



**BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO**  
**Universidad Nacional de Colombia - Sede Manizales**  
**Instituto de Estudios Ambientales**  
**- IDEA -**

---



**PROGRAMA DE INFORMACIÓN E INDICADORES DE GESTIÓN DE  
RIESGOS DE DESASTRES NATURALES**  
**BID - CEPAL - IDEA**

EJECUCIÓN DEL COMPONENTE II  
**Indicadores de Gestión de Riesgos**  
OPERACIÓN ATN/JF-7907-RG

**INDICADORES E ÍNDICES AMBIENTALES**  
**Marco Teórico de Indicadores**

**Preparado por: Dora Catalina Suárez Olave**



**Manizales - Colombia**  
**Agosto 2003**

---



TABLA DE CONTENIDO

<b>1. DEFINICIONES Y EVOLUCIÓN .....</b>	<b>3</b>
VALORACIÓN .....	3
<u>AGUAS</u> .....	3
<u>AIRE</u> .....	3
<u>SUELOS</u> .....	4
<u>BIODIVERSIDAD</u> .....	4
<u>VALORACIÓN ECONÓMICA</u> .....	4
<u>GESTIÓN AMBIENTAL</u> .....	5
INDICADORES.....	6
<u>TIPOS DE INDICADORES</u> .....	7
<b>2. EXPERIENCIAS INTERNACIONALES .....</b>	<b>8</b>
1. NACIONES UNIDAS: .....	8
2. COMISIÓN ECONÓMICA PARA AMÉRICA LATINA, CEPAL .....	8
3. ORGANIZACIÓN PARA LA COOPERACIÓN Y EL DESARROLLO ECONÓMICO, OECD :.....	9
4. CASO DE ESTADOS UNIDOS:.....	9
5. CASO DE MÉXICO: .....	10
6. CASO DE BRASIL:.....	10
7. CASO DE CHILE: .....	10
8. LOS INDICADORES AMBIENTALES DEL CANADÁ: .....	11
9. LOS INDICADORES AMBIENTALES EN FRANCIA: .....	11
10. EL SISTEMA DE INDICADORES AMBIENTALES DE ESPAÑA : .....	12
11. EL CASO DE INGLATERRA: .....	12



<b>3. METODOLOGÍAS .....</b>	<b>13</b>
EL MODELO PRESIÓN – ESTADO - RESPUESTA:.....	13
<b>4. EJEMPLOS DE SISTEMAS DE INDICADORES AMBIENTALES .....</b>	<b>14</b>
INDICADORES SELECCIONADOS PARA EL SISTEMA DE INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL DE COLOMBIA, SISA .....	14
INICIATIVA DE INDICADORES AMBIENTALES Y DE DESARROLLO SOSTENIBLE DE CANADÁ.....	14
INDICADORES AMBIENTALES DE LA AGENCIA AMBIENTAL EUROPEA .....	15
OTROS EJEMPLOS DE INDICADORES AMBIENTALES .....	16
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>18</b>



## INDICADORES AMBIENTALES

### 1. DEFINICIONES Y EVOLUCIÓN

#### VALORACIÓN

Desde .La Declaración de Estocolmo en 1972, posteriormente ratificada en la Declaración de Río de Janeiro en 1992, la preocupación por llevar a cabo acciones para proteger el medio ambiente y emprender un desarrollo sostenible ha venido creciendo día a día. A partir de esto, surgió la necesidad de **valoración y medición** del daño que se venía haciendo al medio ambiente, o de impactos ambientales, así como del estado de los recursos y condiciones ambientales.

La medición y valoración de impactos, encaminada hacia una apropiada gestión ambiental, ha permitido la observación de niveles registrados de contaminación, por ejemplo, de parámetros fisicoquímicos, el análisis de la causa de los mismos, y cómo afectan las condiciones socioeconómicas de las poblaciones involucradas. El problema para definir en qué punto o medida se puede decir si es un impacto ambiental o si no causa un daño importante para una comunidad, se ha tratado a través de la determinación de **niveles permisibles, regulaciones y leyes** por parte de entidades encargadas del monitoreo y control ambiental.

#### **Aguas.**

En el tema de aguas, se tiene mayores especificaciones para la evaluación de la calidad y uso, como:

- Nivel de oxígeno disuelto, demanda química de oxígeno, demanda bioquímica de oxígeno; lo que da un indicio de contaminación por materia orgánica en los cuerpos de agua.
- Concentraciones de determinados compuestos y elementos que causan efectos específicos, ya sea a la salud humana o a los ecosistemas acuáticos.
- Propiedades químicas y físicas, como dureza, alcalinidad, acidez, PH, sedimentación, temperatura, que permiten conocer el estado del cuerpo de agua y su posible comportamiento ante nuevos vertimientos o si es apto o no para un uso determinado.
- Bioindicadores, que consisten en que con la presencia, condición y número de especies de peces, invertebrados, insectos, algas y plantas, se puede tener información acerca de la condición de un cuerpo específico de agua (EPA, 2003).

#### **Aire.**

Para aire, diferente a los análisis meteorológicos, en términos de contaminación se realizan mediciones de concentraciones de compuestos o elementos contaminantes en las fuentes que los emiten o en el ambiente, simulaciones de dispersión de contaminantes y mediciones del nivel de ruido.



## Suelos.

En suelos hay muchos estudios desde el campo de la ingeniería, geológico, geomorfológico, agrícola, etc., en la cuantificación de las características y condiciones físicas y químicas, y la relación con la cobertura vegetal, y las condiciones hídricas. En cuanto a la contaminación de los mismos, existen tasas de descomposición de residuos sólidos, tasas de generación de éstos, cantidad de material reciclado, recuperado y/o reutilizado, porcentajes y evaluación de los diferentes tipos de valoración de residuos sólidos, y mediciones de concentración de sustancias tóxicas, entre otros.

## Biodiversidad.

Relacionada con fauna y flora. Ha tenido una gran importancia su valoración y tendencias desde este punto de vista. Cada vez aparecen nuevas metodologías e indicadores para medir efectos sobre ecosistemas, o su estado, entre los que se encuentran, el software de análisis de información geográfica, aunque los más comunes usados por ecólogos y biólogos son los de diversidad, definidos como:

- Riqueza específica: Es el número de especies que existen en una determinada área. No incluye el número de individuos por especie.

- Índices de diversidad: Riqueza específica ajustada por la abundancia de cada especie.

Índice de Shannon (H):  $H = - \sum_{i=1}^s P_i \ln P_i$

Índice de Simpson (D):  $1 - \sum_{i=1}^s P_i^2$

$$P_i = \frac{n_i}{N}$$

N representa el total de individuos en los grupos que se están considerando.  
 $n_i$  representa el número de individuos en el grupo i.

$P_i$  = Abundancia proporcional a cada especie.

S = n

La suma es tomada sobre el número total de grupos.

## Valoración económica.

Otros tipos de valoración se han presentado desde el punto de vista económico, en los cuales hay varios métodos que tratan de convertir diferentes aspectos del medio ambiente a unidades que permitan obtener indicadores comparativos. Esta posición se fundamenta en que el medio ambiente tiene valor porque cumple una serie de funciones y servicios que afectan positivamente el bienestar de las personas que componen la sociedad. De esta forma se puede tomar medidas



para establecer límites en la explotación de recursos (igualdad de oferta y demanda, teniendo en cuenta los costos de extracción, niveles apropiados de conservación), aplicación de impuestos o pagos por cierto tipo de impactos ambientales, como vertimientos líquidos y emisiones atmosféricas, costos de descontaminación, entre otros.

Los tipos de valoración económica del medio ambiente son:

- El excedente del consumidor: es la diferencia entre lo que se está dispuesto a pagar por un bien y lo que realmente se paga.
- Valoración compensada: Es la cantidad de dinero que ante un cambio producido, el consumidor está dispuesto a pagar o recibir para quedar con el mismo nivel de bienestar inicial.
- Valoración equivalente: es la cantidad de dinero que tendría que cobrarse a una persona para que sin el cambio quedara en el nivel de utilidad o bienestar final.

### **Gestión Ambiental.**

Con el fin de integrar todos los componentes y procurar un manejo o gestión Apropiada para éstos, también se han desarrollado evaluaciones más generales, que permitan, a través de la priorización de algunos componentes, el direccionamiento de políticas y acciones concretas. Dentro del enfoque industrial se tienen las evaluaciones de las diferentes normas de calidad ambiental, los balances de materia y energía, entre otros. Con relación a proyectos de desarrollo o en lo relacionado con el ordenamiento territorial se realizan análisis matriciales por dimensiones, y/o se hace uso de sistemas de información geográfica (SIG) que permite la superposición de mapas temáticos, que pueden representar cada una de las dimensiones ambientales, por medio de criterios técnicos para definir áreas apropiadas para los diferentes tipos de actividades humanas o áreas de manejo especial.

Una propuesta alterna para estas estimaciones es la presentada por Angel, 2000, por medio de la dinámica de sistemas, que permite el acople de sistemas de ecuaciones de estado con otras relaciones que definen el cambio de las tasas de variación como una función de otras variables conocidas<sup>1</sup>. Esto con el fin de encontrar impactos producidos por el desarrollo de una acción o actividad necesaria para la construcción u operación del proyecto, ya que es frecuente encontrar que, por ejemplo, impactos físicos desencadenen impactos bióticos y estos sean el disparador de otros de tipo económico o político, por lo que el análisis puede incluir varias generaciones de impactos (Angel, 2000).

Esto se realiza a través de modelos de simulación, que usualmente son expresados como algoritmos numéricos, una vez concebidos, desarrollados y calibrados. Así se puede someter el sistema a diversas condiciones ambientales, configuraciones del proyecto o varios modos o reglas de operación y/o la estimación del comportamiento del sistema ante situaciones extremas (Angel, 2000).

---

<sup>1</sup> Dyner, 1993. En: Angel, Métodos Cuantitativos para la Toma de Decisiones Ambientales. Postgrado Gestión Ambiental, Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín, 2000.



## **Indicadores.**

Para tener términos más concretos de la valoración y evaluación ambiental aparecen los indicadores ambientales. Estos son mediciones científicas de la trayectoria de las condiciones ambientales a través del tiempo; ayudan a medir el estado del aire, agua y suelo, la presión sobre ellos y los efectos resultantes sobre la salud ecológica y humana; muestran el progreso en la limpieza del aire, purificación del agua y protección del suelo (EPA, 2002). La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico – OECD define un indicador ambiental como un parámetro o el valor resultante de un conjunto de parámetros, que ofrece información sobre un fenómeno, con un significado dado por una definición clara de su función (OECD 1993; en: Manteiga 2000). Así como los indicadores económicos o sociales, los indicadores ambientales están basados en series de datos específicos o series estadísticas que miden algunos componentes, procesos o tendencias de interés, que son básicamente el deterioro ambiental o la insostenibilidad; pero lo difícil es definir qué es desarrollo sostenible, o cuál es el ideal de medio ambiente o balance ecológico (United Nations System - Wide Earthwatch 1998).

Otra definición: “un indicador ambiental es una variable que ha sido socialmente dotada de un significado añadido al derivado de su propia configuración científica, con el fin de reflejar de forma sintética una preocupación social con respecto al medio ambiente e insertarla coherentemente en el proceso de toma de decisiones” (Min. Ambiente España, 1996. En: Min. Ambiente, 2002)

Los indicadores ambientales han adquirido relevancia en los últimos años dada su capacidad de generar una imagen sintética de las condiciones ambientales del territorio. Su auge se ha desarrollado de forma paralela a los avances, acuerdos y retos ambientales a nivel global. Lo anterior también ha conducido a la necesidad creciente de contar con información que facilite la formación de una opinión a la hora de tomar decisiones públicas o privadas, a través de la formulación de políticas ambientales para la asignación de recursos a esta área. Los indicadores ambientales aparecen cargados de una urgencia política y de unos desarrollos informáticos que los hacen más factibles de construir que otro tipo de indicadores que han tenido mayores dificultades en su conceptualización y construcción (p.e muchos indicadores sociales) (Colnodo-Min. del Medio Ambiente 2001) (Manteiga 2000).

Entre los problemas para formular y consolidar unos indicadores ambientales concretos que permitan la comparación a nivel global, está el que continuamente sigan en desarrollo y discusión, además, como las condiciones ambientales, sociales y políticas de cada país, región y localidad son diferentes, hay indicadores nuevos que pueden ser más importantes para un sitio específico, y a nivel general no tienen tanta importancia. Así mismo aún está en proceso la recolección, sistematización y centralización de la información requerida en muchos países.



## **Tipos de Indicadores.**

En el ámbito ambiental existen diferentes tipos de indicadores según la orientación y el alcance del estudio en el cual estén enmarcados. De esta manera, se pueden definir los siguientes tipos de indicadores (MIN. AMBIENTE, 2002):

### **Indicadores Biofísicos:**

Están orientados hacia el estudio de las condiciones naturales (atmosféricas, geosféricas, etc.), los recursos naturales, los ecosistemas y las funciones ecosistémicas de un territorio, que en su conjunto se asocian a su oferta natural o “patrimonio natural”.

### **Indicadores Ambientales:**

Su objeto de estudio trasciende el de los indicadores biofísicos, en tanto que considera aspectos o problemas resultantes de la interacción entre el sistema sociocultural y el patrimonio natural. Este tipo de indicadores cubren temáticas propias de los hábitos y modos antrópicos de producción y consumo, tales como demanda y uso de recursos naturales, generación y aprovechamiento de residuos sólidos y líquidos (locales y globales), contaminación acústica, las tecnologías y los tipos de energía utilizados en la producción de bienes y servicios (industriales y agropecuarios) y sus problemas concomitantes (cambio climático, adelgazamiento de la capa de ozono, entre otros). De igual forma se consideran como indicadores ambientales los asociados con la gestión ambiental orientada hacia el uso racional de los recursos y del medio ambiente: conservación in-situ y ex-situ, educación e investigación ambiental, entre otros.

### **Indicadores de Sostenibilidad Ambiental:**

Estos indicadores son los mismos que fueron definidos como “ambientales”, pero potenciados con un valor agregado tendiente a establecer y monitorear la sostenibilidad de la relación hombre-naturaleza. Para ello, pueden utilizar variados parámetros de comparación y contraste para monitorear y evaluar la evolución de sus valores en el tiempo (lecturas reales o por modelación), como los siguientes: capacidad de carga de los ecosistemas, resiliencia o capacidad de dilución de una corriente o los estándares o valores fijados nacional o internacionalmente, como referentes válidos de un “uso sostenible” o de una gestión adecuada de los recursos naturales y del medio ambiente en general.

### **Indicadores de Desarrollo Sostenible:**

Este tipo de indicadores dan cuenta de las cuatro dimensiones tradicionalmente asociadas al concepto de desarrollo sostenible: la ambiental, la económica, la social y la institucional. No obstante, debe existir un amplio acuerdo en que éstas son las dimensiones que se deben incluir en la definición y medición del desarrollo sostenible, no existe aún un camino suficientemente compartido para identificar y modelar las múltiples y complejas interrelaciones entre ellas y generar a partir de ellas una expresión sintética y agregada que exprese el avance obtenido en la construcción del desarrollo sostenible.

Es frecuente encontrarse con una clasificación de los indicadores anteriores que propone denominar los indicadores ambientales y de sostenibilidad como de “primera generación”, los





indicadores de desarrollo sostenible como de “segunda generación” y a los agregados o índices que integran dimensiones como de “tercera generación” (Min. Ambiente 2002).

De la experiencia internacional se destacan tres tipos básicos de sistemas de indicadores: i) los de evaluación de la política ambiental, ii) los de integración de los aspectos ambientales en las políticas sectoriales y iii) los de integración de los aspectos ambientales en la política económica (Colnodo-Min. del Medio Ambiente 2001).

## **2. EXPERIENCIAS INTERNACIONALES**

### **1. Naciones Unidas<sup>2</sup>:**

Como resultado de la Conferencia de Río (1992) se han adoptado diversas iniciativas para promover el desarrollo sostenible. En el capítulo 40 (información para la adopción de decisiones) del Programa 21 se señala la necesidad de que los países, las organizaciones internacionales y las organizaciones no gubernamentales elaboren indicadores del desarrollo sostenible, que son instrumentos importantes para indicar la dirección más adecuada para alcanzar los objetivos del Programa 21.

### **2. Comisión Económica para América Latina, CEPAL (Organización del Sistema de Naciones Unidas)<sup>3</sup>:**

Esta Comisión destaca varios aspectos:

Abordar un enfoque más integral para la formulación e implementación de sistemas de indicadores ambientales. CEPAL profundiza en un enfoque sistémico, es decir aquel que considera la interrelación de variables económicas, sociales y ambientales para aproximarse a los indicadores de sostenibilidad.

Construir los indicadores ambientales progresivamente y por etapas. No recomienda construir “megaindicadores”, es decir aquellos muy agregados que se alimentan con muchas variables y que por tanto requieren de mayor información de base. Los megaindicadores son viables en países donde la información esté completamente estructurada y sistematizada; el cual no es el caso de latinoamérica.

Avanzar con indicadores de primera generación y luego con los de sostenibilidad. No es posible contar con indicadores más “complejos y robustos” en términos de su validez científica y contenido en el marco de los principios del desarrollo sostenible, sin tener los indicadores básicos. Esta visión puede parecer reduccionista, pero es esencial contar previamente con los datos y los sistemas de medición antes de pensar en indicadores.

---

<sup>2</sup> Indicadores de desarrollo sostenible marco y metodologías. Secretaría de la Comisión de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas. New York, 1996. Copyright © United Nations Division for Sustainable Development 19/03/1999. En: Colnodo-Min. del Medio Ambiente, 2001

<sup>3</sup> Colnodo-Min. del Medio Ambiente, 2001



Propugnar por la estandarización de sistemas de medición de la información de base y de las variables de los indicadores, con el fin de lograr estandarización de métodos y posteriormente, comparación entre indicadores locales, nacionales y regionales. El problema de la heterogeneidad de los sistemas de medición no sólo se presenta entre países, sino entre ciudades e instituciones de un mismo país.

Recomendar el marco ordenador “PER”, aunque sugiere adaptaciones locales fundamentadas en las políticas de cada país.

Destacar la importancia de las cualidades y requisitos de los indicadores ambientales. Entre ellos es fundamental la capacidad comunicativa. Un indicador que la gente no pueda entender, es un indicador inútil en términos de la percepción social de los problemas ambientales.

### **3. Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico – OECD<sup>4</sup> :**

Adoptó como marco de trabajo el modelo P-E-R, en 1993. Esta metodología fue difundida y aplicada en sus países miembros. La mayor virtud del trabajo en la OECD, es la comparación que realiza con los indicadores de todos los países en los que se dispone información. Este “benchmark” permite un análisis orientado a la generación de recomendaciones a los gobiernos, sobre procesos y áreas críticas. Además, permite evaluar el desempeño de los países en la obtención de metas y acuerdos internacionales, como la reducción de gases “efecto invernadero”. De la OECD, se destacan dos publicaciones<sup>5</sup> que fueron útiles al proyecto en tanto proveen información conceptual sobre la construcción y soporte técnico de los indicadores, pero al mismo tiempo serán usadas cuando el SIAU entre en la fase de comparación internacional de algunos indicadores. Una dificultad que se encuentra en estos documentos es precisamente su agregación a nivel de país. Se encuentra muy poca información por ciudad.

### **4. Caso de Estados Unidos<sup>6</sup>:**

La Agencia de Protección Ambiental – EPA, ha proyectado una Iniciativa de Indicadores Ambientales, que permita conocer el estado y tendencias en las condiciones del ambiente y sus impactos sobre la salud y los recursos naturales de la nación. A través de estos indicadores se elaborará un Reporte del Estado del Ambiente, el que cubrirá el área de salud humana, condiciones ecológicas, limpieza del aire, pureza del agua y tierras mejor protegidas.

<sup>4</sup> Colnodo-Min. del Medio Ambiente, 2001

<sup>5</sup> Better Understanding our cities. The Role of Urban Indicators, 1997 y Towards sustainable development. Environmental Indicators, 1998 – OECD. En: Colnodo-Min. del Medio Ambiente, 2001

<sup>6</sup> EPA, 2002



### **5. Caso de México<sup>7</sup>:**

En el marco de la aplicación de los indicadores propuestos por la CDS, elaboró 113 de los 134 propuestos por las Naciones Unidas. Obviamente, se utilizó el modelo PER, sin embargo no existe a nivel institucional una cultura de la medición, por lo que muchos de los indicadores formulados no se han actualizado, y peor aún, puede que no se logre implementar sistemas automatizados para la recolección y análisis de la información. En México, en esta primera fase tuvo una mayor importancia los indicadores económicos, sociales e institucionales, que generalmente correspondían a indicadores de respuesta.

### **6. Caso de Brasil<sup>8</sup>:**

Brasil, es uno de los países de Latinoamérica que más ha avanzado en la formulación de indicadores ambientales. No obstante, no tiene un sistema formal de indicadores y la generación de los mismos es parte de las funciones y tareas permanentes de las entidades de Gobierno e instituciones ambientales. Los indicadores ambientales más desarrollados corresponden a Río de Janeiro y Sao Paulo. En estas ciudades se ha realizado un esfuerzo muy importante por correlacionar los indicadores ambientales básicos con los indicadores y variables sobre patologías de “enfermedades ambientales: IRA-EDA”. Esto ha producido indicadores complejos (de 3<sup>a</sup> generación) con posibilidad de mantenerse. Estos indicadores han sido producto de largas investigaciones. En Brasil aún no es muy difundido el método PER.

### **7. Caso de Chile<sup>9</sup>:**

Chile es uno de los países piloto para la aplicación de los indicadores propuestos por la Secretaría de la Comisión de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas. Por tanto, usa el modelo PER y la clasificación sugerida en ese documento, no obstante, el modelo ha tenido adaptaciones locales importantes, que tienen que ver con las normas, el marco de políticas y sobre todo el enfoque de trabajo. El enfoque en proceso de implementación es sistémico (privilegia la relación entre variables sociales, ambientales, económicas e institucionales). Se han formulado indicadores regionales para 10 regiones desde 1997 y actualmente, ya se cuenta con un conjunto de indicadores ambientales del nivel nacional.

<sup>7</sup> Colnodo-Min. del Medio Ambiente, 2001

<sup>8</sup> Colnodo-Min. del Medio Ambiente, 2001

<sup>9</sup> Colnodo-Min. del Medio Ambiente, 2001



## **8. Los indicadores ambientales del Canadá<sup>10</sup>:**

Los objetivos y metas del sistema de indicadores ambientales del Canadá responden en buena medida a la necesidad de contar con indicadores que, de forma sucinta, comprensible y científicamente válida, aporten información sobre el estado de un sistema complejo e interactivo, como lo es el medio ambiente, a una amplia gama de individuos, no necesariamente del ámbito científico, para que éstos puedan actuar coherentemente en su conservación. Los indicadores tienen como función superar la barrera informativa que crea la masa de información estadístico-ambiental, que impide tener una visión sintética del estado del medio a los planificadores y al público en general. De ahí su radical diferencia con la información ambiental tradicional de carácter estrictamente científico.

Los objetivos del sistema son coherentes, toda vez que se definen a partir de necesidades sociales de información, en este caso respecto a la sostenibilidad. El objeto del sistema no es el ecosistema, sino la percepción que tiene la sociedad de los riesgos a que está sometida. Desde esa perspectiva, tiene una óptica totalmente distinta a la de la información estrictamente científica. El punto de partida del sistema Canadiense es las consideraciones ambientales relacionadas con el desarrollo sostenible, que se materializarían en los siguientes campos (Environment Canadá 1994): La integridad de los ecosistemas, La salud humana y el bienestar, La sostenibilidad de los recursos naturales. El modelo canadiense se encuadra dentro del marco analítico causal-temático, pues a partir de una estructuración por temas, considera necesario desarrollar indicadores tanto de presión y estado del medio, como de respuesta social al problema analizado. El sistema está compuesto por 43 indicadores agrupados en 18 temas.

## **9. Los indicadores ambientales en Francia<sup>11</sup>:**

En 1995 el Centro Nacional de la Función Pública Territorial –CNFPT creó el programa R.E.S.P.E.C.T (Réferentiél d’Evaluation et de Suivi Environnementales des Collectives Territoriales), para la evaluación de la gestión ambiental de regiones y entidades territoriales. El programa tiene un alto énfasis en los indicadores de gestión. Sin embargo también aborda con profundidad los indicadores de calidad ambiental. El programa ha sido muy útil en la definición y reorientación de políticas y en la priorización de la inversión ambiental. Cuenta con una herramienta de obligatoria utilización en las entidades territoriales: un programa de cómputo, un conjunto de hojas metodológicas y un sistema de clasificación de indicadores. Estos instrumentos deben usarse obligatoriamente en los municipios y regiones, así mismo el reporte al CNFPT es obligatorio. De esta manera, las bases de datos del sistema siempre están actualizadas y siempre existen responsables en las entidades que garanticen dicha actualización. El cargue de las bases de datos es una rutina y no es discrecional de las entidades del sistema incorporar los datos. En

<sup>10</sup> Tomado de: Indicadores ambientales: una propuesta para España. Ministerio de Medio Ambiente. Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental. Madrid, 1996. En: Colnodo-Min. del Medio Ambiente, 2001

<sup>11</sup> Colnodo-Min. del Medio Ambiente, 2001



general, la experiencia de Francia con el sistema es muy exitosa debido a la estandarización y normalización del sistema.

#### **10. El Sistema de Indicadores ambientales de España <sup>12</sup>**

En España ha predominado una aproximación práctica, ya que se ha intentado rentabilizar al máximo el nivel de conocimiento teórico y metodológico existente en materia de indicadores ambientales, así como el uso de la información disponible para su aplicación a los problemas ambientales propios de España. Esta estrategia se ha apoyado en: i) la experiencia internacional como elemento válido de la propiedad de ciertos indicadores y de lo que un sistema de indicadores significa, ii) una definición de los campos más importantes de la política ambiental en España, iii) el cuerpo de estadísticas existentes, y iv) un proceso de debate con el fin de validar las propuestas iniciales.

Desde este punto de vista, la actual propuesta de sistema de indicadores ambientales Españoles constituye un primer paso, y no puede ser en ningún caso definitivo. Se ha adoptado un procedimiento pragmático, que permite iniciar un proceso de diseño de un sistema de indicadores flexible que refleje adecuadamente las preocupaciones (cambiantes) de la sociedad Española por la sostenibilidad del desarrollo.

El sistema tiene una estructura organizada por nueve áreas de política: atmósfera, residuos, medio urbano, biodiversidad, suelo, agua, bosques, costas, medio marino; temas que reflejan las “preocupaciones sociales respecto a la sostenibilidad”: Destrucción de la capa de ozono, calentamiento global, eliminación de residuos, cantidad de agua, calidad del agua, deterioro urbanístico, etc. y 79 indicadores correspondientes a las áreas y temas.

#### **11. El caso de Inglaterra <sup>13</sup>:**

Inglaterra comenzó a desarrollar su sistema en 1994 con el proyecto de investigación sobre indicadores de sostenibilidad. Este proyecto se ejecutó en desarrollo de la iniciativa local para el cumplimiento de las metas de la Agenda Local 21. El proyecto propuso un menú de 40 indicadores con énfasis en los de calidad ambiental. El sistema inglés da especial énfasis a los indicadores ambientales que tienen que ver con el urbanismo, el espacio público y el transporte. Este sistema no es necesariamente un sistema institucionalizado, más bien, se puede considerar que las entidades ambientales y las instancias de la administración tienen libertad para plantear sus propios indicadores. No obstante, la propuesta nacional sí constituye una guía y un conjunto de lineamientos para la construcción de los indicadores ambientales.

---

<sup>12</sup> Tomado de: Indicadores ambientales: una propuesta para España. Ministerio de Medio Ambiente. Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental. Madrid, 1996. En: Colnodo-Min. del Medio Ambiente, 2001

<sup>13</sup> Colnodo-Min. del Medio Ambiente, 2001



### 3. METODOLOGÍAS

#### **El modelo Presión – Estado - Respuesta:**

Sin duda, el marco de análisis dominante debido a su simplicidad, facilidad de uso y aplicación a diferentes niveles es el modelo conocido como de Presión – Estado – Respuesta.

Este modelo fue desarrollado por Frien y Rapport (1979)<sup>14</sup> y ampliamente utilizado a nivel mundial, por su integración al conjunto de países de la OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico), se constituyó en un modelo de desarrollo de indicadores ambientales de este organismo internacional.

Se basa en el concepto de la causalidad: Las actividades humanas “Ejercen presiones sobre el medio y cambian su calidad y la cantidad de los recursos naturales. La sociedad responde a esos cambios a través de políticas ambientales, sectoriales y económicas. Esto último crea un bucle hacia las actividades humanas de presión. En términos generales estos pasos forman parte de un ciclo de políticas ambientales que incluyen la percepción del problema, la formulación de políticas, y el seguimiento y evaluación de las mismas”. (OCDE 1993)

El sistema desarrolla tres tipos de indicadores<sup>15</sup> para abordar temas o áreas políticas o socialmente relevantes:

- De presión: incluye presiones directas e indirectas, señalando los agentes (ambientales y/o antropogénicos) que afectan el bienestar humano (incluyendo las funciones biológicas).
- De estado/efecto: del medio ambiente, descriptivo de la calidad del medio ambiente, incorporando la calidad de los recursos naturales (flora, fauna, suelo, aire y agua) y la calidad de éstos, es decir se refiere al estado en el cual han quedado los elementos del sistema una vez afectados, esto es, la situación de la población, recursos naturales y funciones biológicas después de recibir presiones de ciertos agentes.
- De respuesta/gestión: indicadores de los esfuerzos en términos de políticas ambientales y de recursos naturales, indicando una acción humana tendiente a solucionar o prevenir un impacto (no deseable) sobre algunos de los elementos vulnerables del sistema, es decir, describe los esfuerzos realizados por la sociedad o por las autoridades para reducir o mitigar la degradación del medio ambiente.

<sup>14</sup> Sistema Español de indicadores Ambientales: subáreas de biodiversidad y bosque, Ministerio del medio ambiente, España, 1996. En: Colnodo-Min. del Medio Ambiente, 2001

<sup>15</sup> Diseño de un sistema de indicadores ambientales urbanos para Colombia, Fedesarrollo, 1996. En: Colnodo-Min. Del Medio Ambiente, 2001



Con este marco de referencia los países han ido desarrollando indicadores de acuerdo con las condiciones específicas y necesidades nacionales, regionales y locales.

#### **4. EJEMPLOS DE SISTEMAS DE INDICADORES AMBIENTALES**

Indicadores seleccionados para el Sistema de Indicadores de Sostenibilidad Ambiental de Colombia, SISA. (Min. Ambiente, 2002):

1. Emisión Nacional Bruta de Gases que contribuye al cambio climático
2. Emisión Nacional Neta de dióxido de carbono
3. Índice de escasez de agua
4. Población con escasez potencial de agua
5. Tendencia de la temperatura del aire
6. Tendencia de la precipitación anual
7. Cambio multitemporal de área de páramos, bosques, sabanas, agroecosistemas y humedales
8. Aguas residuales domésticas tratadas
9. Intensidad Energética
10. Participación de uso de energías limpias
11. Áreas Naturales Protegidas: Otras Categorías
12. Áreas Naturales Protegidas: Sistema de Parques Nacionales Naturales
13. Pérdidas por desastres naturales (muertos y viviendas destruidas)
14. Conflictos de uso de las tierras de Colombia
15. Porcentaje del suelo erosionado
16. Porcentaje de disponibilidad de oxígeno disuelto disponible en las corrientes superficiales
17. Demanda bioquímica de oxígeno en las corrientes superficiales
18. Porcentaje de excedencia (contaminación) a la norma de emisiones atmosféricas en Bogotá
19. Indicador Bogotano de calidad del aire – IBOCA
20. Calidad aguas marinas y costeras para la recreación y playas
21. Calidad aguas marinas y costeras para la recepción de vertimientos
22. Variación de la carga orgánica vertida en aguas residuales industriales
23. Gasto público ambiental del Ministerio del Medio Ambiente, Institutos de Investigación y Corporaciones Autónomas Regionales
24. Superficie de los ecosistemas
25. Variación de las ventas nacionales anuales de plaguicidas
26. Número de funcionarios de planta para la gestión y apoyo ambiental en Colombia

#### **Iniciativa de Indicadores Ambientales y de Desarrollo Sostenible de Canadá (NRTEE 2003)**

1. Indicadores del Capital Nacional Natural y Humano:
2. Indicador de tendencia de la Calidad del Aire: mide la exposición de los canadienses a un tipo específico peligroso de aire contaminado-nivel tóxico de ozono.



3. Indicador de Calidad de Cuerpos de Agua: proporciona una medida nacional del estado global de la calidad de agua comparada con los usos principales que se dan en Canadá.
4. Indicador de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero: tendencia del total de emisiones anuales de gases de efecto invernadero, incluyendo dióxido de carbono, metano, óxidos de nitrato, hidrofluorocarbonados, perfluorocarbonados y hexafluoridos.
5. Indicador de Cobertura Boscosa
6. Indicador de Extensión de humedales
7. Indicador de Capital Humano: seguimiento a los porcentajes de la población que trabaja con calificaciones educativas después del nivel de secundaria.

### **Indicadores Ambientales de la Agencia Ambiental Europea (EEA, 2003)**

Éstos están divididos por temas:

#### **Agricultura:**

Manejo de convenios agro-ambientales, intensidad agrícola, agricultura ecoeficiente, gastos en la política común de agricultura, nutrientes suplementarios, agricultura orgánica.

#### **Aire:**

Área de ecosistemas afectados por contaminación del aire, emisiones de ozono, emisiones de partículas, emisiones de sustancias acidificadas, exceso del valor permitido de ozono para la salud humana en la Unión Europea en las áreas urbanas, exposición a partículas por encima de los valores permitidos.

#### **Calidad del aire:**

Área de ecosistemas afectados por contaminación del aire, emisiones de ozono, emisiones de partículas, emisiones de sustancias acidificadas, exceso del valor permitido de ozono para la salud humana en la Unión Europea en las áreas urbanas, exposición a partículas por encima de los valores permitidos.

#### **Cambio climático:**

Emisiones de dióxido de carbono, emisiones de gases de efecto invernadero, emisiones de gases fluorados, temperatura promedio global y Europea, emisiones de metano, emisiones de óxidos de nitrógeno.

#### **Costas y Océanos:**

Concentraciones de clorofila en las aguas costeras Europeas, sustancias peligrosas en los mejillones en el Atlántico Noreste, entrada de sustancias peligrosas en el Atlántico Noreste.

#### **Energía:**

Combinación de calor y potencia en la generación de electricidad





**Pesca:**

Stock de peces fuera de los límites biológicamente seguros, tendencias de las flotas de pesca, stock de bacalao en el Mar del Norte, tendencias en acuicultura.

**Vivienda:**

Consumo de energía, categorías de gastos de vivienda, número y tamaño de viviendas, ingreso de productos amigos del medio ambiente.

**Naturaleza:**

Cambios en el área y uso de pastizales, presión sobre pastizales, protección de pastizales, especies en pastizales secos.

**Suelo:**

Porcentaje de contribución a la contaminación del suelo por fuentes específicas, gastos en descontaminación de suelos, progreso en el manejo de áreas contaminadas.

**Turismo:**

Gastos en vivienda para el turismo y la recreación, turismo con etiqueta ecológica, intensidad del turismo, viajes turísticos por medios de transporte.

**Transporte:**

Acceso a servicio básico, acceso al servicio de transporte, derrames accidentales e ilegales de petróleo por barcos en el mar, promedio de la edad de la flota de vehículos, capacidad de las redes de infraestructura, emisiones por pasajero por kilómetro y por tonelada por kilómetro, etc.

**Residuos:**

Generación y tratamiento de lodos de aguas residuales, rellenos de residuos biodegradables municipales, generación total de residuos.

**Agua:**

Concentraciones de amonio en los ríos, demanda química de oxígeno en los ríos, concentraciones de nitrógeno en los ríos, concentraciones de fosfatos en los ríos, tratamiento de aguas residuales urbanas.

**Otros ejemplos de indicadores ambientales (MANTEIGA, 2000). Fuente: OCDE 1993, AEMA 1999, EUROSTAT 1996 y MIMAM 1996**

**Indicadores de evaluación ambiental.**

Reflejan el estado del medio ambiente en relación con una preocupación ambiental, la presión que éste soporta y la respuesta social. Estos indicadores suelen organizarse en un marco temático, entendido como preocupación ambiental (cambio climático, eutrofización, pérdida de biodiversidad, etc.), o por grandes sistemas ecológicos (agua, atmósfera, suelo, etc.). Ej:



Variación de la temperatura media global, Concentración atmosférica de gases de efecto invernadero, Emisiones de CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O.

**Indicadores de integración sectorial.**

Informan sobre la interrelación entre los efectos ambientales sectoriales (agricultura, turismo, transporte, etc.) y las condiciones ambientales. Ej: (Sector: Transporte) Precio del transporte por modo; Emisiones de CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, COV<sub>s</sub>, CO; Consumo final de energía por modo; Longitud de la red de carreteras; Valor añadido bruto del sector.

**Indicadores de integración económica.**

Informan sobre el coste ambiental asociado a la actividad económica. Ej: PIB verde, Gasto total consolidado en actividades características medioambientales.



## BIBLIOGRAFÍA

- Angel, E. Métodos Cuantitativos para la Toma de Decisiones Ambientales. Facultad de Minas – Instituto de Estudios Ambientales. Postgrado en Gestión Ambiental, Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín, 2002.
- Colnodo-Red de Desarrollo Sostenible PNUD-Ministerio del Medio Ambiente, Informe Final del Proyecto Indicadores de Calidad Ambiental Urbana y de los Observatorios Ambientales Urbanos, 2001.
- Dyner, I. Dinámica de Sistemas y Simulación Continua en el Proceso de Planificación. Edición 1. Medellín: Universidad Nacional de Colombia – Colciencias. 1993. En: ANGEL, Métodos Cuantitativos para la Toma de Decisiones Ambientales. Postgrado Gestión Ambiental, Universidad Nacional de Colombia sede Medellín, 2000.
- EEA. Environmental European Agency. Indicators, 2003. Web page: [http://themes.eea.eu.int/all\\_indicators\\_box](http://themes.eea.eu.int/all_indicators_box).
- EPA. Environmental Protection Agency, Environmental Indicators Initiative, 2002. Web page: <http://www.epa.gov/indicators/>.
- EPA. Environmental Protection Agency. About Bioindicators, 2003. Web Page: <http://www.epa.gov/bioindicators/html/about.html>.
- FEDESARROLLO. Diseño de un sistema de indicadores ambientales urbanos para Colombia, 1996. En: Colnodo-Red de Desarrollo Sostenible PNUD-Ministerio del Medio Ambiente, Informe Final del Proyecto Indicadores de Calidad Ambiental Urbana y de los Observatorios Ambientales Urbanos, 2001.
- Manteiga, L. Los Indicadores Ambientales como Instrumento para el Desarrollo de la Política Ambiental y su Integración en otras Políticas, 2000. TERRA centro para la policía ambiental. [www.terracentro.org/Terraweb/Doc-es/San%20Lucar%20indicadores.PDF](http://www.terracentro.org/Terraweb/Doc-es/San%20Lucar%20indicadores.PDF). (ARTICULO)
- Ministerio de Medio Ambiente. Dirección general de Calidad y Evaluación Ambiental. Indicadores ambientales: una propuesta para España. Madrid, 1996. En: Colnodo-Red de Desarrollo Sostenible PNUD-Ministerio del Medio Ambiente, Informe Final del Proyecto Indicadores de Calidad Ambiental Urbana y de los Observatorios Ambientales Urbanos, 2001.
- Ministerio del Medio Ambiente. Sistema Español de indicadores Ambientales: sub-áreas de biodiversidad y bosque, España, 1996. En: Colnodo-Red de Desarrollo Sostenible PNUD-Ministerio del Medio Ambiente, Informe Final del Proyecto Indicadores de Calidad Ambiental Urbana y de los Observatorios Ambientales Urbanos, 2001.
- Ministerio de Medio Ambiente de España, Dirección General de Calidad y evaluación Ambiental. Indicadores ambientales: Una propuesta para España. TAU Consultores, 1996. p. 16. En: Ministerio de Medio Ambiente de España. “Sistema de Indicadores de Sostenibilidad Ambiental en el Ámbito Nacional – Avances y Perspectivas”, presentación. Colombia, 2002.  
Web site: [http://www.minambiente.gov.co/sisa/capitulos\\_1\\_4/cap\\_2/cap2a.htm](http://www.minambiente.gov.co/sisa/capitulos_1_4/cap_2/cap2a.htm).
- Ministerio del Medio Ambiente. Colombia. “Sistema de Indicadores de Sostenibilidad Ambiental en el ámbito Nacional – Avances y Perspectivas”, presentación. Colombia, 2002.  
Web site: [http://www.minambiente.gov.co/sisa/capitulos\\_1\\_4/cap\\_2/cap2a.htm](http://www.minambiente.gov.co/sisa/capitulos_1_4/cap_2/cap2a.htm).



**BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO**  
**Universidad Nacional de Colombia - Sede Manizales**  
**Instituto de Estudios Ambientales - IDEA**

---



- National Round Table on the Environment and the Economy, Nrtee, Canada. Indicators Initiative, Environment and Sustainable Development Indicators for Canada. 2003. Web site: [http://www.nrtee-trnee.ca/eng/programs/Current\\_Programs/SDIndicators/index.html](http://www.nrtee-trnee.ca/eng/programs/Current_Programs/SDIndicators/index.html).
- OECD. The Role of Urban Indicators, 1997 y Towards sustainable development. Environmental Indicators, 1998. En: Colnodo-Red de Desarrollo Sostenible PNUD-Ministerio del Medio Ambiente, Informe Final del Proyecto Indicadores de Calidad Ambiental Urbana y de los Observatorios Ambientales Urbanos, 2001.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico – OECD. Core set of indicators for environmental performance reviews. Environmental Monographs n°83. OECD, 1993.
- Secretaría de la Comisión de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas. Indicadores de desarrollo sostenible marco y metodologías. New York, 1996. Copyright © United Nations Division for Sustainable Development 19/03/1999. En Colnodo-Red de Desarrollo Sostenible PNUD-Ministerio del Medio Ambiente, Informe Final del Proyecto Indicadores de Calidad Ambiental Urbana y de los Observatorios Ambientales Urbanos, 2001.
- United Nations System- Wide Earthwatch, Current Status of Indicator Work, 1998. <http://warthwatch.unep.net/about/docs/indstat.htm>