

Memoria del Foro Bienal Iberoamericano de Estudios del Desarrollo, 2011. Sede: Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, México, del 11 al 13 de abril de 2011.

Un sistema integral de indicadores de sostenibilidad para el sector de la energía

Pablo Martín Urbano¹

Juan Ignacio Sánchez Gutiérrez²

Resumen:

La sostenibilidad precisa de indicadores solventes que permitan detectar cambios en la dinámica natural o las variaciones en la actividad socioeconómica.

Distintas aproximaciones realizadas desde diversos organismos e instituciones nacionales e internacionales tratan de dar respuesta a esa necesidad. Como consecuencia de ello se han avanzado distintos sistemas de indicadores que cubren los componentes básicos de la sostenibilidad: económica, social y ambiental.

Considerando algunos de esos desarrollos, la comunicación plantea un sistema de indicadores para el sector de la energía de naturaleza ecléctica cimentada en el modelo Presión-Estado-Respuesta y posteriores desarrollos, donde a los componentes básicos de la sostenibilidad se añade la dimensión institucional, relacionándolos con la estructura del sector.

Abstract:

Sustainability definition needs solvent indicators to detect changes in the natural dynamics and variations of the socioeconomic activity.

Different approaches from diverse organisms and national institutions are focused on this need. As a result, some developments have been implemented in the form of indicators systems cope with the main elements of sustainability: economic, social and environment.

Reviewing some of these developments, the analysis goes through an indicators system for energy sector, enriching the existing models with an eclectic nature based on the Estate-pressure-response perspective and its developments. Sustainability elements will be improved by institutional dimension related with transport sector structure.

¹ pablo.urbano@uam.es . Doctor en Economía, es profesor Titular de Estructura económica y Economía del desarrollo. Esta especializado en transporte y telecomunicaciones dentro del amplio campo de la integración y el desarrollo económico.

² juanignacio.sanchez@uam.es. Doctor en Economía, es profesor Ayudante Doctor en el Departamento Estructura Económica y Economía del Desarrollo. Esta especializado en transporte y territorio dentro del amplio campo de la integración y el desarrollo económico.

Introducción

Satisfacer las necesidades de bienestar individual y colectivo en nuestra sociedad supone un elevado gasto energético que incluye todas nuestras actividades desde las más simples y cotidianas hasta las de mayor complejidad. La cobertura de tales necesidades en tiempo y forma adecuadas encuentra límites no solo en los recursos disponibles sino en las posibilidades de asimilar los impactos que la generación, transformación, transporte, distribución y consumo de la energía impone al medio ambiente.

El incesante crecimiento económico de las modernas economías y la generalización de los patrones de producción y consumo de los países del Norte hacia los países emergentes y en desarrollo, incrementa la demanda de energía acelerando el impacto de las actividades humanas que afecta severamente a los ecosistemas y la propia dinámica natural del planeta cuyos límites de producción biológica, absorción y regeneración pueden ser desbordados irreparablemente como pone de manifiesto la evolución del calentamiento climático.

La distribución de los recursos energéticos es muy desigual en el planeta, concentrándose para algunos tipos de energía, especialmente los hidrocarburos, en países a menudo políticamente inestables, lo que introduce un sesgo de inseguridad al suministro, aunque la incertidumbre más importante se vincula al calentamiento climático. También desde la perspectiva del consumo los desequilibrios son enormes reflejando grandes diferencias entre países ricos y pobres, que complican la solución colectiva a los problemas ambientales al exigir cotas de cooperación e implicación difícil de alcanzar entre necesidades muy desiguales.

Los problemas de energía y ambientales son compartidos por la mayor parte de los países en el sentido de garantizar energía limpia para sus necesidades en un contexto de cambio climático, con creciente demanda mundial de energía y suministro y de incertidumbre en “el futuro energético que hemos ido construyendo que no es sostenible” como bien señalaba la Agencia Internacional de la Energía en sus perspectivas energéticas 2006.

Gobernar ese escenario es complejo por las múltiples contradicciones que afloran ya sea entre la necesidad de actuar y la rigidez de un modelo lastrado por unas estructuras y unos comportamientos muy asentados en el orden económico internacional o bien entre la necesidad de energía adicional y de desarrollo sostenible (Chevalier, J. - M. y Percebois, J. 2008)

En todo caso, se requiere mejorar los instrumentos de análisis económico y social haciéndolos cada vez más sensibles a la sostenibilidad general y energética en particular, de manera que permitan apoyar la formulación de políticas eficientes relacionadas con el sistema de energía el cambio climático y otros problemas medioambientales.

La presente ponencia desarrolla un conjunto de indicadores para el sector de la energía que relaciona distintos ámbitos y niveles de detalle dentro de un contexto más amplio que, de entrada, se aplica también a otros sectores. Refleja algunas de las principales ideas y conclusiones de la investigación “Indicadores para una evaluación integral del territorio y la sostenibilidad en Iberoamérica” (Martín Urbano -dir.- y otros, 2010)³. El proyecto cuenta con un sitio Web <http://sites.google.com/site/olaotys>, donde pueden consultarse algunos de los resultados provisionales de los trabajos realizados, habiendo actuado como ponentes en materia de energía los autores firmantes de la presente comunicación.

Con este objetivo se plantean los cuatro apartados siguientes: en el primero se establecen los antecedentes de sistema de indicadores propuesto así como los desarrollos específicos que aborda. En el segundo se define el sistema. En el tercero se presentan los diferentes tipos de indicadores. En el cuarto y último se presentan las principales conclusiones.

1. Antecedentes del sistema de indicadores

La propuesta de indicadores se sitúa en el marco del desarrollo sostenible, según la definición recogida en el Informe Brundtland (1987), fruto de los trabajos de la Comisión Mundial de Medio Ambiente y Desarrollo de Naciones Unidas y asumida en el Principio 3.º de la Declaración de Río (1992) donde se plantea “*Satisfacer las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer las posibilidades de las del futuro para atender sus propias necesidades*”

Para acotar la definición, susceptible de diferentes interpretaciones prácticas, y enmarcar la propuesta, la sostenibilidad, más allá del concepto, se inserta en un conjunto de criterios generales que definen a grandes rasgos la línea de trabajo seguida y que se caracteriza por:

1. la valoración de la equidad junto a la eficiencia,
2. la consideración de la intervención pública como instrumento de política económica,
3. la defensa de la planificación y evaluación de las políticas públicas,
4. el concepto de desarrollo como cambio estructural,
5. la ordenación de territorio para organizar y optimizar la utilización del espacio,
6. la sostenibilidad como referente de la actividad,
7. la utilización racional de los recursos naturales,
8. el medio ambiente como límite a la acción antropomórfica.

En este contexto, la propuesta de indicadores tiene un claro carácter ecléctico y en este sentido es deudora de distintos trabajos anteriores cuya referencia última es el

³ Las universidades participantes en el proyecto son: Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. México, Universidad Autónoma de Madrid. España, Universidad Camagüey. Cuba, Universidad Católica del Perú. Perú, Universidad de Carabobo. Venezuela, Universidad de Castilla la Mancha. España, Universidad de Jaén. España, Universidad Federal Fluminense de Niterói. Brasil, Universidad Oviedo. España, y Universidad UNAN-LEÓN. Nicaragua

denominado modelo PER (Presión Estado Respuesta) propuesto por Environment Canadá (1996) y la OCDE (1994) y basado en una relación causa-efecto entre la actividad de los seres humanos y el medio ambiente sobre la base de tres criterios de clasificación de los indicadores:

- a) indicadores de estado expresivos de los cambios en el medio ambiente y los recursos naturales;
- b) indicadores de presión representativos de los procesos inductores de cambios en el entorno; y
- c) indicadores de respuesta demostrativos de las reacciones frente a los cambios ambientales.

Esta definición fue ampliada en 1998 por la OCDE (1998) que propuso un nuevo sistema de indicadores basado en el PER, con el objetivo de incluir las cuestiones ambientales en el análisis sectorial distinguiéndose tres tipos de indicadores (OCDE, 1998): a) los referidos a las tendencias y los patrones productivos con incidencia ambiental; b) los aplicados a las conexiones entre los sectores productivos y el entorno ambiental, y c) los que patentizan las interrelaciones del medio ambiente con la economía y la política. La propuesta de indicadores realizada también se inspira en este desarrollo sectorial.

El modelo Fuerza directriz- Estado- Respuesta (Driving force- State- Response) empleado por la Comisión de Desarrollo Sustentable de las Naciones Unidas o bien, el marco utilizado para indicadores sectoriales por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico y el modelo Fuerzas directrices- Estado- Impacto- Respuesta (Driving force- Pressure -State- Impact- Response) manejado por la Agencia Europea del Medio Ambiente completan el modelo PER haciéndolo más complejo al integrar las causas de la presión y los impactos provocados.

La propuesta asimismo es deudora de la idea del “prisma de la sostenibilidad” de Joachim H. Spangenberg que amplía la multidimensionalidad de la sostenibilidad con las instituciones (Valentin, A., Spangenberg, J.H., 1999, Spangenberg, J.H., 2002).

Sobre la base de estas aportaciones, objeto a su vez de diferentes desarrollos (Duran, 2000), se implementa el sistema de indicadores donde los de energía son una parte más al ser la propuesta multisectorial.

2. Definición del sistema de indicadores

La propuesta de indicadores conformada tiene una clara vocación holística y por tanto constituye un planteamiento sistémico en el sentido de que comprende un objetivo que le da sentido, en este caso, contribuir a la mejora de la sostenibilidad energética, posee una estructura bien definida con distintos componentes y niveles interrelacionados y, por último, posibilita un análisis cuantitativo de los componentes y las interrelaciones

permitiendo evaluar las consecuencias del sector sobre la sostenibilidad, de donde se deriva una clara intención aplicada del sistema (von Bertalanffy, 1968).

El sistema de indicadores que se presenta se articula con una doble lectura, vertical y horizontal según puede verse en la Tabla 1.

Tabla 1

SECTOR COMPONENTE	MODELO	ECONÓMICOS	SOCIALES	AMBIENTALES	INSTITUCIONAL
ENERGÍA COMPONENTE CAPACIDAD Indicadores Básicos	Fuerza				
	Presión				
	Estado				
	Respuesta				

Elaboración propia

La lectura horizontal recoge la sucesión de medios (niveles de interrelación) siguiendo la lógica de las tres vertientes de la sostenibilidad: económica, social y ambiental a las que se añade una vertiente institucional, entendida esta última en sentido amplio, no meramente normativa u organizativa, como envolvente de los demás componentes formales o informales de la actividad socioeconómica. Todos ellos miden resultados de los sectores seleccionados y su compatibilidad con la sostenibilidad,

La vertiente ambiental se organiza, a su vez, diferenciando en cuatro distintos entornos que segmentan la realidad natural:

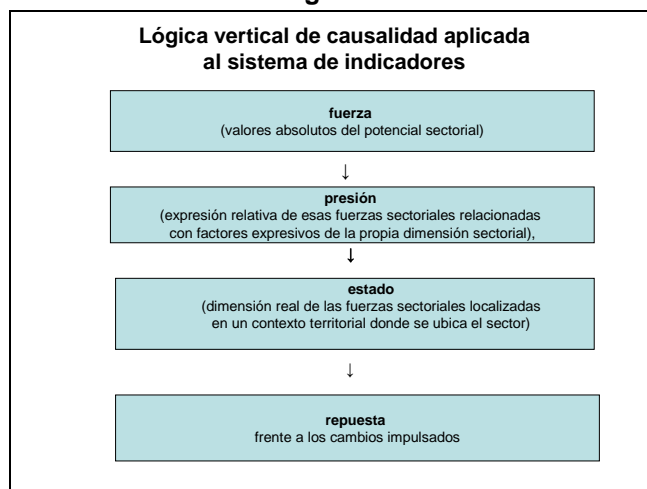
- atmosférico referido al tipo y cantidad de componentes presentes en la atmósfera y su comportamiento, que determinan la calidad del aire y permiten la vida, o aquellos otros que lo utilizan para su transmisión (ruido generador de la contaminación acústica).
- acuático referido al tipo y cantidad de componentes presentes en el agua y su comportamiento, que determinan la calidad del agua y su disponibilidad para la vida.
- rural referido al medio físico terrestre complementario del espacio urbano
- urbano referido al medio físico terrestre de gran presión humana y principal ámbito de sus relaciones, que forma con el espacio rural el continuo del territorio.

Por el lado vertical, se hace hincapié en la lógica PER, que es una lógica de causalidad, si bien adaptada a la visión sectorial incluida en la propuesta, donde,

siguiendo la prioridad establecida por el V Programa de Acción Medioambiental de la UE (1993), se consideran sectores prioritarios la agricultura, la industria, la energía, el turismo, y el transporte.

Consecuentemente, la lógica PER aplicada a las diferentes vertientes de la sostenibilidad (incluidas las instituciones), parte de las fuerzas con posibilidades de impacto, determina su potencial sectorial contextualizándolas en su interior (en lo que difiere con el modelo PER), establece su estado enmarcándolas en un entorno territorial general (regional, nacional o internacional) y recoge las repuestas de cada componente de la sostenibilidad frente a los cambios impulsados (véase diagrama 1).

Diagrama 1



Elaboración propia

Esta lógica está diseñada para su aplicación desagregada en cada sector donde se habrían de considerar los siguientes componentes.

1. Capacidad: Definida como dotación de infraestructura para soportar un determinado número de operaciones en un sector
2. Utilización: Definida como flujo de operaciones de un sector sobre su infraestructura.
3. Aprovechamiento: Grado de ajuste de la capacidad existente a los flujos de uso en cada momento del tiempo
4. Territorialidad: Demanda de espacio por los sectores.
5. Sustituibilidad: Posibilidad de cambiar capacidad o usos dentro del propio sector, de reconvertirlos, lo que introduce la innovación y el desarrollo tecnológico en el cuadro de análisis así como las necesidades de reciclaje y reutilización
6. Riesgo: Posibilidad de que se materialice un daño en el sector por causas endógenas de su funcionamiento o externas al sector.
7. Sostenibilidad: Característica o estado del sector según el cual pueden satisfacerse las necesidades locales de la población en un momento dado, sin comprometer las posibilidades de generaciones futuras o de poblaciones de otras regiones de satisfacer sus necesidades.

El sistema de indicadores propuesto otorga una gran importancia desde la perspectiva analítica a la capacidad de los diferentes sectores lo que implica la necesidad de evaluar los stocks y su potencial de utilización, observando los niveles de aprovechamiento, valorar el consumo de espacio, las posibilidades de sustitución y los riesgos que implica su uso.

La capacidad determina la cantidad y calidad de las operaciones, condiciona las posibilidades de aprovechamiento y marca los riesgos endógenos para las operaciones del sistema. Su provisión o ampliación, muy costosa en términos de espacio, bien medioambientalmente escaso, siempre conlleva costes económicos, sociales y ambientales elevados por lo que su adecuada gestión resulta fundamental para la sostenibilidad. En este sentido, si el espacio es uno y limitado, los límites de la capacidad son los límites al crecimiento por esa vía y por tanto la búsqueda de otras alternativas para satisfacer las necesidades e incluso la redefinición misma de las necesidades.

La gestión de la capacidad abarca no solo los procesos de dotación, mejora o ampliación de la infraestructura, sino también el adecuado seguimiento de la carga de operaciones que permita reconocer puntos débiles de la infraestructura o cuellos de botella y evaluar, en estos casos, la posibilidad de una redistribución en el tiempo y en el espacio de la carga de operaciones sin aumento de la capacidad.

Tal planteamiento subordina a la gestión de la capacidad, la propia gestión de la demanda cuyo principal objetivo es nivelar las necesidades de los operadores con capacidades de infraestructura sostenibles, y por tanto adecuar las operaciones a escenarios presentes y futuros compatibles con el medio natural lo que revitaliza la planificación sectorial, en este caso energética.

La planificación es la plataforma principal e imprescindible para la correcta implantación de prácticas de gestión de la demanda. En este sentido, la práctica de planificación eficiente pasa por determinar para cada sistema su capacidad de operaciones, con todos los condicionantes conocidos, así como determinar la capacidad de operaciones sustentable, compatible con los condicionantes medio ambientales y buen estado ecológico del entorno y los recursos naturales que se vean afectadas por la dotación actual y las ampliaciones programadas. La gestión de la demanda además de sometida a la gestión de la capacidad, ha de estar determinada por consideraciones de sostenibilidad (Cubillo, 2001 y Cubillo, 2007).

La importancia otorgada a la capacidad deriva de la consideración central y estratégica otorgada al espacio como bien escaso y único donde convergen todas las actividades incluidas las humanas. Como recuerda el Dictamen del Comité Económico y Social Europeo de la UE (2007) sobre la «Agenda Territorial», algunas de las características del territorio lo convierten en un recurso de importancia estratégica. Así el hecho de que sea continuo y que por tanto no conozca fronteras; su escasez que lo transforma en un recurso no renovable; su diversidad lo que pone de manifiesto su falta

de homogeneidad; el que sea estable y por tanto no pueda improvisarse; su vulnerabilidad por cuanto no está exento de riesgos y catástrofes; o la irreversibilidad de forma que no se cambia fácilmente su uso.

La competencia por imponer los diversos usos del territorio redundan en una transformación radical y a menudo irrecuperable del entorno natural. Esta estrategia ha guiado la expansión de la especie humana por el conjunto del planeta a lo largo de su existencia habiendo culminado con la fase de la globalización donde la mayor parte del territorio ha sido objeto de colonización y por tanto de puesta en explotación según una dinámica cuyos efectos son claramente insostenibles. Las ampliaciones de capacidad infraestructural transforman el espacio no solo directamente con su localización sino en términos de potencial de transformación a través de las operaciones que permiten y el proceso multiplicador que desencadenan. Por tanto, la sostenibilidad precisa acotar las posibilidades de ampliación de capacidad y favorecer la sustituibilidad tanto entre dotaciones como entre operaciones a favor de los medios más sostenibles. La ordenación del territorio y su planificación resulta en consecuencia central a los propósitos de sostenibilidad general de las intervenciones en el territorio y para la gestión de la capacidad de los diferentes sectores que sobre él se asientan con su enorme potencial de transformación del entorno.

Es por ello que el componente de riesgo es decisivo para la gestión de la capacidad y para el análisis de la sostenibilidad de los diferentes sectores. En esta dirección la gestión de la capacidad o, subsidiariamente, de la demanda permite adecuar las operaciones a escenarios presentes y futuros en función de la salvaguarda de la sostenibilidad general.

Resulta en consecuencia necesario evaluar los riesgos para el entorno y el propio sector derivados de su localización en un territorio desde una doble relación: los que el sector provoca y recibe del entorno y los que el entorno recibe y provoca en el sector.

El gobierno de ambos tipos de riesgo precisa concretar las probabilidades de las situaciones y condiciones inciertas, la evaluación de sus impactos y el establecimiento de protocolos de actuación e intervención rápida para minimizar sus efectos. Su gestión afecta igualmente a la gestión de la capacidad que ha de proporcionar pautas para ajustar las operaciones a los requerimientos del entorno según distintas fases que reflejen la creciente escasez del recurso infraestructural y la necesidad de actuar con mayor o menor intensidad ante su agotamiento. La clasificación en fases de Cubillo (2007) para la gestión de recursos hídricos, convenientemente adaptada, resulta ser una buena alternativa como reflejo de situaciones de afección. Se planteará al menos en los siguientes grupos:

1. Fase de alerta. No es una fase de escasez en sentido estricto, por cuanto no debe influir ni trascender a ningún agente social. La afección se limita a los ámbitos de responsabilidad internos del sistema y a actuaciones de carácter preventivo.

2. Fase de persuasión y compromiso de carácter general. Posibilidad significativa de situaciones críticas de escasez con una determinada probabilidad. Representa la fase de menor impacto económico, generando tan solo medidas de comunicación y actuaciones ejemplarizantes desde las administraciones públicas.
3. Fase de restricciones. Supone una alta probabilidad de situaciones de emergencia por escasez. Su detección tiene lugar en función de episodios anteriores recogidos en los registros históricos de operaciones o desviaciones de las pautas ordinarias de operación. Se plantearán limitaciones de uso para reducir las operaciones en todos los sectores económicos y sociales.
4. Fase de emergencia. Son situaciones muy graves con alta probabilidad de ausencia generalizada de capacidad. Es una situación a la que no se ha de llegar casi en la misma medida que se ha de eludir el colapso sectorial por sus graves repercusiones sociales y económicas. Resulta una referencia para evitar soluciones expeditivas y de ajustes bruscos que llevarían al establecimiento de cupos rígidos para una utilización racionada que asegure las necesidades básicas y la actividad económica esencial.

Cada fase se caracterizará por los costes y afecciones que implique, por las reducciones de operaciones en los diferentes tipos de uso según las prioridades establecidas y por los plazos precisos para conseguir dichas reducciones.

3. Tipos de indicadores

A partir de estas consideraciones, es posible precisar el alcance exacto con el que debe entenderse el enfoque seguido para los distintos indicadores del sistema.

Para cada uno de los componentes de los sectores seleccionados (energía, junto con transporte industria, agricultura y turismo), se establecen indicadores básicos que definen los elementos sustanciales de la configuración sectorial, aquellos que soportan y hacen posible su funcionamiento. Constituyen la base del análisis y sobre ellos se configuran el resto de indicadores de fuerza, presión, estado y respuesta elaborados además para cada una de las vertientes de la sostenibilidad definidas (económica, social, ambiental e institucional).

Por tanto, el componente capacidad de cada uno de los sectores, como el resto de los componentes definidos, dispone de una amplia batería de indicadores básicos entre los que se incluyen las principales infraestructuras, instalaciones o redes, esto es, las variables stock que soportan la actividad sobre los que se erigen las fuerzas, presiones, estado y respuestas relacionadas con la sostenibilidad.

En el sector de la energía, cabe plantear como indicadores básicos de capacidad, entre otros, los metros cuadrados de instalaciones (plantas, centrales, parques o sistemas de generación, almacenaje o acumulación) por tipo de energía, área de influencia; la capacidad de generación en Teravatios hora por año (Tw.h/año); la capacidad de potencia

en Gigavatios por hora (GWp), las Redes de distribución en km, el número de vehículos de distribución por modos de transporte.

El componente utilización se conforma con indicadores expresivos de la producción de bienes y servicios (energía primaria...), esto es, las variables flujo que genera la actividad sobre las que se configura el conjunto de los indicadores de fuerza, presión, estado y respuesta, para todas las vertientes de la sostenibilidad definidas.

Para la energía son indicadores básicos de utilización entre otros, el volumen de producción; el grado de autoabastecimiento; el nivel de consumo e importaciones de petróleo y gas; la producción por tipos de energía y el consumo de energía primaria (renovables y no renovables) en kilotoneladas equivalentes de petróleo; el consumo final por tipo de fuente y demandante (transporte, industria /servicios y residencial) en kilotoneladas equivalentes de petróleo.

El componente aprovechamiento refleja en sus indicadores los obstáculos que limitan la maximización de los resultados sectoriales de cada actividad. Indicadores básicos definidos para este componente pueden ser, entre otros, la minoración de los estrangulamientos (cuellos de botella) y la optimización de procesos en tiempos, movimientos, operaciones y técnicas o la intensidad energética en cociente de energía primaria por unidad de PIB.

En el caso del componente territorialidad, sus indicadores deben ser expresivos de la superficie afectada por los desarrollos del sector. Indicadores básicos serían, entre otros, la superficie afectada y ocupada por el sector energético medidos en términos absolutos, el grado de ocupación o el nivel de artificialización en relación al suelo disponible medidos como coeficientes, la ocupación vertical y la horizontal⁴.

El componente sustituibilidad expresa con sus indicadores las distintas alternativas sectoriales de alcanzar sus resultados y las posibilidades tecnológicas de sustitución entre sus componentes. Indicadores básicos serían, entre otros, nuevos procesos o productos, número de laboratorios, de investigadores, de innovaciones y de patentes.

En el caso del riesgo, los indicadores presentan la medida de la posibilidad y magnitud de impactos adversos medidos en tiempo y valor económico de las medidas de protección y reparación. Algunos de los indicadores básicos de riesgo son, entre otros muchos, el número de afectados por siniestros y accidentes en el sector, su valor económico, o el número de instalaciones afectadas.

Para cada uno de los indicadores básicos, como para los demás definidos se conforma una ficha con el indicador recogido, sus características fundamentales, la

⁴ En el caso de la territorialidad y la sustituibilidad, sus indicadores todavía no han sido definidos para el proyecto que sirve de base a esta ponencia.

finalidad dentro del sistema de indicadores, y las referencias temporales y espaciales de sus contenidos y nivel de disponibilidad (véase a título de ejemplo Tabla 2).

Tabla 2

INDICADORES BÁSICOS CAPACIDAD 1	Instalaciones de generación de energía en m ² y producción máxima en Twh
DESCRIPCIÓN	El indicador muestra en cada año las instalaciones energéticas totales para la producción, dimensionando su capacidad en metros cuadrados y contabilizando la producción máxima y los usuarios máximos. El número de instalaciones es también indicativo del potencial de generación energética del área. La evolución de la producción energética en % del total permite analizar con mayor rigor la calidad y las repercusiones sociales y ambientales
OBJETIVO	Patentizar el stock de instalaciones de generación energética.
Ámbito: nacional, regional	
Año: 2000-2009	
Modelo:	
Disponibilidad (Inmediata/ CP/ LP): Inmediata	

Elaboración propia

Como se ha dicho anteriormente sobre la base de los indicadores básicos se articulan los indicadores de fuerza estado presión y respuesta que conforman la lógica de causalidad del sistema de indicadores que se propone. Su contenido y alcance en el contexto del sistema es el siguiente:

Los **indicadores de fuerza** son expresivos de potencialidades o tensiones con capacidad de impacto sobre su entorno. Se presentan en valores absolutos y muestran las posibilidades de diversos componentes sectoriales para incidir en la sostenibilidad bien sea a nivel económico, social, ambiental o institucional del propio sector o del territorio donde se localizan. Así, se recogen el VAB correspondiente al sector de la energía o el número de empresas operadoras como expresión del potencial modificador de la realidad económica donde se localizan.

Los **indicadores de presión** se entienden como el hecho y resultado de esas fuerzas actuando sobre su realidad sectorial, tratando de concretar en el propio sector su incidencia sobre los principales elementos que lo soportan. Las fuerzas generadoras de la presión así se relativizan y estandarizan contextualizándose en cada sector, lo que permite las comparaciones entre ellas. De esta manera, los Kms. de tendido eléctrico se ponen en relación con la producción a que dan lugar o la recaudación fiscal que generan y,

siguiendo con el ejemplo, las empresas con el volumen de ocupación. Se pone de manifiesto en suma la presión efectiva de las fuerzas sectoriales.

Los **indicadores de estado** son expresivos de la dimensión territorial de las fuerzas sectoriales inductoras de cambios, cualitativos o cuantitativos, en su entorno y de sus tendencias temporales. Están diseñados para representar la imagen de las fuerzas inductivas de los cambios a escala espacial, variable según la demarcación territorial que se trate, esto es, mundial, nacional o regional. Consecuentemente relaciona las fuerzas sectoriales con las correspondientes a la demarcación donde se localizan. Así, se cruzan VAB del sector con el total PIB regional, nacional o el que corresponda. De esta manera una fuerza que muestre una fuerte presión sectorial puede ser no tan importante situada en la dimensión global, lo que permite ajustar en mayor medida las decisiones a tomar.

Los **indicadores de respuesta**, finalmente, ponen de manifiesto las distintas acciones desencadenadas frente a las fuerzas que inciden en el entorno. Recogen intervenciones públicas o privadas conducentes al logro de los objetivos de sostenibilidad.

La información de estos indicadores, debidamente descentralizada, ponderada, estandarizada y sintetizada, mediante el establecimiento de los correspondientes sistemas de alerta según diferentes umbrales de incidencia frente al entorno, favorece la toma de decisiones sobre la sostenibilidad del territorio en tiempo y forma y constituye una herramienta eficaz para su gestión integral.

4. Conclusiones

Los sistemas de indicadores constituyen una herramienta esencial para la sostenibilidad. Su concepción estructural aparece como la más adecuada para la naturaleza global de los objetivos e interrelaciones de sus componentes así como para comparar las distintas opciones alternativas e identificar la más compatible con los diferentes entornos.

El sistema de indicadores propuesto descansa en tres elementos fundamentales: la sostenibilidad como valor a preservar, los sectores económicos seleccionados por su potencial alterador de la sostenibilidad -a efectos de la presente comunicación, concretamente la energía- y finalmente el territorio donde convergen ambos.

La sostenibilidad es el referente y determinante de la actividad humana en todas sus dimensiones: económica, social, ambiental e institucional. Los indicadores propuestos han de evidenciar el grado de compatibilidad de los resultados de la actividad humana con la sostenibilidad.

Los sectores seleccionados en el proyecto general: transporte, agricultura, turismo, industria y energía, son exponentes de un potencial de incidencia negativa en la sostenibilidad. Los indicadores propuestos desagregan en diversos componentes la estructura de cada sector: capacidad, utilización, aprovechamiento y riesgo, definiendo en

suma la sostenibilidad como envolvente de la viabilidad de todos ellos. Se destaca entre todos ellos la importancia de la capacidad que condiciona la cantidad y calidad de las operaciones por lo que su adecuada gestión resulta esencial siendo determinante para la gestión de los demás componentes. No conviene olvidar que la dotación de capacidad es la vía por donde los sectores compiten por el espacio y multiplican su impacto territorial.

El espacio es el punto de convergencia de todas las actividades, incluidas las humanas, cuya expansión ha hecho del territorio un recurso escaso donde compiten multitud de necesidades, imponiéndose las más fuertes, entre las que destacan las de los sectores seleccionados.

En este sentido, la propuesta tiene una vocación de aplicación preferentemente descentralizada para captar, de forma asociada a cada territorio, el grado de desarrollo sectorial, permitiendo las comparaciones interterritoriales.

La lógica aplicada sigue un patrón de causalidad, basado en el clásico encadenamiento de fuerza - presión - estado - (impacto) - respuesta, aunque adoptando un razonamiento distinto de explicación en clave sectorial y territorial, que permite considerar en todo momento los impactos y relativizar su magnitud primero en relación con el sector, el transporte en el caso específico analizado, y después en relación con el territorio en que se producen, destacando, de esta manera, las interacciones entre las distintas dimensiones de la sostenibilidad (económica, social, ambiental e institucional) y entre los distintos elementos característicos de cada sector (capacidad, utilización, aprovechamiento, territorialidad, sustituibilidad y riesgo).

Referencias bibliográficas y documentales

CONSEJO DE LA UE (1993): Programa comunitario de política y actuación en materia de medio ambiente y desarrollo sostenible. Resolución del Consejo y de los representantes de los gobiernos de los Estados miembros, reunidos en el seno del Consejo, Diario Oficial C 138 de 17.05.1993.

COMITÉ ECONÓMICO Y SOCIAL EUROPEO (2007): Dictamen sobre la «Agenda Territorial», (2007/C 168/03).

Cubillo, F. (2001): Gestión de la demanda en el suministro de agua urbana, en las *Jornadas sobre Abastecimientos Urbanos Universidad Politécnica de Valencia* los días 26-28 de junio. Internet: <http://www.bvsde.paho.org/bvsAIDIS/REPDOM/cubillo.pdf>.

Cubillo, F. (2007): La sequía en España. Directrices para minimizar su impacto, en "Planes de Emergencia por Sequías. Guía para su Elaboración". Ministerio de Medio Ambiente. Internet: <http://www.bvsde.paho.org/bvsAIDIS/REPDOM/cubillo.pdf>.

Durán, G. (2000). "Desarrollo sostenible. Una revisión de los indicadores económicos de sustentabilidad", *Investigación Económica*, vol. LX, núm. 231, enero-marzo, pp. 109-138, México.

ENVIRONMENT CANADA, (1996). *Canada's National Environmental Indicators Series*. Environment Canada, Internet: <http://www1.sid.ncr.doe.ca/~ind/default.htm>.

Chevalier, J. - M. y Percebois, J. (2008): *Gaz et électricité : un défi pour l'Europe et pour la France*, Informe N° 74, Conseil d'analyse économique, París

EEA (1999), "Environmental indicators: Typology and overview", *Technical report n. 25*, European Environment Agency, Copenhagen.

Martín Urbano, P. (dir.) y otros (2010): *Indicadores para una evaluación integral del territorio y la sostenibilidad en Iberoamérica* dentro del programa: "Proyectos de Cooperación Interuniversitaria Universidad Autónoma de Madrid - Banco Santander. Julio 2009-diciembre 2010. <http://sites.google.com/site/olaotys/>

ONU (1987): *Nuestro Futuro Común*, Informe de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (Comisión Brundtland).

ORGANIZACIÓN PARA LA COOPERACIÓN Y EL DESARROLLO ECONÓMICO (OCDE), (1994). *OECD Core Set of Environmental Indicators*. París.

ORGANIZACIÓN PARA LA COOPERACIÓN Y EL DESARROLLO ECONÓMICO (OCDE) (1998): *Towards Sustainable Development, Environmental Indicators*. OCDE, París.

Spangenberg, J.H., (2002). Environmental space and the prism of sustainability: frameworks for indicators measuring sustainable development. *Ecological Indicators* 2, 4, pp. 295-309.

Valentin, A., Spangenberg, J.H. (1999): *Indicators for Sustainable Communities*, Wuppertal Institut fuer Klimate, Umwelt und Energie, Wuppertal.

Von Bertalanffy L. (1968): "General System Theory. Development and applications", George Braziller. New York. Edición en español (1976) "Teoría general de los sistemas". Editorial Fondo de Cultura Económica, México.