernamental al escrutinio público"⁷

4.1.4 Los términos de referencia de PASE recomiendan la implementación de una EAE de los dos subsectores para la formulación de las políticas ambientales. En realidad la EAE –que es una herramienta de uso reciente, particularmente en Europa– es en esencia una EIA pero

⁷ Sánchez Triana E. & J. Morillo Morgan. 1998. Evaluación del esquema de licencias ambientales en Colombia. Informe Final GET-EST-DNP-98-003 REV-1. PNUD, WB, DNP, MMA.

aplicada a *políticas, planes y programas*⁸, mas que a *proyectos individuales* o a *conjuntos de proyectos* en una región o de un sector y es anterior a las EsIA en el proceso de planeación. **[no comparto afirmación de Tecnogerencia, pp. 9-10, Propuesta, en relación con el caracter opuesto de las EsIA y las EAEs]**

Algunos ejemplos (quizás imprecisos pero realistas) pueden aclarar las afirmaciones anteriores (tabla 1.). La *política* fundamental del SSE actual se podría definir con base en los siguientes enunciados:

a. mercado libre para la generación (plantas de propiedad de entes estatales, privados o mixtos) y comercialización de energía (transmisión y distribución estatal, privada o mixta), de acuerdo con las tasas de crecimiento de la demanda;

⁸ **Desconozco el significado preciso de esos términos en la jerga de planeación, tampoco he leído definiciones en los documentos consultados.**

Tabla 1. Políticas programas y planes del SSE (ejemplos realistas, no necesariamente ciertos ni precisos) **[algunos de estos enunciados de política pueden ser programas?]**

políticas	programas	planes	sectores relacionados	implicaciones ambientales
• generación, comercialización de EE en mercado libre, con regulación estatal (?)	• privatización del SSE • estímulo a inversión extranjera • gestión de crédito externo	• venta de plantas e instalaciones • consorcios, empresas mixtas • bolsa de electricidad (planes?) • regulación de precios (planes?)	• financiero/hacienda • desarrollo	• tendencia a la subvaloración de la gestión ambiental en aras de la eficiencia financiera • tendencia a la expansión
• relación de generación EHE y ETE 6:4 • interconexión de sistemas de generación • plantas EHE de alta/media caída, embalses con regulación multianual, proyectos multiproósito (energía, agua potable, riego) • generación ETE con plantas de gas de ciclo combinado	• inventarios de recursos • monitoría de dinámica de recursos hídricos • estudios técnicos de proyectos • estudios de preinversión	expansión de generación y transmisión 1998-2001 1999-2010 • reconversión de plantas ETE	• SSH • desarrollo urbano • agrícola	ETE • dependencia en RNNR • incremento CO ₂ atmosférico EHE • desarrollos no planificados • eliminación de paisajes terrestres y alteración de biotopos acuáticos • desplazamiento poblacionales
• sustitución de EE por gas en usos domésticos, comerciales e industriales	• inversión en exploración • estudios de preinversión • estudios técnicos de proyectos	• expansión de gasoductos • crédito para reconversión de instalaciones industriales • redes domiciliarias • campañas publicitarias/educativas	• SSH • fomento y crédito industrial • desarrollo urbano	• incremento consumo agua • desperdicio de energía • accidentalidad
• ahorro de energía en industria, comercio y hogares	• evaluación de infraestructura • diagnóstico de patrones de consumo de energía	• control de pérdidas y fugas • campañas publicitarias/educativas • incentivos tributarios	• tributario • desarrollo urbano	política es financiera, pero tiene consecuencias ambientales sólo positivas (?)

- b. generación de EHE con base en proyectos de alta y media caída, con regulación multi-anual y preferiblemente multiprósito;
- c. interconexión de los sistemas de generación y operación centralizada del sistema,
- d. desarrollos que mantengan una proporción 6:4 entre EHE y ETE en cuanto a capacidad instalada y generación; generación base con EHE y pico con ETE (?);
- e. estímulo al consumo doméstico, comercial e industrial de gas en aquellos usos en los cuales sea más eficiente (desde el punto de vista termodinámico ?) que la electricidad;
- f. estímulo al ahorro de energía; etc.

Los *programas* son los mecanismos (técnicos, institucionales, financieros, legales) que permiten la implementación de las políticas [tabla 1]

Los *planes* son los cronogramas de inversión en aquellos *proyectos* que permiten, bajo diferentes horizontes de planeación lograr los objetivos previstos en las políticas.

Estas políticas –y los programas y planes asociados– son armónicas (o deben serlo) con las de otros sectores de la economía y de la administración del estado, indicados en la penúltima columna de la tabla 1. Cada una de estas políticas puede tener implicaciones ambientales, en la última columna se indican algunas a manera de ejemplo, sin calificar en cuanto a su importancia ni magnitud.

[Así que la "política" ambiental del SSE podría simplemente ser, *inter alia*, el compromiso de elaborar EAEs de sus *políticas, planes y programas* y lo que el PASE haría entonces, sería definir como se llevarían a cabo dichas EAEs, obviamente la tarea no es tan simple. La confusión se presenta quizás porque se usan las mismas palabras (política, estrategia, etc.) para

conceptos diferentes. Para comenzar conviene analizar los principios básicos de las EAEs y casos de sus aplicaciones concretas⁹. No he encontrado casos bona fide de EAEs en Colombia ni en América Latina.]

4.1.5 Un punto importante en relación con las EAEs y en realidad con otros pasos del ciclo de evaluación ambiental, es el relacionado con la monitoría y las evaluaciones ex-post. La historia de la gestión ambiental, no sólo en Colombia, sino también en los países desarrollados (y en las entidades internacionales) ha sido una de "aprender haciendo" que exige la incorporación de las experiencias a los nuevos procesos.

La monitoría y las evaluaciones ex-post son esenciales en tres sentidos, de una parte para verificar la calidad de las predicciones, para dar las señales de alarma oportunas cuando se presenten situaciones imprevistas y para mejorar la gestión ambiental futura. Justamente como consecuencia de este "feedback" fue que se desarrolló en Europa el concepto de EAE¹⁰, mediante el análisis inverso de la cadena causal: los proyectos obedecen a los planes y éstos a las políticas; son entonces las políticas las responsables en primera instancia de las consecuencias ambientales indeseables. Para poder minimizarlas deben revisarse y ajustarse las políticas y las nuevas, deben ser objeto de evaluaciones ambientales.

Una consecuencia incidental de las EAEs es que las EsIA de proyectos particulares pueden ser más expeditas, menos costosas y aún no requerirse en ciertos casos, pero este no puede ser el objetivo de las EAEs ni de la política am-

biental. [aquí discrepo de los TdR, tácitamente se asume que las "trabas" ambientales disuaden la inversión extranjera o privada, i.e., la política de desarrollo del estado no es compatible con la ambiental (?) y que por tanto esta debe reformularse, i.e., flexibilizarse, lo cual es por lo menos contradictorio con lo propuesto para los países en desarrollo por los países desarrollados¹¹; ver además nota 11]

4.1.6 ¿Quién debe ser responsable? ¿cuál es el papel de SE y cuál el de la AA? Este es un tópico crucial. Ver notas del taller sobre *licenciamiento ambiental en Cartagena (01.98)*. La *compatibilización entre las políticas del SE (algo parecido a lo definido en la tabla 1) y la política ambiental vigente (Ley 93 de 1994 y varios decretos subsiguientes)* es en gran medida responsabilidad exclusiva de la AA. Requiere entre otras la implementación del SINA y la reglamentación del Ordenamiento Territorial.

4.1.7 El SSE han venido ampliando durante los últimos dos decenios sus inversiones en estudios y manejo ambiental, motu proprio y por exigencias de la AA y de las entidades financieras, lo cual ha repercutido en los costos de los estudios de preinversión y en los costos de las instalaciones. Estos costos son (o deben ser) pasados al consumidor final. Aunque no se tienen cifras del monto de estos gastos, se podría afirmar sin embargo, que son muy pequeños para que puedan ser significativos en el precio final de la energía, comparados con los otros costos de los desarrollos¹².

Por otra parte, las diferencias entre los varios ti-

¹¹ véase por ejemplo: Agenda 21. http://www.ess.co.at/GAIA/AG21/ag21_access.html

¹² Un punto importante de tener en cuenta es que la ineficiencia de la AA en el proceso de revisión de los EsIA puede retrasar la ejecución y entrada en operación de un proyecto y el propietario incurre entonces en pérdidas financieras con repercusiones económicas; v. gr., Urrá I o la explotación petrolera en territorios Uwa.

⁹ v. gr. EIA Centre/The University of Manchester. 1995-1998. EIA Leaflet, en particular números 13, 15, 18 y 19. <http://www.art.man.ac.uk/eia/leaflets.htm>

¹⁰ véase v. gr. EIA Centre. 1998. EIA Newsletter 16. Recent Developments in SEA
EIA Centre. 1998. EIA Newsletter 17. EA past, present and future

pos de instalaciones del SSE (sistemas de transmisión, plantas ETE y EHE) implican costos de manejo y en especial consecuencias residuales substancialmente diferentes. Las implicaciones de este hecho para el diseño de políticas y estrategias ambientales sectoriales es clave por cuanto se presentan alternativas para suplir las demandas de energía eléctrica que difieren en sus costos financieros (inversiones y producción). **No tengo claro como se definen actualmente los costos de la energía en bloque y para el consumidor. El punto es que hay costos no contabilizados (quizás no contabilizables?) que de tenerse en cuenta, implicarían planes de expansión muy diferentes de los que actualmente se formulan.**

4.1.8 Qué son los subsectores? Cómo están constituidos? Obviamente son las empresas públicas, mixtas y privadas que los conforman (para cada actividad), son los ministerios e institutos y los comités inter-institucionales que los controlan y regulan, y deben ser en alguna medida los usuarios actuales y potenciales, aunque no están organizados ni tienen una entidad que los represente y que participe en la toma de decisiones. Cabe resaltar aquí que las empresas de los subsectores están organizadas en asociaciones (ACOLGEN, ANDESCO, etc.) que les facilitan su concertación con diversas entidades de la administración pública, entre ellas la AA.

Para efectos de los EsIA, la legislación vigente exige participación ciudadana en el proceso de toma de decisiones. Sin embargo, esta sólo se ha dado en aquellos emprendimientos de los dos sectores en los cuales se pueden afectar áreas habitadas por minorías étnicas y aún en esos casos las situaciones de conflicto que han ameritado intervención de instancias judiciales superiores, las decisiones han sido diversas, contradictorias. El proceso de participación ciudadana no está reglamentado. Para el sector vial se han propuesto varios esquemas que en esencia informan, acopian información o concertan con las comunidades de acuerdo con la etapa de

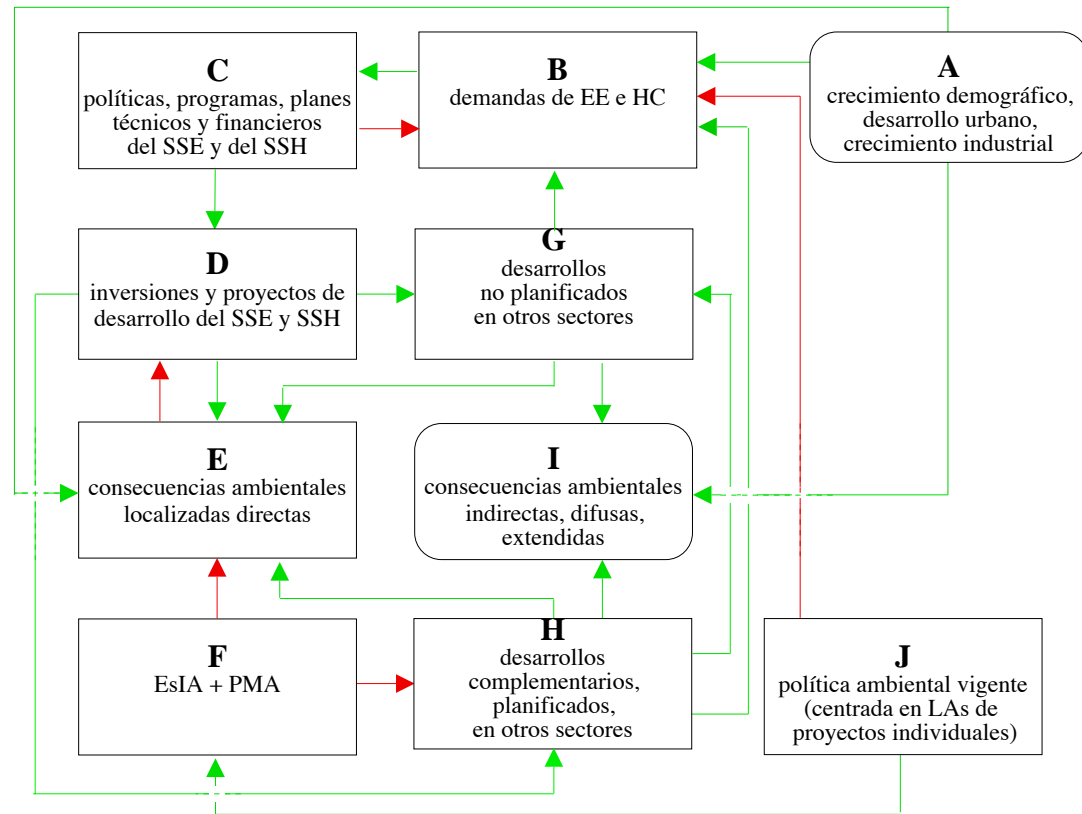


Figura 4. Ejemplo de relaciones causales entre las actividades del SE y el SA, situación actual, en ausencia de una política ambiental o con una política ambiental sin programas ni planes adecuados (o no suficientemente) para su implementación. Las flechas verdes indican efecto positivo o de refuerzo y las rojas negativo o de retardo, pero no indican ni la magnitud ni la importancia de la relación. Ver detalles en el texto.

desarrollo del proyecto (estudio, diseño...)

ambiental tanto del SE como de la AA

Problemáticas sin desarrollar:

- Relaciones entre sector transporte y SSH e implicaciones ambientales
- Implicaciones ambientales de la privatización del SSE
- Interacciones entre el desarrollo de los SSE y SSH con otros sectores de la economía en diferentes pasos del ciclo de desarrollo de cada uno.
- Políticas de disminución de la demanda de energía.

- Papel de las políticas de R&D en la gestión

4.2 Diagramas de causalidad

Traducción de la problemática a relaciones de causa-efecto o de correlación entre variables (los diagramas se modifican como consecuencia de la aceptación o rechazo de las hipótesis). La problemática descrita en el numeral 3.1 se representa en el diagrama de causalidad de la figura 4. [sólo se incluyen algunas de las problemáticas descritas, este es un ejemplo]

El punto de partida es el crecimiento poblacional del país, acelerado en los centros urbanos y el desarrollo industrial [A] que ejercen demandas crecientes de EE y de HC [B], lo cual ha motivado el desarrollo del SE el cual ha formulado varias políticas técnicas y financieras (y sus planes y programas derivados) orientados a satisfacer dichas demandas [C]; éstas son armónicas (o concertadas para lograr armonía) con las políticas macroeconómicas y financieras del estado e incluyen PPPs para disminución de la tasa de crecimiento de las demandas [flecha roja C-B].

Las PPPs se traducen en proyectos de inversión en obras de infraestructura [D] y requieren de desarrollos complementarios (v. gr., vías y líneas de transmisión en el SSH y vías en el SSE), los cuales son planificados por otros sectores [H]; los dos inducen a su vez desarrollos no planificados en otros sectores [G] (v. gr., crecimiento urbano, poblamiento de áreas boscosas, actividades agropecuarias, etc.). Tanto los proyectos propios del SE, como los complementarios planificados en otros sectores originan consecuencias ambientales localizadas directas [E]. Los desarrollos no planificados conllevan consecuencias ambientales persistentes, difusas y extendidas [I]¹³.

La piedra angular de la política ambiental vigentes el proceso de licenciamiento ambiental de proyectos [J]; éste requiere la preparación de EsIA y PsMA de proyectos individuales por parte de las entidades del SE [F], con base en

¹³ Tanto los desarrollos propios de un sector, como los asociados y los indirectos no planificados tienen consecuencias sobre los mismos componentes ambientales. Véase, por ejemplo en la tabla 2. la multicausalidad de las consecuencias deletéreas sobre la biodiversidad. Tomada de: Neotrópicos, 1996. Diseño de metodologías y procedimientos de evaluación de problemáticas de flora y fauna asociadas a desarrollos de los varios sectores a cargo del Ministerio del Medio Ambiente. Informe Final.

Tabla 2. modos mediante los cuales diversos sectores, considerados aisladamente, alteran la biodiversidad¹

modo de alteración de biodiversidad ²	vías			hidro-carburos			minería			hidro-eléctrico			líneas			químicos		
	d	a	i	d	a	i	d	a	i	d	a	i	d	a	i	d	a	i
1 destrucción localizada/temporal de hábitats																		
2 destrucción localizada/permanente de hábitats																		
3 fragmentación local de hábitats																		
4 fragmentación regional de hábitats ³																		
5 desplazamiento ecológico de spp nativas ⁴																		
6 sobre-extracción selectiva localizada ⁵																		
7 sobre-extracción selectiva regional ⁵																		
8 destrucción masiva/permanente de hábitats																		

1. Neotrópicos, 1996.

2. en orden ascendente de gravedad desde 1, menos grave, hasta 8 más grave

3. Fragmentación ocurre por destrucción regional de hábitats (v. gr., contaminación) o por inhabilitación permanente (v. gr., por usos agropecuarios). En ambos casos hay interferencia con procesos ecológicos y alteración de estructuras demográficas

4. A través de competencia y depredación; incluye procesos naturales (v. gr., rompimiento de barreras geográficas para dispersión) y culturales (v. gr., introducción de especies, formación de barreras, control biológico)

5. Incluye procesos extractivos (caza, pesca, de madera, leñateo...) y uso intensivo de biocidas específicos y genéricos. No incluye consecuencias sobre biodiversidad por contaminación de cadenas tróficas

actividades y procesos: **d** = directos, **a** = asociados, **i** = indirectos

términos de referencia genéricos¹⁴, preparados por la AA, ejecutora de la política ambiental vigente. El objetivo es minimizar [flecha roja F-E] las consecuencias ambientales localizadas directas derivadas [E] de las inversiones y proyectos del SE [D]. El SSE ha adoptado una política de auto-control (**no se si algo semejante ocurre en el SSH**), consistente en la inclusión de criterios ambientales en el diseño de sus planes de expansión (conjuntos de proyectos de generación de EHE y ETE y transmisión asociada para suplir las demandas de EE en una fecha determinada) [flecha roja E-D].

La AA ejerce un control semejante al descrito, sobre los desarrollos individuales planificados propios y complementarios de otros sectores a

¹⁴ Los TdR son genéricos, i.e., idénticos para un tipo de proyecto, sin especificidades ni para el proyecto particular ni para la región donde éste se desarrolla.

través del mecanismo de las LAs [flecha roja F-H].

La actual política ambiental (o mejor sus programas y planes complementarios) no cuentan con mecanismos adecuados para ejercer control sobre:

4.2.1 los desarrollos no planificados [G] para minimizar sus consecuencias ambientales [I],

4.2.2 las consecuencias ambientales deletéreas acumuladas [E+I] de desarrollos concurrentes de diversos sectores [D+H+G] en una misma región,

4.2.3 las demandas de desarrollos ya sea del SE [B] o de otros sectores [A].

Por otra parte, los programas y planes de la actual política ambiental no son adecuados (o no están lo suficientemente desarrollados o no son eficientemente implementados) para incorporar

las experiencias derivadas de la gestión actual al diseño de una nueva política ni modificar la actual.

Finalmente las PPPs de investigación y desarrollo tanto del SE como de la AA, si bien en expansión, no están lo suficientemente maduras ni cuentan con los recursos suficientes para que sus hallazgos se puedan incorporar al mejoramiento de las políticas ambientales globales.

4.3 Hipótesis fundamentales

De la problemática ambiental del SE (consecuencias ambientales deletéreas derivadas de las actividades del SE y dificultades para su manejo por limitaciones o insuficiencia de los programas y planes ambientales propios o de las AAs), traducida a los diagramas de causalidad descritos arriba se desprenden las hipótesis que se plantean a continuación. Cada una de estas incluye los cuestionamientos básicos que se pueden sintetizar así:

- ¿Existen instrumentos?
- ¿Están bien concebidos?
- ¿Se aplican?
- ¿Qué vacíos existen?
- ¿Se actualizan?
- ¿Están bien definidas las competencias institucionales?
- ¿Hay injerencias de la clase política y "lobby"?

[estas hipótesis –al igual que la descripción de la problemática y los diagramas de causalidad de este informe– son sólo ejemplos, válidos para la formulación de la metodología y para establecer la programación, lo real que puede ser semejante o diferente, será desarrollado a lo largo del estudio]:

4.3.1 Las consecuencias ambientales directas derivadas de los desarrollos del sector son adecuadamente manejadas (identificadas, evaluadas, minimizadas, los proyectos modificados, los desarrollos monitorados, etc.) por los instru-

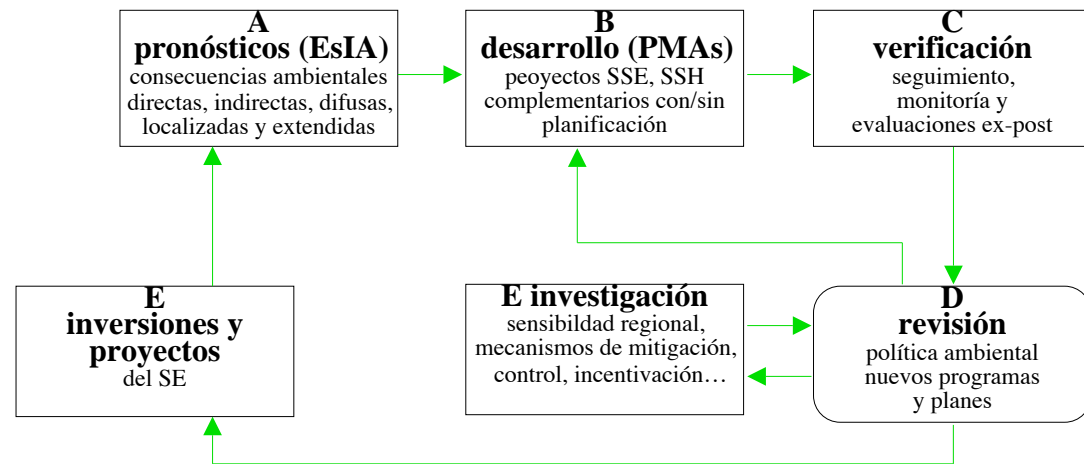


Figura 5. Diagrama de causalidad del papel de la investigación y del seguimiento en el diseño de la política ambiental [incompleta, requiere ajustes y cambios]

mentos de la PA vigente (EsIA y PsMA con base en TdR genéricos emanados por las AAs). La hipótesis alterna es que dichas consecuencias no son adecuadamente manejadas.

4.3.2 Las consecuencias ambientales indirectas, difusas y extendidas, derivadas de los desarrollos no planificados asociados a los del SE no son adecuadamente manejadas con los instrumentos actuales de PA, tanto los propios del SE como los disponibles a las AAs. La hipótesis alterna es que dichas consecuencias son adecuadamente manejadas.

4.3.3 Los instrumentos de política ambiental actual, tanto los del SE, como los de la AA, permiten el manejo (identificación, evaluación, mitigación, etc.) de las consecuencias concurrentes de varios sectores en un mismo territorio (efectos acumulados). La hipótesis alterna es que los instrumentos existentes no son adecuados.

4.3.4 Las experiencias derivadas de la gestión ambiental del SE (seguimiento, monitoría y evaluaciones ex-post) son incorporadas eficientemente a las PPPs del SE y de las AAs. La hi-

pótesis alterna es que dichas experiencias no son tenidas en cuenta para la reformulación de las PPPs.

4.3.5 Las PPPs de las AAs son eficientes para el control de las causas primarias de los deterioros ambientales generados por las actividades y procesos del SE. La hipótesis alterna es que dichas PPPs no son eficientes.

4.3.6 La PPPs de investigación y desarrollo del SE incluyen las temáticas prioritarias para el desarrollo ambientalmente sostenible del sector y sus resultados son incorporados por este al diseño de los nuevos planes de expansión.

4.3.7 Las PPPs de investigación y desarrollo del SA (MMA, institutos adscritos, ONGes, universidades, etc.) y de los entes reguladores del SE (UPME, CASEC, CREG, etc.) incluyen las temáticas prioritarias para orientar la gestión del desarrollo dentro del concepto de sostenibilidad ambiental.

4.4 Datos relevantes para verificación de hipótesis

Si bien las hipótesis ejemplificadas arriba pueden diferir de las que PASE planteó durante el desarrollo del estudio, las hipótesis definitivas serán análogas a estas en cuanto se centrarán en la verificación de efectividad de los PPPs ya sea del SE o del SA. Esto implica que la información requerida para verificar las hipótesis es de nivel alto en la pirámide de información (índices o indicadores más que datos numéricos sobre el estado de los parámetros ambientales modificados por las actividades propias de un subsector), figura 7.

La información requerida para la verificación de las hipótesis planteadas arriba puede obtenerse por tres caminos:

4.4.1 datos generados por el SE, derivados de los EsIA y de sus programas de seguimiento y monitoría o de evaluaciones ex-post asociadas a varias instalaciones; datos derivados de evaluaciones ambientales subsectoriales; datos derivados de evaluaciones ambientales de regiones donde los subsectores han desarrollado actividades.

4.4.2 análisis de casos que difieran o presenten contrastes en cuanto a aspectos relevantes de PPPs en un subsector dado y que estén adecuadamente documentados y

4.4.3 entrevistas o encuestas con personal de las AAs y de las entidades que conforman los SSE y SSH y otras entidades afines, sobre los EsIA realizados, los resultados de la implementación de los PMAs, resultados de monitorías, evaluaciones ex-post, etc..

Una cuarta opción para obtención de datos sería el desarrollo e implementación de un programa de observaciones y mediciones directas en tipos de instalaciones seleccionadas de cada uno de los dos sectores. Sin embargo, los largos tiempos y altos costos requeridos hacen prohibitiva esta cuarta alternativa y debe descartarse.

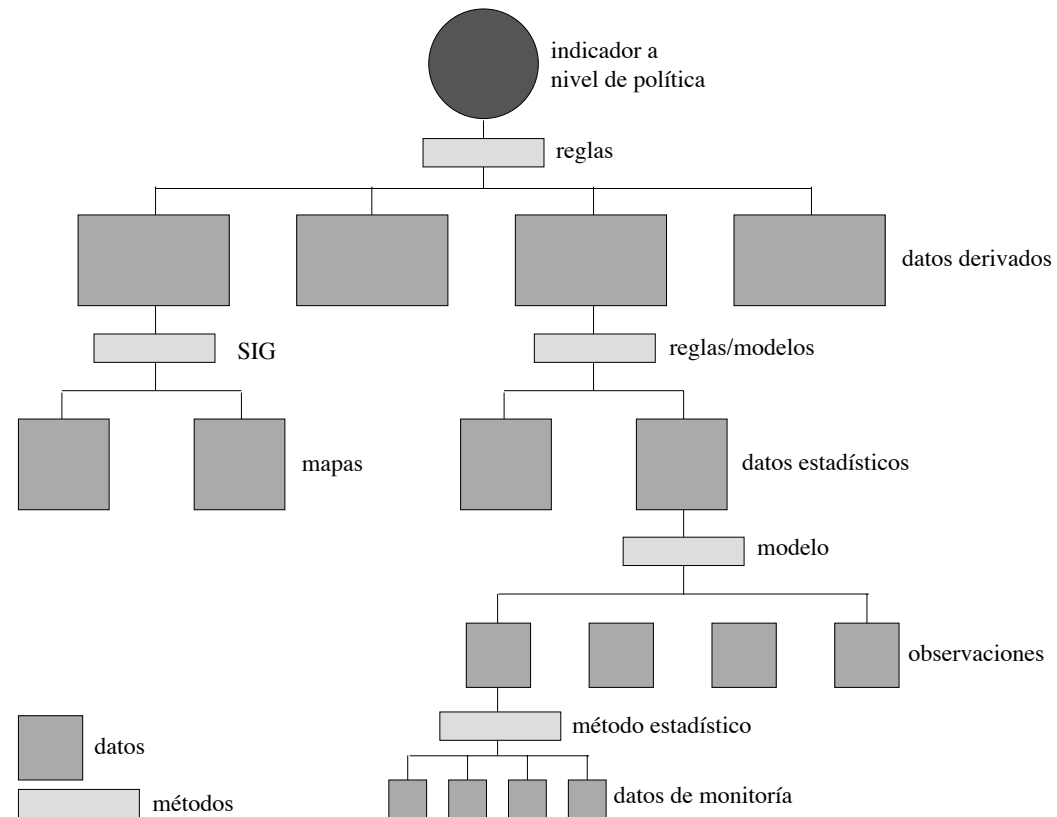


Figura 7. Niveles jerárquicos de datos y métodos (pirámide de información) para la obtención de indicadores de políticas. Tomado de GAIA: <http://cesimo.ing.ula.ve/GAIA/> [sin adaptación a los requisitos de PASE]

Las tres fuentes de información adolecen de fallas. La primera (datos de monitoría y evaluaciones ex-post) porque unas y otras son escasas; la segunda (análisis de casos) porque dificulta el tratamiento estadístico; y la tercera por la subjetividad de la información suministrada.

El marco conceptual del proyecto GAIA citado al inicio de este informe presenta un sistema complejo que combina las varias fuentes y que puede adaptarse al presente estudio (figura 7).

"The different levels of data for policy purposes are shown in the Information Pyramid [figura

7]. At the bottom of the pyramid are data, which unprocessed are of little value for policy purposes. Once data are processed into statistics or tables, they can be used in reports or as the basis for ad-hoc evaluations, but still they are often difficult to understand or use for policy. Indicators are statistics directed specifically towards policy concerns and which point towards successful outcomes and conclusions for policy. They are usually highly aggregated and have easily recognizable purposes. Classic indicators include the unemployment rate or GDP growth, numbers which are such powerful and recognizable indicators of performance that they may cause governments to fall. At the

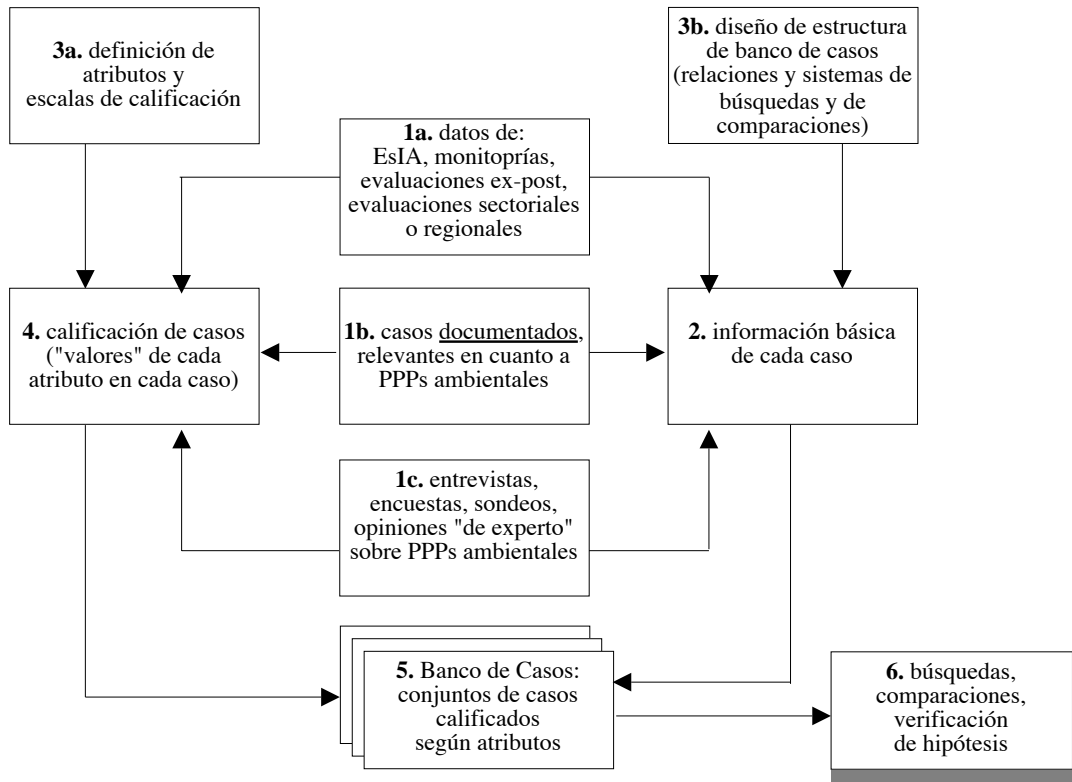


Figura 8. Pasos para el diseño y conformación de un banco de casos para verificación de hipótesis de PASE

highest level are indices, such as the consumer price index or human development index, which combine different indicators into a single number useful for comparison over time and space."

Esta concepción se puede materializar para el PASE mediante la organización de la información generada por las varias fuentes descritas en la construcción de sendos bancos de casos (BC)

para cada subsector¹⁵. La información para verificar hipótesis (v. gr. las planteadas aquí, pero realmente las que a lo largo del estudio se generen) debe ser provista por los casos. Ciertamente todos los desarrollos son sui generis (unos serán ejemplos de buenas PPPs y otros de malas PPPs) y deben dejar enseñanzas sobre aspectos particulares de la problemática.

4.5 Análisis de datos y verificación de hipótesis

¿Cómo analizar los casos? Se recomienda la utilización de un esquema semejante al planteado en TED¹⁶. Este es un conjunto de dos bases de datos (casos) diseñada con propósitos de investigación y enseñanza. Una consiste en casos en los que la producción, comercio o consumo de algo (una materia prima, servicio o producto semiprocesado, etc.) tiene consecuencias ambientales (en donde se produce, se comercia o donde se consume o en los tres tipos de sitios). En la segunda base de datos los casos son situaciones de conflicto (enfrentamiento, sensu lato) relacionadas con el ambiente (como causa o como efecto). Para que los casos puedan suministrar evidencia sobre aspectos diversos, cada uno está calificado con un conjunto de atributos. La comparación de casos con atribu-

¹⁵ Podría ser sólo un BC, las diferencias en el manejo y organización de cada subsector, en los tipos de consecuencias ambientales asociadas e incluso en las regiones objeto de los desarrollos subsectoriales, quizás justifiquen su separación. El punto no es crítico de momento porque si se decide que estas afirmaciones no son importantes o válidas, se pueden integrar los dos BCs; por otro lado, el manejo de los BCs exige la referenciación cruzada de cada caso con los que por diferentes razones le son afines, de tal manera que la información de los dos subsectores siempre estará disponible para la verificación de hipótesis y por tanto para los demás pasos del ciclo.

¹⁶ American University. Trade and Environment Database. Washington D. C. <http://www.american.edu/projects/mandala/TED/help/menu.htm>

tos comunes (uno o más atributos dados tienen el mismo "valor" en casos diferentes) permite derivar conclusiones. Es un poco lo que hacen los médicos con las historias clínicas, deducen para el conjunto a partir del análisis de individuos. Los individuos no son idénticos pero tienen algo en común (al menos todos pagan la cuenta del médico!).

4.5.1 Diseño del banco de casos. Para PASE se recomienda la construcción de un BC de acuerdo con el esquema detallado en la figura 8. Las tres fuentes de datos listadas arriba (1a., 1b. y 1c. en la figura 8.) suministran la información básica de cada caso (2.), el cual debe ser calificado (4.) con los múltiples atributos definidos en 3a.; el conjunto de casos calificados constituye el BC (5.). Las hipótesis se verifican (6.) con base en comparaciones de casos individuales o subconjuntos de casos mediante la estructura diseñada en 3b. Las hipótesis a verificar pueden ser las planteadas en este informe u otras que se ocurran a lo largo del estudio; los casos siempre podrán ser complementados (realmente así opera TED) y aún agregar nuevos atributos.

El aspecto fundamental del BC es la selección de los atributos para calificar los casos y las escalas de valoración (3a). En principio se considera que un caso es un emprendimiento del subsector (proyecto en obra o instalación en operación), pero pueden ser conjuntos de ellos (un plan de expansión ejecutado por varias empresas independientes, una cadena de embalses EHE en una misma cuenca, un sistema regional de distribución, etc.). Los atributos deben estar organizados en contextos (*cluster* es la denominación que emplea TED) para facilitar la conformación de indicadores; sin el ánimo de promover a priori cuáles serán estos contextos ni los atributos mismos, se proponen a manera de ejemplo los siguientes, no están en ningún orden particular:

- contexto del desarrollo: subsector, tipo de

emprendimiento, estado de desarrollo, fechas de iniciación y terminación, vida útil proyectada, entidad propietaria, costos proyectados, costos reales, cronogramas de ejecución, retrasos

- contexto geográfico: ubicación, área de influencia (directa, indirecta) características físicas, biológicas, económicas y recursos, socio-culturales, institucionales

- contexto ambiental: consecuencias identificadas a priori (directas, asociadas, indirectas en los medios físico, biológico y cultural), actividades de manejo propuestas, proceso de licenciamiento (quién autorizó, fechas, condicionantes de licencia), participación ciudadana

- contexto de la gestión ambiental: consecuencias identificadas a posteriori (directas y asociadas), aspectos monitoreados, evaluaciones ex-post, desarrollos asociados planificados o espontáneos, consecuencias (directas, indirectas y asociadas), AA responsable de seguimiento (actividades, fechas, costos, resultados), acciones ciudadanas (motivación, fechas, estado, resultados)

- contexto de documentación: referencias bibliográficas, referencias a otros casos en el BC

4.5.2 Manejo del BC. El BC no necesariamente debe estar computarizado, un fichero organizado con múltiples índices podría ser suficiente al comienzo, pero rápidamente el número de casos crece y es entonces conveniente su almacenamiento en computador. La estructura de TED está diseñada con HTML para utilización a través de Internet, esto podría hacerse también para PASE, como alternativa se puede utilizar un manejador de bases de datos más convencional v. gr., FoxPro, Oracle o 4th Dimension. Además de la accesibilidad a todos los interesados –que puede ser fundamental para obtener oportunamente información adicional y comentarios– la ventaja de HTML es la simplicidad de

la programación, pero es limitado para cálculos complejos, requeridos posiblemente tanto en el ingreso de información como para la producción de indicadores y otros datos sintéticos (ver figura 7.), aunque estas dificultades son obvias con recursos externos a la aplicación seleccionada para manejo del BC (hojas de cálculo, bases de datos planas, paquetes estadísticos, modelos y aplicaciones para propósitos específicos).

La información consignada en varios atributos de los contextos arriba descritos tiene relevancia geográfica; por esta razón, se recomienda, aunque no es esencial, la estructuración de un archivo georeferenciado que facilite las comparaciones y la categorización de los casos. La escala de trabajo debe ser pequeña (ca. 1:500.000) dados el tiempo y recursos disponibles.

4.6 Modificación de diagramas de causalidad

La modificación de los diagramas de causalidad es el resultado directo de la verificación de las hipótesis. Es un proceso iterativo que se desarrollará a lo largo del estudio; los resultados iniciales se basarán en el análisis de un menor número de casos y pueden por tanto diferir de los que se obtengan en etapas posteriores del estudio. Normalmente el ciclo *problemática-análisis-solución* regresa a la problemática mediante la simulación de modificaciones a las variables para inducir respuestas del sistema en la dirección deseada. En el caso de PASE, es necesario articular diferentes opciones de política ambiental (instrumentos de PPPs) al diagrama o diagramas de causalidad y deducir a partir de ellas las consecuencias sobre los elementos fundamentales del sistema, i.e., sobre los medios naturales y culturales susceptibles de alteración por las actividades del SE y sobre la sostenibilidad del sector mismo en el marco de las regulaciones ambientales.

4.7 Formulación de soluciones alternati-

vas (PPP's alternativas)

Las alternativas de solución –las opciones de política– serán aquellas PPPs que en el paso anterior hayan mostrado posibilidades de modificar el sistema en la dirección de sostenibilidad tanto ambiental como del desarrollo del sector. Las PPPs considerarán entre otros los siguientes tipos de instrumentos, de manera individual y en conjunto:

- normativos (modificaciones o complementaciones a las reglamentaciones existentes o nuevas reglamentaciones)
- de "premio y castigo": punitivos (multas y sanciones), estímulos por cumplimiento temprano y oportuno, compensaciones, créditos
- institucionales (refuerzo financiero y técnico; rediseño de entidades y de unidades operativas al interior de ellas; formulación de procedimientos y mecanismos de concertación y coordinación interinstitucional)
- de fomento a la investigación y desarrollo (mecanismos depriorización, divulgación y aplicación; crédito y financiación; participación de las universidades, centros de investigación y ONGs)
- de participación ciudadana (oportunidad, ciclo de proyecto y participación, idoneidad de participantes)
- de desarrollo empresarial para aplicación de PPPs (fomento, crédito y apoyo técnico para desarrollo decultura e incubación de empresas para implantación de nuevas PPPs)
- cronogramas de implementación (metas y estándares a cumplir, calendarios de cumplimiento)

4.8 Selección de alternativas

En cierto sentido se puede afirmar que existe una competencia (conurrencia de intereses)

entre la AA y el SE por el uso del territorio y los recursos, es decir el SA y el SE son antagonicos. Por otra parte, las actividades llevadas a cabo por el SE son fundamentales para la vida del país; la imposición de restricciones puede desencadenar procesos más graves y complejos que los que se quieren evitar. Por esta razón, la selección de las PPPs debe considerar no solamente los objetivos ambientales fundamentales sino además otros referentes al devenir del SE. Las PPPs seleccionadas mediante el ciclo *problemática-análisis-solución* son aquellas que permiten el cumplimiento del propósito ambiental fundamental del estudio. Pero éstas difieren –además de su eficacia para el manejo ambiental– en varios aspectos relacionados con la viabilidad de su implementación: aceptabilidad por parte del SE (cada días más privado y por tanto más independiente de las políticas del estado) y de la sociedad, costos financieros, oportunidad de aplicación (no todas son inmediatas ni producen resultados tangibles inmediatos), etc. Esta concurrencia de competencias exige que las alternativas de PPPs sean examinadas de tal manera que las ventajas se conviertan en objetivos a maximizar y las desventajas en objetivos a minimizar. Este camino conduce a la selección de la alternativa subóptima que mejor cumple el espectro de objetivos y a definir los criterios para el diseño de esta alternativa. Este procedimiento se conoce como *análisis multiobjetivo*¹⁷ y es útil en la comparación de opciones en las cuales las diferencias son difíciles de precisar ya sea por la naturaleza misma de la problemática (v. gr., que incluye incertidumbres o valoraciones sociales y políticas altamente subjetivas) o por la calidad y cantidad de la información antecedente disponible. Estas dos situaciones son aplicables al caso del PASE.

4.8.1 Análisis multiobjetivo. Los métodos

¹⁷ Esta herramienta ya ha sido utilizada por el SSE en la evaluación ambiental de planes de expansión de generación. [desconozco si aún se utiliza]

de AMO permiten incluir explícitamente en el proceso de toma de decisiones objetivos económicos, sociales, ambientales, financieros, técnicos y de cualquier otro tipo. Algunos de ellos pueden estar representados por funciones matemáticas complejas mientras que otros sólo por expresiones cualitativas (Smith, et al. 1993)¹⁸.

Un problema de múltiples objetivos se puede representar matemáticamente mediante un vector de p dimensiones, en el cual cada dimensión representa una función objetivo; ésta a su vez es una función de varias variables, \underline{x} , así:

$$Z(\underline{x}) = [Z_1(\underline{x}), Z_2(\underline{x}), \dots, Z_p(\underline{x})],$$

y cada uno de los objetivos es a su vez función del vector \underline{x} de variables de decisión.

Los métodos de AMO tratan de identificar la o las mejores soluciones considerando múltiples objetivos simultáneamente. El conjunto de soluciones óptimas se denomina conjunto de soluciones no dominadas o no inferiores. Este está constituido por aquellas soluciones sobre las cuales no puede decirse que una es mejor que las otras cuando se consideran todos los objetivos propuestos. (Smith et al., 1993)

La selección de una solución específica del conjunto de soluciones no dominadas significa que el decisor ha manifestado de alguna manera su preferencia por esa solución, la cual representa cierta combinación concreta de logros de los diferentes objetivos.

En este contexto se podría hablar, en términos generales, de dos procesos en la toma de decisiones utilizando AMO. En el primero se define el conjunto de soluciones no dominadas y en el

¹⁸ Smith Q., Ricardo A., Germán Poveda J., Oscar J. Mesa S., Darío Valencia R., Isaac Dyner R. 1993. Decisiones con múltiples objetivos e incertidumbre. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Minas, publicación n° 5 del Postgrado en Aprovechamiento de Recursos Hidráulicos. v+231 pp. Medellín.

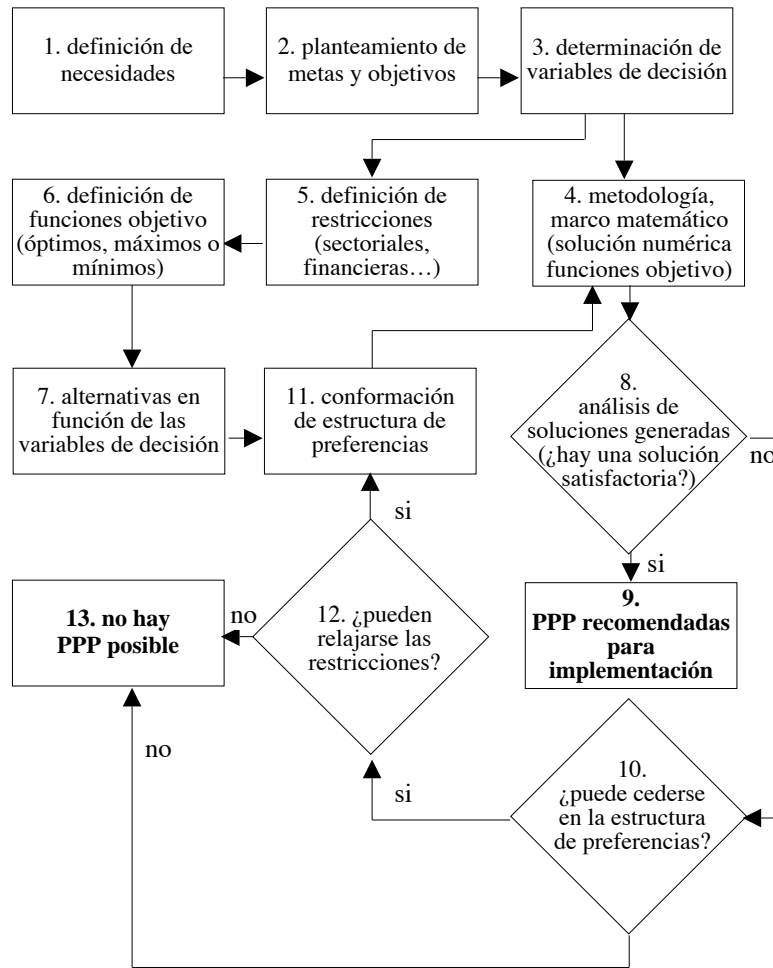


Figura 9. Procedimientos de análisis multiobjetivo para la selección de las PPPs óptimas

segundo se selecciona la solución por implementar. Tal selección se hace teniendo en cuenta la estructura de preferencias que tiene el decisor sobre los diferentes objetivos considerados. (Smith et al., 1993)

La figura 9. presenta el esquema general del procedimiento de análisis multiobjetivo aplicado al PASE.

4.8.2 Aplicación de métodos AMO al PASE.

Existen un número amplio de técnicas de AMO que difieren en la estructura de valoración y en la forma y momento en el que definen y usan la estructura de preferencias del decisor y en términos prácticos en la complejidad de la programación numérica para el cálculo de soluciones. Hay muchas aplicaciones disponibles para implementación de métodos AMO, inclusive *freeware* y *shareware*.

Independientemente del método utilizado se re-

quieran cuatro pasos para la aplicación del AMO:

- en primer lugar la definición de los **objetivos** a minimizar o maximizar y los **criterios** y **escalas de valoración** de cada uno (v. gr.: eficacia para manejo ambiental del SE, aceptabilidad por parte del SE, receptividad social, costos financieros de implementación, tiempos de implementación, etc.)
- segundo, el conjunto de **alternativas** (PPPs) que en principio pueden cumplir con los diferentes objetivos (definidas mediante los procedimientos discutidos en las secciones anteriores)
- tercero la matriz de pagos, es decir el **logro de cada alternativa para cada objetivo**, para lo cual se requiere la selección de parámetros de inferencia (v. gr., niveles de oxígeno disuelto para calidad del agua), la adaptación o diseño de indicadores (NBI, PIB, etc.) o acuerdos sobre valoraciones cualitativas (óptimo, bueno... peor, pésimo)
- por último los **juegos de pesos de los diferentes objetivos**, es la estructura de preferencias del decisor; la definición de pesos máximos y mínimos para cada criterio permite efectuar análisis de sensibilidad.

Para la definición de los objetivos y criterios y los juegos de pesos es fundamental la participación del CA y por su conducto la obtención de información de los intereses de los subsectores.

Tabla 4. Recursos de personal

actividad	director	Grupo de Miguel Pabón					Grupo de Mauricio Silva				
	LCGL	MP	OLB				MS	JB			
	ecólogo										
fase 1.											
diseño conceptual/metodológico/programación											
fase 2. (SSE)											
formulación de problemáticas											
diagramas de causalidad y planteamiento H ₀											
diseño/estructuración BC											
documentación de casos											
verificación H ₀ y revisión de diagramas causales											
diseño y cálculo de indicadores de política											
informe integrado fases 1. y 2.											
fase 3. (SSE)											
formulación de PPPs alternartivas											
evaluación y selección de PPPs alternativas											
informe integrado fase 3.											
fase 4. (SSE)											
ciclo simplificado para SSH											
documentación de casos											
verificación H ₀ /revisión diagramas causales											
diseño y cálculo de indicadores de política											
fase 5. (SE)											
análisis multicriterio de PPPs alternativas											
PPP integradas para SE											
marco institucional/regulatorio											
informe integrado fases 4. y 5.											

