

**En esta clase empezaremos propiamente con los Sistemas de Indicadores ambientales. Es bueno entonces preguntarnos ¿Dónde estamos parados en el curso? Hagamos una pequeña revisión de los temas que hemos ya presentado:**

Iniciamos el curso presentando el marco conceptual en el cual nos íbamos a mover, con los significados de ambiente, desarrollo sustentable, intervención humana e impactos ambientales. Para estudiar estos últimos separamos al ambiente en sistemas y factores ambientales, y tipificamos los impactos de acuerdo a sus propiedades, lo cual nos dio la base para comprender y utilizar herramientas como los Estudios de Impacto Ambiental, que nos permitan evaluar una dada situación ambiental frente a las acciones humanas. De los procesos de Evaluación Ambiental surgen los primeros indicadores ambientales (en general de monitoreo) que asociados a los Planes de Gestión Ambiental, sirven al seguimiento y evaluación de la calidad del ambiente. Finalmente, avanzamos ampliando los indicadores ambientales (no sólo “de estado”) a un universo más complejo, como son los indicadores de sostenibilidad y de desarrollo sustentable organizados en sistema de indicadores ambientales. En esta clase 4 veremos los marcos conceptuales y metodológicos de los sistema de indicadores ambientales actualizados a nuestros días, presentando algunos ejemplos de los mismos en forma introductoria.

Luego de esta clase 4 podremos decir que tenemos todos los elementos técnicos como para desarrollar capacidades prácticas con sustento conceptual, en base a analizar en las próximas clases algunos casos en detalle y, paralelamente, ir elaborando el trabajo final de cada uno que, como pueden inferir, tiene muchísima importancia como corolario del curso.

## **1 Sistemas de Indicadores Ambientales**

En la clase anterior hemos definido distintos tipos de indicadores ambientales, y hemos analizado sus aplicaciones, sus propiedades y requisitos. Estas definiciones de indicadores exceden el sentido tradicional de los indicadores de “estado”, que estaban mayormente asociado a mediciones de parámetros físicos o fisicoquímicos, o a combinaciones de éstos, para incorporar los indicadores de sostenibilidad ambiental y de desarrollo sostenible (ver definiciones en la clase 3).

Recordemos que para dar idea de la evolución de los indicadores se suele denominarlos como de “primera generación” (indicadores ambientales y de sostenibilidad), de “segunda generación” (indicadores de desarrollo sostenible) y como de “tercera generación” a los agregados o índices que integran dimensiones; de todas maneras en la jerga técnica a todos se los sigue conociendo como “indicadores ambientales”. Es importante señalar que los indicadores en su gran mayoría se conforman en base a datos de una gran cantidad de tipos y fuentes, que se combinan de distintas maneras de forma tal de cumplir con los requisitos para el cual se diseñan. Esto significa que los indicadores más “avanzados” no necesariamente se conforman en base a medidas o datos de sofisticación o complejidad nueva, sino que lo avanzado es como se conforman y el contenido o mensaje que representan, o sea “lo que indican”.

Ahora bien, los indicadores se suelen agrupar en lo que se denomina sistemas de indicadores. Un sistema de indicadores ambientales “representa un conjunto de problemas ambientales, descrito mediante variables de síntesis cuyo objetivo es proveer una visión totalizadora de los intereses predominantes relativos al ambiente” (Cifrián et al, 2006).

Como veremos al analizar los modelos de indicadores, conceptualmente se intenta avanzar en el desarrollo de herramientas que permitan una cada vez más adecuada gestión del ambiente, en el marco del desarrollo sostenible. En este sentido, bien vale describir un simple ejemplo como puede ser la

calidad ambiental de un río, que recibe efluentes productos de distintas actividades humanas. Un set de típicos parámetros de calidad de aguas que se utilizan a menudo, como podrían ser distintos análisis fisicoquímicos, permiten determinar de alguna manera la calidad de las aguas, pero sólo sirven como indicador de un efecto (estado), no ponderan causas (presiones) sino determinan ex post el estado, que en muchos casos significan hechos consumados. Por el contrario, existen sistemas de indicadores que tienden a medir y evaluar no solo estados del factor ambiental, sino también elementos que señalan la posible evolución a priori, permitiendo de esta manera instrumentar decisiones y políticas preventivas.

### **Marcos Ordenadores de Indicadores de Desarrollo Sostenible (Gallopin 2006)**

Los indicadores son muchos más útiles si se los organiza en un marco metodológico coherente, que si son seleccionados individualmente como una colección de elementos desorganizados. Los marcos ordenadores son especialmente importantes en el caso de los indicadores de desarrollo sostenible, ya que éste abarca muchos temas y dimensiones.

La utilización de marcos organizativos favorece (UNEP-DPCSD 1995):

- Organizar los indicadores en forma coherente
- Compatibilizar los distintos indicadores
- Guiar la recolección de información
- Comunicar una síntesis a los tomadores de decisiones
- Sugerir agrupamientos lógicos para integrar la información relacionada
- Identificar huecos de información
- Distribuir la carga de generación de informes

Se han utilizado diferentes marcos para identificar, desarrollar y comunicar indicadores ambientales, incluyendo la aproximación “por medios” (aire, agua, tierra y biota); la aproximación “por objetivos” utilizada para seleccionar indicadores de acuerdo a mandatos legales y administrativos (por ejemplo Programa 21 de UN o Aplicación Convenio Estocolmo) y la aproximación “por sectores” que examina los indicadores de impacto desde el punto de vista de los sectores económicos que los generan (transporte, industria, urbanización, agricultura). En resumen, a la hora de confeccionar un sistema de indicadores ambientales se lo suele dividir por áreas temáticas. Los indicadores pueden clasificarse por ejemplo en base a distintas áreas temáticas:

- ✓ Problemas ambientales: los principales problemas ambientales son identificados y sirven de marco para el desarrollo de la lista de indicadores; por ejemplo, destrucción de la capa de ozono, cambio climático, pérdida de suelo, pérdida de especies y ecosistemas, contaminación de las aguas, etc.
- ✓ Sistemas ambientales: el medio ambiente se divide en distintos medios; por ejemplo, atmósfera, costas, aguas continentales, bosques, suelos, recursos naturales, etc.
- ✓ Áreas sectoriales: los diferentes sectores de explotación de los recursos naturales sirven de marco de análisis; por ejemplo, agricultura, transporte, minería, energía, etc.

La principal desventaja de este marco de análisis es que no existe unanimidad a la hora de establecer las distintas áreas temáticas, con lo cual se dificulta mucho la comparación entre regiones. Además, por si sólo no es suficiente para desarrollar una buena clasificación de indicadores ambientales, ya que es necesario combinarlo con otros marcos de análisis.

Sistemas de indicadores como los antes mencionados, organizados en base a “medios”, “objetivos” o “sectores”, no requieren mayores explicaciones debido a que los “principios” que rigen su organización son suficientemente claros. En la tabla siguiente podemos observar a modo de ejemplo un Marco Ordenador de este tipo, basado en dimensiones, temas y subtemas (Quiroga, 2001).

**Cuadro 2**  
**MARCO DE INDICADORES POR TEMA COMISIÓN DE DESARROLLO SOSTENIBLE**

<b>Social</b>		
<b>Tema</b>	<b>Subtema</b>	<b>Indicadores</b>
<b>Equidad</b>	Pobreza (3)	Porcentaje de población viviendo bajo la línea de la pobreza Índice de Gini de distribución del ingreso Tasa de desempleo
	Equidad de Género (24)	Relación del salario promedio femenino/salario promedio masculino
<b>Salud (6)</b>	Estado Nutricional	Estado Nutricional de Niños
	Mortalidad	Tasa de mortalidad bajo los cinco años Esperanza de vida al nacer
	Sanitarios	Porcentaje de población con disposición adecuada de aguas servidas
	Agua para Beber	Población con acceso a agua limpia para beber
	Provisión de Salud	Porcentaje de la población con acceso al cuidado de la salud primaria. Inmunización contra enfermedades infantiles infecciosas Tasa de prevalencia de anticoncepción
<b>Educación (36)</b>	Nivel Educativo	Tasa de escolarización a nivel primario o secundario completo
	Alfabetismo	Tasa de alfabetismo de adultos
<b>Vivienda (7)</b>	Condiciones de la vivienda	Superficie de suelo habitacional por persona
<b>Seguridad</b>	Crimen (36, 24)	Número de crímenes reportados por cada 100,000 habitantes
<b>Población (5)</b>	Cambio poblacional	Tasa de crecimiento de la población Población en asentamientos humanos formales e informales
<b>Ambiental</b>		
<b>Atmósfera (9)</b>	Cambio climático	Emisiones de gases de efecto invernadero
	Adelgazamiento de la capa de ozono	Consumo de sustancias agotadoras de la capa de ozono
	Calidad de aire	Concentración de contaminación atmosférica en áreas urbanas
<b>Tierra (10)</b>	Agricultura (14)	Área permanente de cultivo y arables
		Uso de fertilizantes
		Uso de pesticidas en la agricultura
	Forestal (11)	Área forestal como porcentaje de suelo Intensidad de explotación maderera
	Desertificación (12)	Suelos afectados por la desertificación
<b>Océanos, mares y costas (17)</b>	Urbanización (7)	Área de asentamientos humanos urbanos formales e informales
	Zona Costera	Concentración de algas en aguas costeras Porcentaje del total de población viviendo en áreas costeras
	Pesca	Captura anual de especies mayores
<b>Agua potable (18)</b>	Cantidad de agua	Extracción anual de aguas subterránea y superficie como porcentaje total del total de agua disponible
	Calidad de agua	Demanda biológica de oxígeno en el agua Concentración de coliformes fecales en agua fresca
<b>Biodiversidad (15)</b>	Ecosistema	Área de ecosistemas claves seleccionados Áreas protegidas como porcentaje del área total
	Especies	Abundancia de especies claves seleccionadas
<b>Económica</b>		
<b>Estructura económica (2)</b>	Desempeño económico	PIB per cápita Proporción de la Inversión en el PIB
	Comercio	Balance de comercio en bienes y servicios
	Nivel financiero (33)	Proporción de deuda en relación al PIB Total de asistencia oficial para el desarrollo dado o recibido como porcentaje del PIB

**Cuadro 2 (Conclusión)**

<b>Económica</b>		
<b>Tema</b>	<b>Subtema</b>	<b>Indicadores</b>
<b>Patrones de Consumo y producción (4)</b>	Consumo de materiales	Intensidad de uso de material
	Uso de energía	Consumo de energía anual per cápita Proporción del consumo de energía renovables Intensidad de uso de energía
	Manejo y generación de residuos (19-22)	Generación industrial y municipal de residuos sólidos Generación de residuos peligrosos Generación de residuos radiactivos Reciclaje y reutilización de residuos
	Transporte	Distancia viajada per cápita por tipo de transporte
<b>Institucional</b>		
Marco Institucional (38, 39)	Implementación estratégica de desarrollo sostenible (8)	Estrategia Nacional de Desarrollo Sostenible
	Cooperación internacional	Implementación de acuerdos o convenios globales ratificados
Capacidad institucional (37)	Acceso a la información (40)	Números de suscritos a Internet por 1.000 habitantes
	Infraestructura comunicacional (40)	Líneas telefónicas principales por 1.000 habitantes
	Ciencia y tecnología (35)	Gastos en investigación y desarrollo como porcentaje del PIB
Preparación y respuesta a los desastres naturales		Pérdidas humanas y económica por desastres naturales

**Fuente:** Traducido de: United Nations Department of Economic and Social Affairs, *Testing the CDS Indicators of Sustainable Development*; and United Nations Department of Economic and Social Affairs, *UN CDS Theme Framework and Indicators of Sustainability*. (Traducción propia).

a/ Los números entre paréntesis indican los capítulos relevantes de la agenda 21.

Los sistemas de indicadores no son fijos, sino que están constantemente evolucionando y muchas veces sufren modificaciones, como podemos observar analizando los Reportes Sobre el Ambiente (ROE) anuales de la EPA. En la tabla siguiente se comparan los indicadores elegidos en el 2003 frente a los correspondientes al año 2007.

## Appendix C: Comparison of Indicators Used in EPA's 2003 Draft ROE and 2007 ROE

- Indicators new to the 2007 report are listed in **bold** font
- Indicators in the 2003 report but withdrawn in 2007 are highlighted gray
- Explanation of indicators used in the 2003 Draft ROE but not in the 2007 ROE is provided at the end of this appendix

### AIR CHAPTER

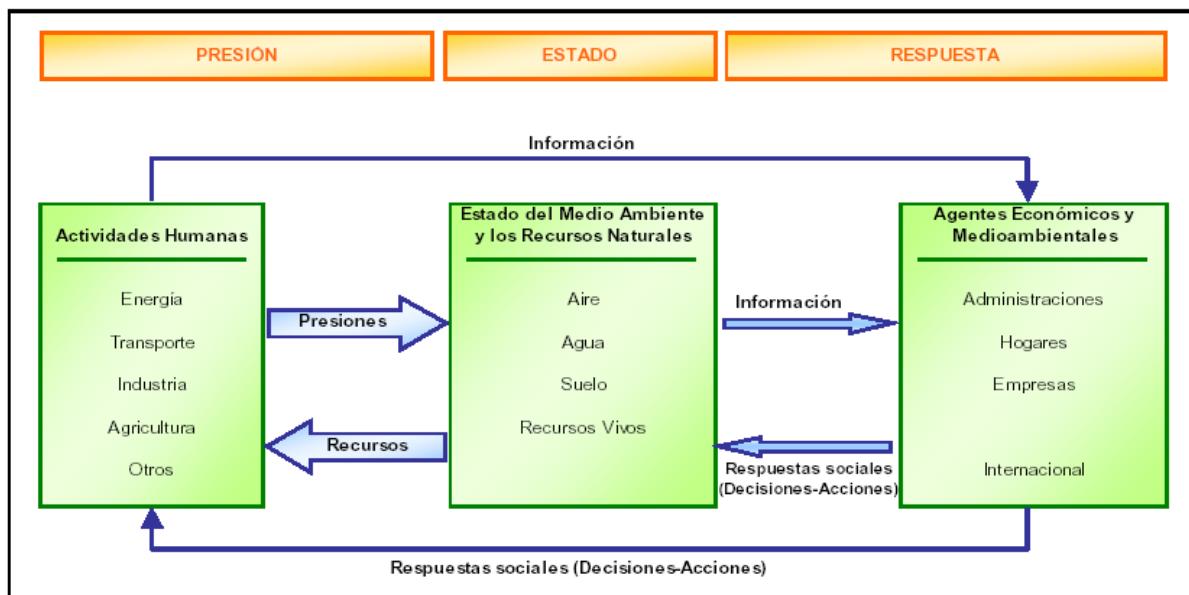
OUTDOOR AIR QUALITY	
2007 ROE Indicator Title	Corresponding 2003 Draft ROE Indicator Title
Particulate Matter Emissions	Emissions: Particulate Matter (PM <sub>2.5</sub> and PM <sub>10</sub> ), Sulfur Dioxide, Nitrogen Oxides, and Volatile Organic Compounds
Sulfur Dioxide Emissions	
Nitrogen Oxides Emissions	
Volatile Organic Compounds Emissions	Emissions (utility): Sulfur Dioxide and Nitrogen Oxides
Lead Emissions	Lead Emissions
Air Toxics Emissions	Air Toxics Emissions
Acid Deposition	Deposition: Wet Sulfate and Wet Nitrogen Atmospheric Deposition of Nitrogen (From the Water Chapter)
Ambient Concentrations of Particulate Matter	Ambient Concentrations of Particulate Matter: PM <sub>2.5</sub> and PM <sub>10</sub>
Ambient Concentrations of Ozone	Ambient Concentrations of Ozone: 8-hour and 1-hour
Ambient Concentrations of Lead	Ambient Concentrations of Lead
Ambient Concentrations of Benzene	Ambient Concentrations of Selected Air Toxics
Percent of Days with Air Quality Index Values Greater Than 100	Number and Percentage of Days that Metropolitan Statistical Areas (MSAs) have Air Quality Index (AQI) Values Greater than 100
Ozone Levels over North America	Ozone Levels Over North America
Concentrations of Ozone-Depleting Substances	Concentrations of Ozone-Depleting Substances (Effective Equivalent Chlorine)
Regional Haze	Visibility
Lake and Stream Acidity	Acid Sensitivity in Lakes and Streams (From the Water Chapter)
Ozone Injury to Forest Plants	Ozone Injury to Trees (From the Eco Chapter)
<b>Carbon Monoxide Emissions</b>	
<b>Mercury Emissions</b>	
Ambient Concentrations of Carbon Monoxide	
Ambient Concentrations of Nitrogen Dioxide	
Ambient Concentrations of Manganese Compounds in EPA Region 5	
Ozone and Particulate Matter Concentrations for U.S. Counties in the U.S./Mexico Border Region	

Actualmente, los sistemas de indicadores ambientales basados en el principio de causalidad son los de mayor difusión., ya que estudian las relaciones causa-efecto, como el sistema Presión-Estado-Respuesta (PER) o el modelo Fuerzas Motrices-Presión-Estado-Impacto-Respuesta (FPEIR o DSPIR en inglés), que son los más utilizados para las nuevas generaciones de indicadores como los de desarrollo sostenible.

### Modelos PER y FPEIR (adaptado de Aguirre Royuela, 2002 y Cifrián E., 2006)

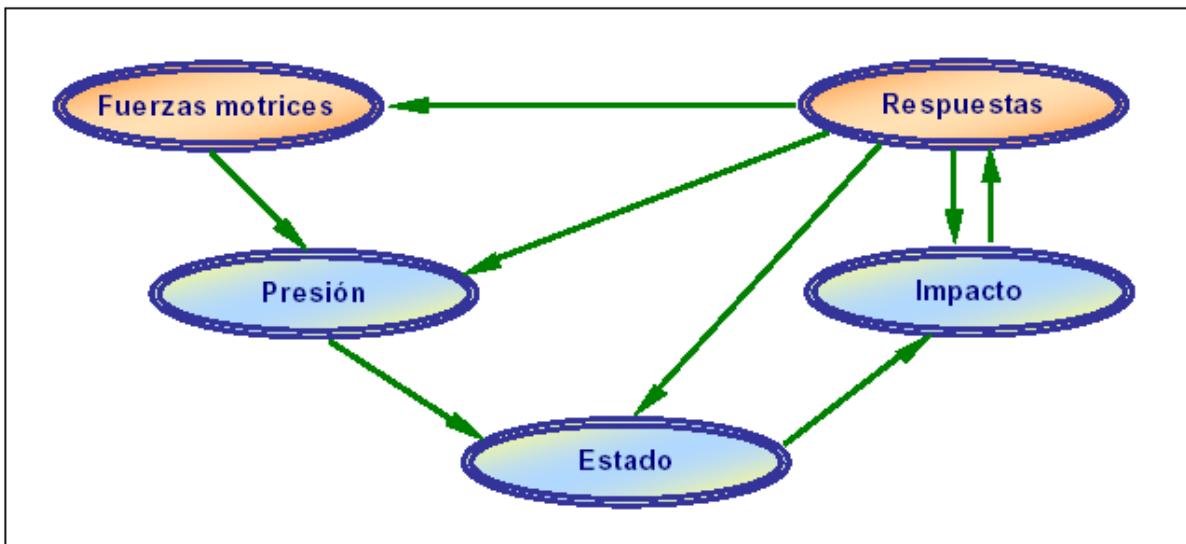
Son dos los modelos usados basados en el principio de causalidad: el modelo PER (Presión – Estado – Respuesta), desarrollado por la OCDE, Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, y el FPEIR (Fuerzas Motrices – Presión – Estado – Impacto – Respuesta), siendo éste último una versión extendida del primero, desarrollada por la AEMA, Agencia Europea de Medio Ambiente.

El modelo PER supone que las actividades humanas ejercen una presión sobre el medio, que éste registra cambios de estado en función de ellas, y que la sociedad responde mediante la adopción de medidas que tratarían de mantener los equilibrios ecológicos que le parecen adecuados. Para cada una de las acciones contempladas se desarrollan indicadores de presión, de estado y de respuesta.



**Figura 1.** Modelo - Presión - Estado - Respuesta.

Por otra parte, según el modelo FPEIR (DSPIR) las actividades humanas (**fuerzas motrices**) ejercen **presión** sobre el medio físico, y como consecuencia su **estado** cambia, lo que produce **impactos** sobre la salud humana, los ecosistemas y los recursos. Esta situación da lugar a **respuestas** de las sociedades humanas, incidiendo en las fuerzas motrices, en las presiones, o en el estado o los impactos directamente.



Este modelo describe una situación dinámica, con atención a las diversas retroalimentaciones del sistema. Los Indicadores de *Fuerzas Motrices* describen los desarrollos sociales, demográficos y económicos y los correspondientes cambios en los estilos de vida, principalmente niveles de consumo y modos de producción. A través de estos cambios en la producción y consumo, las fuerzas motrices ejercen presión en el medio. Los indicadores de *Presión* describen procesos como la liberación o emisión de sustancias, agentes físicos y biológicos, el uso de los recursos o el uso del suelo por las actividades humanas. Las presiones ejercidas por la sociedad se manifiestan como cambios en las condiciones ambientales. Los indicadores de *Estado* describen, cuantitativa y cualitativamente, un fenómeno físico (como la temperatura), biológico (como la reserva marina) y químico (como la concentración de CO<sub>2</sub> en la atmósfera) en un cierto área del medio. Debido a la presión sobre el medio, el estado del mismo cambia. Estos cambios provocan impactos sobre las funciones del medio, como la salud humana y de los ecosistemas, la disponibilidad de los recursos y la biodiversidad. Los indicadores de *Impacto* son usados para describir cambios en estas condiciones del medio. Finalmente, los indicadores de *Respuesta* describen los esfuerzos sociales y políticos para prevenir, compensar, aminorar o adaptarse a los cambios en el estado del medio.

Como puede observarse, este modelo incorpora al anterior de P-E-R las tendencias sectoriales sociales y económicas ambientalmente relevantes que son responsables de la situación (fuerzas motrices), así como los efectos adversos de los cambios de estado detectados en la salud y comportamiento humanos, el medio ambiente, la economía y la sociedad (*impactos*). Estos modelos permiten plantear sistemas de indicadores coherentes que contemplen de forma íntegra la problemática ambiental analizada con todas las vinculaciones e interrelaciones entre el origen de los problemas y sus consecuencias.

En las tablas siguientes se presentan un conjunto de indicadores ambientales estructurados con los modelos PER y FPEIR (DSPIR)

Cuadro 4  
INDICADORES DE DESARROLLO SOSTENIBLE EN MÉXICO

Indicador	P-E-R	Categoría
Relación entre salarios medios de hombres y mujeres	Presión	Social
Tasa Neta de Matrícula Escolar en Primaria	Presión	Social
Niños que alcanzan el quinto grado de primaria	Estado	Social
Esperanza de vida escolar	Estado	Social
Porcentaje del PIB destinado a educación	Respuesta	Social
Esperanza de vida al nacer	Estado	Social
Peso suficiente al nacer	Estado	Social
Tasa de mortalidad materna	Estado	Social
Tasa de Crecimiento de la Población Urbana	Presión	Social
Consumo de Combustible Fósil por habitante en vehículos motor	Presión	Social
Pérdidas Humanas y Económicas debidas a Desastres Naturales	Presión	Social
Porcentaje de Población que vive en zonas urbanas	Estado	Social
Producto interno neto ajustado ambientalmente por habitante	Estado	Económica
Consumo anual de energía por habitante	Presión	Económica
Participación de las industrias intensivas en RRNN no renovables en valor agregado manufacturero	Presión	Económica
Reservas probadas de fuentes energéticas fósiles	Estado	Económica
Duración de las reservas probadas de energía	Estado	Económica
Participación del consumo de recursos energéticos renovables sobre consumo final energético	Estado	Económica
Gasto en protección ambiental como % del PIB	Respuesta	Económica
Participación de Bienes de Capital Ambientalmente limpios en la importación total de bienes de capital	Estado	Económica
Estrategias de Desarrollo Sostenible (en desarrollo)	Respuesta	Institucional
Programa de Cuentas Económicas y Ecológicas Integradas (ed.)	Respuesta	Institucional
Evaluación por mandato legal del impacto ambiental (ed.)	Respuesta	Institucional
Consejos Nacionales para el Desarrollo Sostenible (ed.)	Respuesta	Institucional
Científicos e Ingenieros en investigación y desarrollo experimental por millón de habitantes	Respuesta	Institucional
Gasto en Investigación y Desarrollo experimental como % del PIB	Respuesta	Institucional
Extracción Anual de agua subterránea y superficial	Presión	Ambiental
Consumo doméstico de agua por habitante	Presión	Ambiental
Concentración coliformes fecales en agua dulce	Estado	Ambiental
Demanda Bioquímica de Oxígeno en cuerpos de agua	Estado	Ambiental
Crecimiento de Población en Áreas costeras	Presión	Ambiental
Cambios en el uso del suelo	Presión	Ambiental
Cambios en la condición de las tierras	Respuesta	Ambiental
Índice nacional de precipitación Pluvial Mensual	Estado	Ambiental
Tierras afectadas por desertificación	Estado	Ambiental
Uso de Pesticidas Agrícolas	Presión	Ambiental
Uso de Fertilizantes	Presión	Ambiental

### Towards a new DSPIR Framework for Water Quality of Surface and Groundwater Ecosystems

Service and Use (Drivers) Pressures	Human Health Drinking Water	Agriculture	Municipal/ Industrial, Energy	Ecosystem Stability, Structure & Health	Tourism & Recreation
	Pollution	Run-off, Pollution from fertilizer and pesticide use.	Pollution from effluents Construction and other supporting infrastructural impacts	Human activities Climate change and variability	Pollution
Parameter (state)	Total Coliform Faecal Coliform Pathogens POPs DOC Chlorophyll A Turbidity	Salinity Nutrients Chlorophyll A Pathogens Pesticides Suspended solids	Nutrients Temperature Oxygen Pathogens Organic contaminants. Other contaminants such as metals. BOD and COD Heavy Metals (particularly in Sediment)	Temperature pH Conductivity Major ions Oxygen Nitrogen Phosphorus Suspended Solids Biodiversity*	Parasites Pathogens Chlorophyll A Nutrients
(Impact)	Gastrointestinal outbreaks, potential death especially to the vulnerable Lost productivity and economic losses.	Eutrophication, and pesticide and faecal contamination of receiving waters.	Thermal and contaminant pollution of receiving waters affect food chains, biological productivity and species composition.	Loss of species. Altered food webs Increased/decreased biological productivity	Closed beaches, leisure boating restrictions, and effects on other water uses.
Response	Water guidelines and standards Treatment plants.	Green belts and riparian buffer strips. Prevention of direct inputs of contaminants Appropriate practices to minimize impacts through agricultural best management practices Constructed wetlands.	Guidelines and standards. Treatment facilities Polluter-pays principle.	Appropriate treatment facilities for point sources but limited responses for climate change and variability.	Guidelines and standards Water use advisories.

La tabla de arriba corresponde a un ejemplo de marco para calidad del recurso agua, donde se utiliza un modelo Presión, Estado, Impacto y Respuesta, y planteado de acuerdo a los distintos servicios y usos previstos para el agua (EPA's 2007 Report on the Environment: Science Report (SAB Review Draft) <http://cfpub.epa.gov/ncea/cfm/recordisplay.cfm?deid=140917>

### Presentación y contenido de la información de los Indicadores (Aguirre Royuela, 2002)

El formato de presentación del contenido de los indicadores es uno de los aspectos más importantes a tener en cuenta ya que el éxito y el «grado de comunicación» que se pretende con ellos depende de la información que se suministre y de cómo se organice la misma. No hay que olvidar que la función principal del indicador es la de informar de forma clara y eficaz. Por tanto, se hace necesario establecer un contenido mínimo indispensable para presentar los indicadores, ya que éstos son sometidos habitualmente a foros de discusión de diversa índole, tanto para procesos de selección de los propios indicadores como para el análisis y validación de la información que contienen. Esto exige disponer de información muy concreta y concisa sobre los mismos, con el fin de evitar ambigüedades en su interpretación.

Existe gran variedad de posibles formatos de presentación de los indicadores, modificándose su contenido en función de la información que se pretende ofrecer. A su vez, distintos organismos tienen establecidos formatos y contenidos distintos basados en las características y tipos de informes que desarrollan. Así, la Agencia Europea de Medio Ambiente, la OCDE, Eurostat, la Comisión de Desarrollo Sostenible de Naciones Unidas, etc. son buenas referencias que ofrecen ejemplos interesantes para considerar. No obstante, un contenido básico a desarrollar puede ser el que se presenta a continuación, y que, por supuesto, debe sufrir las modificaciones oportunas en función de las necesidades y disponibilidad de información.

**Título del indicador**

**1. Descripción y ámbito del indicador**

---

Definición del indicador.

---

---

Objetivo para el que se plantea el indicador.

---

---

Gráfico o diagrama que debe contener información sobre: años, unidades de medida, leyenda asociada, fuente de información y notas aclaratorias.

---

---

Mensaje clave describiendo sucintamente la conclusión que puede obtenerse del análisis de la información presentada en el gráfico y la tendencia ofrecida por el indicador.

---

---

Tipo de indicador, dentro del marco de referencia en el que se desarrolla el sistema al que pertenece.

---

---

Ambito del indicador: cobertura geográfica y temporal.

---

## 2. *Análisis y evaluación de la información ofrecida por el indicador*

---

Definición del problema ambiental al que se refiere y relevancia del mismo para analizar el problema. Amplía el objetivo para el que se desarrolla el indicador presentado en punto 1.

---

---

Evaluación de la información ofrecida por el indicador en relación con el problema con el que se asocia.

---

## 3. *Datos base*

---

Presentación de la **tabla de datos** que permite la elaboración del gráfico inicial.

---

## 4. *Datos complementarios e información técnica*

---

Fuente de datos.

Descripción de los datos.

Cobertura geográfica y temporal de los datos básicos.

Metodología y frecuencia de captura de datos.

Metodología de tratamiento de datos.

Ánalisis de las metodologías empleadas y posibilidad de comparación (cuando sean distintas).

---

---

Trabajos pendientes o futuros desarrollos que mejorarían la información.

---

---

Marco legislativo o normativa vinculada al indicador con especificación de valores límite.

---

---

Notas aclaratorias, observaciones, etc.

---

## 5. *Indicadores complementarios y subindicadores*

Siempre que se considere necesario pueden desarrollarse *indicadores derivados o complementarios* al indicador principal con el fin de ampliar la información que este suministra o matizar aspectos específicos.

## Ejemplos de Presentación de distintos indicadores de España (fuente Banco Público de Indicadores Ambientales, Ministerio de Medio Ambiente, España, 2007)

BANCO PÚBLICO DE INDICADORES AMBIENTALES DEL MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE							
AIRE	AGRICULTURA	AGUA	ENERGÍA	HOGARES	INDUSTRIA	MEDIO URBANO	NATURALEZA
FESCA	RESIDUOS	RIESGOS NATURALES Y TECNOLÓGICOS		SUELOS	TRANSPORTE	TURISMO	

en esa fecha.

3. **Relevancia ambiental:** La consideración de los hogares como unidades económicas obliga a tener en cuenta los flujos que les afectan y los impactos ambientales que pueden provenir de los mismos. Este indicador tiene especial relevancia porque contempla en un índice conjunto importantes variables como son los insumos de agua y energía, la producción de residuos y CO<sub>2</sub> y la renta bruta disponible de los hogares, analizados por separado en otros indicadores del Banco Público de Indicadores Ambientales (BPIA)

4. **Periodicidad de actualización:** Anual

5. **Metodología de cálculo:** A cada una de las variables se le asigna como valor de referencia igual a 100 el valor correspondiente a 2000, presentando el valor del resto de los años el proporcional a ese valor.

- Elaboración propia por la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental.  
 Indicador directamente calculado por la fuente.

6. **Unidad de medida:** Adimensional

7. **Ámbito territorial:** Nacional

8. **Fuente:**

- Instituto Nacional de Estadística
- DG de Política Energética y Minas. Ministerio de Industria, Comercio y Turismo
- Subdirección General del Aire y Prevención de Riesgos. Ministerio de Medio Ambiente
- Subdirección General de Prevención de Residuos. Ministerio de Medio Ambiente

9. **Observaciones:**

- Se observa una tendencia creciente en todos los indicadores utilizados para valorar la ecoeficiencia del sector doméstico, excepción hecha del consumo de agua por hogar, cuyo índice desciende 1,94 puntos en 2004 en relación con el año de referencia, 2000. Los hogares españoles tienden a consumir más energía, producir más residuos y emitir más CO<sub>2</sub> a la atmósfera.
- Igualmente, aumenta el valor de la renta disponible bruta en el sector doméstico, con el aumento consiguiente del consumo interior en la economía. El incremento medio anual desde 2000 a 2004 es del 4,23%.
- En relación con el consumo de energía y en comparación con el consumo medio en Europa (EU-15) hay que destacar dos hechos: el menor consumo para calefacción en los hogares españoles (un 26,2% en 2003) y el mayor consumo en España debido a los electrodomésticos y la iluminación (6,8%), así como al agua caliente (12,1%). También es importante señalar que el ritmo de crecimiento en el sector residencial europeo es menor que en el español. En la UE-15 este crecimiento ha sido del 6,5% desde el año 1980 (IDAE).
- En la evolución de las emisiones de CO<sub>2</sub> procedentes del sector hogares y debido fundamentalmente a las plantas de combustión (<50MWt) se observa una tendencia creciente, en línea con el resto de las variables contempladas, pese a las oscilaciones anuales que aparecen en años determinados.
- El agua es un bien al que tienen acceso prácticamente todos los hogares españoles, aunque su coste y las restricciones que imponen las épocas de escasez marcan unos límites al consumo. A lo largo del año 2004 se dispuso en España de 4.923 Hm<sup>3</sup> de agua (24 Hm<sup>3</sup> menos que en 2003) para el abastecimiento público urbano, según la *Encuesta sobre el suministro y tratamiento del agua* del INE. De esta cantidad, un 81,3% se distribuyó para el consumo de las familias, empresas, instituciones y consumos municipales, etc. En las redes públicas de distribución se perdió el 17,9 % del agua disponible en fugas, aunque las pérdidas disminuyeron un 0,8% con relación al año anterior.
- El consumo de agua de las familias españolas (67% del consumo del agua abastecida, deducidas pérdidas) ascendió a 2.701 hm<sup>3</sup>, superando en 98 hm<sup>3</sup> las cifras de 2003, lo que supone un aumento del 3,76% sobre el año anterior. Se calcula que el consumo por habitante y día fue de 171 litros, 4 litros más que en 2003, utilizando las cifras de población facilitadas por el padrón municipal de 2004 (43.197.684 habitantes). El consumo medio de agua por habitante y día se ha incrementado desde 1996 en 25 litros diarios en cifras absolutas, lo que supone un 17% en el periodo 1996-2004, algo más de un 2% de media anual.
- En relación con los residuos, en 2004 se generaron en España 524,5 kg por habitante y año, lo que supone un incremento del 6% con relación al año anterior. Esta cifra es inferior a la de los países de la Unión Europea (UE-15) donde se alcanzaron los 567 kg por habitante/año en 2004 (525 kg. en la UE-25).



## BANCO PÚBLICO DE INDICADORES AMBIENTALES DEL MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE

AIRE	AGRICULTURA	AGUA	ENERGÍA	HOGARES	INDUSTRIA	MEDIO URBANO	NATURALEZA
FESCA	RESIDUOS	RIESGOS NATURALES Y TECNOLÓGICOS		SUELOS	TRANSPORTE	TURISMO	

### Descripción de variables

Nº de variables: 6

*Denominación:* Producción de residuos urbanos

*Unidades:* Tonaladas (t)

*Fuente de los datos:* Ministerio de Medio Ambiente. *Medio Ambiente en España, 2005.*

*Denominación:* Intensidad energética del sector residencial: usos eléctricos

*Unidades:* Kilowatio-hora por hogar (kWh/hogar)

*Fuente de los datos:* Datos proporcionados por el Instituto para la Diversificación de la Energía (IDAE). Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.

*Denominación:* Emisiones de CO<sub>2</sub> (k<sup>t</sup>) procedentes del sector residencial. Los datos se refieren a las plantas de combustión residencial (<50 MW)

*Unidades:* Kilotoneladas de CO<sub>2</sub>

*Fuente de los datos:* Inventario Nacional de Emisiones de Contaminantes a la Atmósfera. Subdirección General de Calidad del Aire y Prevención de Riesgos. Ministerio de Medio Ambiente.

*Denominación:* Consumo de agua

*Unidades:* Metros cúbicos (m<sup>3</sup>)

*Fuente de los datos:* Instituto Nacional de Estadística, INEBASE

*Denominación:* Número de hogares

*Unidades:* Número

*Fuente de los datos:* Datos sobre nº de hogares: Instituto Nacional de Estadística (INE). *Encuesta continua de presupuestos familiares. Base 1997. Resultados 2004*

*Denominación:* Renta Disponible Bruta de los hogares

*Unidades:* Miles de Euros

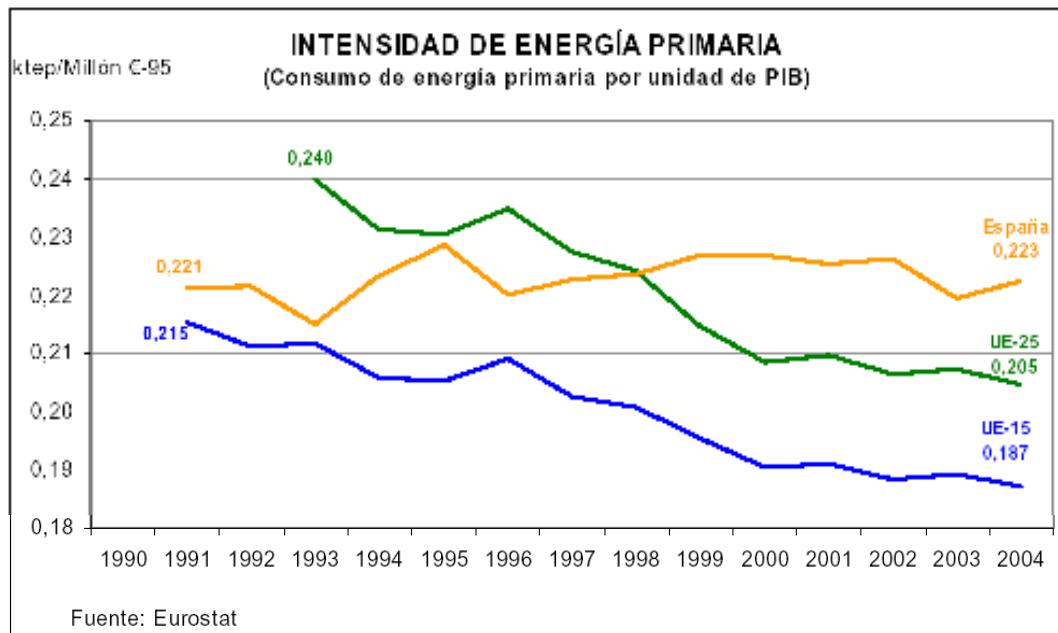
*Fuente de los datos:* Datos de renta disponible bruta: Instituto Nacional de Estadística (INE). Contabilidad Regional de España. Base 2000. *Renta disponible bruta de los hogares. Serie 2000-2004*

*Última actualización de esta ficha:* 18 de febrero de 2007

AIRE	AGRICULTURA	AGUA	ENERGIA	HOGARES	INDUSTRIA	MEDIO URBANO	NATURALEZA
PESCA	RESIDUOS	RIESGOS NATURALES Y TECNOLÓGICOS		SUELOS	TRANSPORTE	TURISMO	

## 1. Denominación: INTENSIDAD DE ENERGÍA PRIMARIA

2. Definición: Cociente entre el consumo de energía primaria y el Producto Interior Bruto.



INTENSIDAD DE ENERGÍA PRIMARIA (ktep/milón €)														
	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
UE-25			0,240	0,231	0,230	0,235	0,228	0,224	0,215	0,209	0,210	0,207	0,208	0,205
UE-15	0,215	0,211	0,212	0,206	0,205	0,209	0,203	0,201	0,196	0,191	0,191	0,188	0,189	0,187
España	0,221	0,222	0,215	0,223	0,229	0,220	0,223	0,224	0,227	0,227	0,225	0,226	0,220	0,223

*En España el crecimiento económico se ha producido acompañado de un crecimiento en el consumo de energía, por lo que la intensidad de energía primaria se mantiene relativamente estable con una ligera tendencia al alza, al contrario de lo que ocurre en la Unión Europea, en la que se aprecia una clara tendencia a la baja de esta intensidad*

3. Relevancia ambiental: La relación entre el crecimiento económico de un país y su consumo de energía es uno de los indicadores básicos para medir la eficiencia energética. La meta sería producir cada vez más riqueza económica consumiendo menos recursos energéticos

4. Periodicidad de actualización: Anual

5. Metodología de cálculo: Representación directa de la información elaborada y publicada por la fuente

- Elaboración propia por la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental.  
 Indicador directamente calculado por la fuente.

6. Unidad de medida: Kilotoneladas equivalentes de petróleo / Millones de Euros (ktep/ millón€)

7. Ámbito territorial: Europeo. Los datos de España se comparan con los de la UE-15 y UE-25

8. Fuente: Dirección General de Política Energética y Minas. Ministerio de Industria, Turismo y Comercio



## BANCO PÚBLICO DE INDICADORES AMBIENTALES DEL MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE

AIRE	AGRICULTURA	AGUA	ENERGÍA	HOGARES	INDUSTRIA	MEDIO URBANO	NATURALEZA
FESCA	RESIDUOS	RIESGOS NATURALES Y TECNOLÓGICOS		SUELOS	TRANSPORTE	TURISMO	

### 9. Observaciones:

- La energía primaria es aquella que se obtiene directamente en un yacimiento de la naturaleza. Existen dos grupos: las **energías primarias no renovables** (petróleo, carbón, gas y uranio) y las **energías primarias renovables** (hidroeléctrica, eólica, solar y biomasa). El sector energético parte de las energías primarias (las que se encuentran en la naturaleza) y a través de sus tecnologías las convierte en energías finales (disponibles en el mercado en forma de combustible, calor y electricidad). La **energía primaria**, por tanto, es aquella que no ha sido sometida a ningún proceso de conversión. La energía suministrada al consumidor para ser convertida en energía útil, se denomina **energía final**.
- El consumo de energía primaria se obtiene añadiendo al consumo de energía final no eléctrico los consumos propios, los consumos en transformación (especialmente en la generación eléctrica) y las pérdidas.
- El PIB está calculado en euros a precios constantes de 1995.
- Una Tonelada equivalente de petróleo (tep) se define como  $10^7$  kilocalorías. La conversión de unidades habituales a tep se hace en función de los poderes caloríficos inferiores de cada uno de los combustibles considerados. Es muy habitual su expresión en kilo toneladas equivalentes de petróleo (ktep).
- Se trata de un indicador ya calculado por la fuente, por lo que no es necesario describir las características de las dos variables que lo constituyen (consumo de energía primaria y Producto Interior Bruto).
- El Ministerio de Industria Turismo y Comercio ofrece en la publicación "La Energía en España 2005" una serie más amplia (incluye datos de 2005) con valores distintos de Intensidad de Energía Primaria referidos únicamente a España. Contiene valores superiores en los últimos años: 0,236 ktep/millón € para 2004 y 0,234 ktep/millón € para 2005.

#### Descripción de variables

Nº de variables: 1

Denominación: Intensidad energética en España y Europa.

Unidades: Toneladas equivalentes de petróleo / Millones de Euros (tep/ millón€)

#### Fuente de los datos:

- Datos de España: Dirección General de Política Energética y Minas. Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. *La energía en España 2005*
- Datos de 1993 y posteriores: EUROSTAT, Indicadores Estructurales, Medio Ambiente, Intensidad energética
- Datos de 1991 y 1992 para UE15 y España, procedentes del Boletín IDAE "Eficiencia Energética y Energías Renovables" (varios años)

Última actualización de esta ficha: 29 de marzo de 2007

## 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.

## Procedimiento para la Elaboración de un Sistema de Indicadores (Aguirre Royuela, 2002)

La experiencia internacional en el tema de los indicadores ambientales debe ser bien aprovechada al iniciarnos en la problemática, antes que intentar desarrollar nuestros sistemas desde cero. Para ello, es interesante analizar cuáles son algunas de las etapas necesarias para la elaboración (a nivel inicial) de un sistema de indicadores ambientales. El procedimiento seguido en la elaboración de la propuesta inicial del Sistema Español de Indicadores Ambientales, puede considerarse habitual en este tipo de trabajos y se caracteriza porque la selección de los indicadores se materializa en un foro de discusión multidisciplinario, con el fin de asegurar la mayor participación de los diversos agentes y contribuir a lograr

un amplio consenso social. Esta condición garantiza una visión lo suficientemente amplia y relativamente objetiva sobre el conjunto de fenómenos analizados.

A grandes rasgos este modo de proceder se desarrolla en tres fases claramente diferenciadas:

**Fase 1:** *estudio de las iniciativas similares desarrolladas por otros organismos, tanto nacionales como internacionales.* De forma paralela, también debe realizarse una revisión de las obligaciones de suministro de información que, con base legal, están establecidas en nuestro país, ya que una de las condiciones de un buen indicador ambiental es la posibilidad real de cálculo.

**Fase 2:** *estudio de la problemática ambiental española, estableciendo las áreas clave relacionadas con el medio ambiente* y analizando, para cada una de ellas, su estado general y los factores que lo condicionan, junto con las relaciones causa-efecto que se producen en cada ámbito.

**Fase 3:** *elaboración de una propuesta inicial para ser sometida a discusión ante un grupo de expertos.* Este foro de discusión se configura teniendo en cuenta razones de experiencia profesional ya sea en el ámbito de la administración, la docencia, la investigación, etc. También es importante contar, en esta fase, con un enfoque territorial cuidando de la participación en el foro de expertos pertenecientes a los organismos de gestión de las Comunidades Autónomas con el fin de que puedan aportar su punto de vista sobre las características territoriales y, por tanto, ambientales, existentes entre ellas. Esta tercera fase permite una primera aproximación al conocimiento del estado y de la problemática más significativa del medio ambiente, permitiendo así desarrollar una lista provisional de los indicadores que la describen. Una vez definidos éstos y comprobada la disponibilidad de información para su cálculo, se vuelve a recabar, en una segunda ronda de consultas, la opinión de los expertos, lo que permite desembocar en una lista de indicadores definitiva. Este proceso puede ampliarse, si fuese necesario, con otras reuniones específicas sobre aspectos concretos que, por su complejidad o falta de consenso, exijan desarrollar estudios posteriores hasta llegar a un acuerdo.

Además de este procedimiento de análisis y consenso, en la elaboración del Sistema Español de Indicadores Ambientales se han tenido en cuenta, como acabamos de señalar, no sólo las experiencias de otros países, sino también la metodología más difundida, contrastada y de mayor implantación en los organismos internacionales. Respecto a la aportación internacional a la elaboración del Sistema, se ha llevado a cabo la revisión de las principales iniciativas existentes hasta la fecha. Entre ellas, destaca el estudio de los trabajos desarrollados por la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE), la Unión Europea y la Comisión Económica para Europa de Naciones Unidas (CEPE). También se ha contemplado algunas iniciativas de los principales países con experiencia en el desarrollo de sistemas de indicadores como Canadá, Suecia y los Países Bajos.

Desde el punto de vista metodológico, es necesario destacar que el marco de análisis elegido para la estructuración del sistema de indicadores es el denominado «Presión- Estado-Respuesta (PER)», adoptado por la OCDE y basado en el modelo de causalidad en el que las actividades humanas ejercen presiones sobre el medio cambiando la calidad y cantidad de los recursos naturales. A su vez, la sociedad responde a estos cambios a través de políticas ambientales, sectoriales y económicas, que inciden tanto en los factores de presión que originan la alteración como en el propio estado del medio con actuaciones de restauración de sus condiciones naturales. La selección de los indicadores se ha realizado identificando, en primer lugar, los principales problemas o preocupaciones ambientales asociadas a cada una de las áreas ambientales contempladas. De esta forma, se dispone de una visión de la problemática del medio ambiente y de una forma de evaluación o seguimiento de la evolución de estos problemas mediante los indicadores adoptados.

Aunque una de las condiciones para elegir un indicador ambiental, es la disponibilidad de información para poder calcularlo, en muchas ocasiones la información con que se debería contar para este propósito no se encuentra disponible a corto o medio plazo. Cuando esto ha sucedido se ha optado por incluirlo en el Sistema, considerando que de este modo se puede potenciar su desarrollo y elaboración en el futuro.

## Bibliografía Básica

Gallopín G., "Los Indicadores de Desarrollo Sostenible: Aspectos Conceptuales y Metodológicos", FODEPAL, 2006. (**publicado como bibliografía del módulo 3**)  
<http://www.rlc.fao.org/proyecto/FODEPAL/Bibvirtual/semex/indicadores/pdf/gallopin.pdf>

UNEP-DPCSD, The role of Indicators in Decision-Making. Development for Decision Making Workshop, Bélgica, 1995.  
<http://www.fao.org/docrep/W4745E/w4745e07.htm>

FAO, Indicadores de la calidad de la tierra y su uso para la agricultura sostenible y el desarrollo rural Boletín de Tierras y Aguas de la FAO, 5, 2001  
<http://www.fao.org/DOCREP/004/W4745S/W4745S00.HTM>

Quiroga R. "Indicadores de sostenibilidad ambiental y de desarrollo sostenible: estado del arte y perspectivas", CEPAL-Manuales Nro. 16, 2001.  
[http://www.eclac.org/publicaciones/xml/8/9708/IC1607e\\_ind.pdf](http://www.eclac.org/publicaciones/xml/8/9708/IC1607e_ind.pdf)

Cifrián E., Muñoz Y., Coz A. , Viguri J. y Andrés A., "Indicadores Ambientales y Sistemas de Indicadores", Cuaderno 1, Medio Ambiente Cantabria, España, 2006  
[http://medioambientecantabria.com/webpfr/Informes/Cuaderno%20I\\_Indicadores%20Ambientales.pdf](http://medioambientecantabria.com/webpfr/Informes/Cuaderno%20I_Indicadores%20Ambientales.pdf)

Aguirre Royuela, M. "Los sistemas de indicadores ambientales y su papel en la información e integración del medio ambiente", I Congreso de Ingeniería Civil, Territorio y Medio Ambiente, 2002  
[http://www.ciccp.es/webantigua/Icitema/Comunicaciones/Tomo\\_II/T2p1231.pdf](http://www.ciccp.es/webantigua/Icitema/Comunicaciones/Tomo_II/T2p1231.pdf)

Ministerio del Medio Ambiente de España. "Banco Público de Indicadores Ambientales", España, 2007  
<http://www.mma.es>