



Congreso Nacional del Medio Ambiente
Cumbre del Desarrollo Sostenible

COMUNICACIÓN TÉCNICA

Evaluación de la sostenibilidad en las infraestructuras. Indicadores

Autor: Antonio Burgueño Muñoz

Institución: FCC Construcción
E-mail: aburgueno@fcc.es



RESUMEN:

El tan traído y llevado concepto de sostenibilidad corre el peligro de quedarse en meras palabras si no intentamos objetivarlo y si no somos capaces de medirlo. El equilibrio entre las componentes social, ambiental y económica puede no significar nada o puede significar una cosa distinta para cada uno de los que lo persigan, si no hacemos un esfuerzo por definir un lenguaje común y un sistema de referencia que podamos compartir. Para ello resulta de gran utilidad el empleo de indicadores en cada fase del ciclo de vida de una infraestructura, pero todos ellos formando parte de un Sistema Integrado de Indicadores que asegure el equilibrio de todos los componentes en la evaluación global de la sostenibilidad. Actualmente se está desarrollando un Sistema de Indicadores en el seno del Comité ISO/TC 59 / SC17: Sustainability in building construction, y más en concreto dentro del WG5: Civil Engineering Works, cuya coordinación la está llevando España. Este sistema de indicadores contempla todas las fases del ciclo de vida, desde la planificación y diseño hasta la obsolescencia de la infraestructura. Por otra parte, y dentro de este mismo grupo de trabajo, se está desarrollando un marco de trabajo para establecer los criterios de evaluación de la sostenibilidad de las infraestructuras con el empleo de dichos indicadores. En esta Comunicación se tratará de los trabajos que se están llevando a cabo en el seno de este grupo y de cómo estos instrumentos pueden resultar de gran utilidad no sólo para el seguimiento de la evolución de estados de los sistemas, sino como útiles dentro de los mecanismos de toma de decisiones y herramientas de gestión.



1. INTRODUCCIÓN

El ingeniero ha buscado siempre el equilibrio entre las componentes social, económica y ambiental, cuando ha proyectado bien, cuando ha actuado como ingeniero de verdad.

La componente económica ha estado siempre presente, como no podía ser de otra manera, para sacar adelante los proyectos de infraestructuras en España. No es preciso profundizar mucho en la materia: era la causa principal de su ejecución. El factor ambiental también ha mirado siempre de frente al buen ingeniero que pateaba el terreno, si quería hacer bien las cosas, que conocía el entorno y cuidaba de los elementos que consideraba valiosos. Pero es que, por si su criterio no era bueno, tenemos desde el 85 una legislación de evaluación de impacto ambiental que se asegura de que se consideren en su justa medida los elementos del Medio más valiosos, que se tengan en cuenta los impactos que pueden producirse, que se adopten las medidas correctoras y preventivas que sean precisas para asegurar que el impacto final que se ha de producir es asumible y proporcionado, en función de los beneficios que se van a obtener. La componente social también ha estado presente en el proceso de construcción de una infraestructura, pues se construía para dar servicio a una Sociedad que, sobre necesitar de los servicios que la misma podía porveer, participaba en los procesos de toma de decisiones desde la fase de información pública y recogida y consideración de las alegaciones presentadas.

Todo esto está muy bien. Y podemos considerar que se hace siempre, en mayor o menor medida. Pensemos que siempre se hacen los mejores esfuerzos y que la mejor voluntad se suma a la mayor capacidad. Bien: nos hemos dado cuenta de que esto no siempre es suficiente.

Nos hemos dado cuenta de que no basta con la búsqueda de la mayor ecoeficiencia, o de la máxima rentabilidad o aceptación social. Que no se pueden aceptar determinadas pérdidas para obtener determinados beneficios que “nos parece” que compensan. Que la consideración de los efectos debe ser global y armónica, y que no se trata de obtener la mayor puntuación en ninguno de ellos, sino en el conjunto, optimizando la integración, pero estableciendo mínimos en todos ellos.

El problema se presenta cuando nos planteamos cómo se hace eso. Tenemos herramientas para la consideración de los parámetros económicos. Y muchas. Hay una muy larga tradición en ello. Tenemos herramientas para contemplar los factores ambientales, y también han corrido ya un largo trecho, y se hallan contrastadas suficientemente. Tenemos incluso, aunque hay que confesar que menos, instrumentos de enfoque social que nos permiten considerar a las personas con una cierta perspectiva de objetividad. Pero nos viene faltando ese enfoque globalizador que permita integrar, sin perder de vista las partes, todas las perspectivas al mismo tiempo para obtener los mayores beneficios totales de nuestras actuaciones.



2. INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD

La necesidad de establecer indicadores que nos permitan controlar los procesos y su evolución es cada día más patente en todos los ámbitos, pero choca con una importante dificultad cuando hablamos de infraestructuras. En las distintas obras, y en particular en la actividad de una empresa constructora, los parámetros de partida son diferentes en cada ocasión, y la obtención de niveles de referencia con los que comparar supone un obstáculo difícil de salvar. Por ello en la definición de indicadores debemos tender al control de los comportamientos, a la adopción de buenas prácticas y a su control y promoción en lo posible.

Según la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, la OCDE, un indicador es “un parámetro, o el valor resultante de un conjunto de parámetros, que ofrece información sobre un fenómeno, y que posee un significado más amplio que el estrictamente asociado a la configuración del parámetro”. La Agencia Europea de Medio Ambiente (AEMA) entiende que un indicador es un “valor observado representativo de un fenómeno determinado. En general, los indicadores cuantifican la información mediante la agregación de múltiples y diferentes datos. La información resultante se encuentra pues sintetizada. En resumen, los indicadores simplifican una información que puede ayudar a revelar fenómenos complejos”.

La Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental del Ministerio de Medio Ambiente, en su publicación titulada “Indicadores Ambientales. Una propuesta para España”, un indicador ambiental es definido como “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”.

Es decir: los indicadores deben permitirnos conocer la situación en que nos encontramos y planificar las actuaciones necesarias para mejorar dicha situación en los ámbitos en que se considere conveniente. Un indicador de sostenibilidad es una variable que, mediante la síntesis de la información ambiental, económica y social de que se dispone, pretende reflejar el estado de la infraestructura en lo tocante a dichos ámbitos, que puede tener un gran valor como herramienta en los procesos de toma de decisiones en el campo del desarrollo sostenible.

Este campo es siempre global, y como tal implica a todas las comunidades y grupos interesados. Tanto las necesidades actuales como las futuras de toda la comunidad son las que definen el campo de aplicación de los aspectos económicos sociales y medioambientales que se deben considerar al evaluar las decisiones en torno a una infraestructura.

Pero, además, dichas decisiones tienen que abarcar todas las fases de dicha infraestructura, y no ceñirse al momento más urgente o inmediato. Únicamente una perspectiva integrada en el tiempo nos permitirá adoptar las decisiones más adecuadas y conseguir el mejor resultado.

A través de su ciclo de vida, los trabajos de construcción de una infraestructura absorben muchos recursos, y por ello tienen importantes consecuencias económicas. Las obras civiles contribuyen a la transformación de grandes áreas, lo que supone un gran consumo de energía, materiales y generación de residuos, además de los impactos que



sobre la población tiene de manera directa, con las correspondientes repercusiones sobre el medio ambiente y la salud.

Mientras que el reto del desarrollo sostenible es global, las estrategias son locales y diferentes según la región y el contexto. Estas estrategias se refieren no solo al Medio construido sino también al entorno social, que incluye temas culturales, legislación y reglamentación y las necesidades de los usuarios y de todos los interesados.

La aplicación de los principios de la sostenibilidad a las infraestructuras, incluidos todos los procesos y actividades relacionados con ellas durante todas las fases de su ciclo de vida, requiere un compromiso directo y responsable de todas las partes implicadas. Mientras que la responsabilidad legal está ligada a la normativa vigente, la responsabilidad y el compromiso individual son voluntarios, pero constituyen un principio básico para la aplicación del desarrollo sostenible.

La aplicación del concepto de Sostenibilidad a las infraestructuras es necesariamente global, uniendo intereses generales y retos del desarrollo sostenible con las demandas y requisitos en términos de funcionalidad, eficiencia y economía.

Los conceptos relacionados con la sostenibilidad son muy complejos y están en continuo estudio y evolución. No hay aun métodos definitivos para medir la Sostenibilidad o para demostrar su cumplimiento.

Actualmente se está trabajando, en el seno del Comité *ISO/TC59/SC17: Sustainability in building construction*, en el desarrollo de principios para la evaluación de la sostenibilidad en el sector de la construcción y más en concreto dentro del *WG5: Civil Engineering Works*, cuya coordinación lleva el autor del presente artículo, que se centra en la Obra civil como contraposición a la tendencia generalizada de enfocar la sostenibilidad en construcción como aplicable casi en exclusiva a la edificación.

Como se verá más adelante, el trabajo se despliega a través de indicadores definidos para distintas infraestructuras, y en el desarrollo de criterios para la elaboración de herramientas de evaluación de la sostenibilidad apoyadas en los anteriores indicadores. Todo ello, contemplando todas las fases del ciclo de vida, desde la planificación y diseño hasta la obsolescencia de la infraestructura y su eventual puesta fuera de servicio.

2.1. MEDIO AMBIENTE, SOCIEDAD ECONOMÍA

Aunque se han repetido hasta la saciedad los componentes del desarrollo sostenible, conviene, no obstante, detenerse someramente en ellos para su mejor consideración.

Los aspectos de la economía, el entorno y las personas están íntimamente relacionados entre sí y son interdependientes en todos los casos. Normalmente existe un equilibrio dinámico entre todos que puede ser frágil o estable. Ninguno es más importante que el otro y todos ellos tienen idéntica importancia a priori.

Sin embargo, cada uno de los aspectos debe ser tratado de una forma diferente, y este diferente tratamiento, a menudo puede implicar prioritizaciones. La interdependencia de los aspectos y las zonas comunes que en ellos encontramos no supone igual interrelación en todos los casos. En realidad, en cualquier situación específica el grado de solape puede variar y conducir a un impacto positivo en una esfera y a un impacto negativo en las otras. Y es tarea del método de evaluación asegurarse de que se detectan dichas



interrelaciones, que se conocen los impactos negativos que acompañan a los positivos en otras áreas, y que se está dispuesto a asumirlos.

2.2. LA SOSTENIBILIDAD DE LAS INFRAESTRUCTURAS

Las grandes infraestructuras se han venido quedando relegadas en el tratamiento de la sostenibilidad dentro de la construcción debido, por una parte, a que la atención se focalizaba en la edificación por la inmediatez en su percepción social y los efectos que su concentración espacial supone, y, por otra, al hecho de que para los proyectos de las grandes infraestructuras existe ya sistematizada y bastante generalizada una herramienta aparentemente alternativa a la evaluación de la sostenibilidad como es la Evaluación de Impacto Ambiental. Dicha herramienta se ha visto reforzada y completada por la reciente Evaluación de Planes y Programas, o evaluación ambiental integrada.

Sin embargo, en todos estos procedimientos quedan siempre fuera los aspectos sociales y económicos, por una parte, y no se han definido indicadores y herramientas para la evaluación del desempeño sostenible de las infraestructuras durante su ciclo de vida completo.

Esta situación hacía necesario acometer la empresa de desarrollar una herramienta global e integradora, para entender de qué forma se comportan las infraestructuras en el ámbito de la sostenibilidad, al objeto de poder comunicar este comportamiento a los usuarios, y de referenciar el progreso conseguido en la mejora del comportamiento.

Cada vez más los distintos promotores de infraestructuras se ven en la necesidad de expresar mediante indicadores y criterios coherentes de evaluación, la sostenibilidad de las Obras Civiles que promueven.

- Las Administraciones justificando sus propuestas frente a sus administrados.
- Los promotores privados presentando sus proyectos frente a entidades autorizadas.
- Las distintas Administraciones (locales, autonómicas, estatales y comunitarias) en su mutuo diálogo de colaboración, delimitación de competencias o toma de decisiones.

Es decir, multitud de posibles usuarios de indicadores y métodos de evaluación, y multitud de posibles usos para estas herramientas.

Y para la aplicación de los criterios de sostenibilidad se hace preciso definir una serie de objetivos y de principios que dentro del Comité ISO/TC59/SC17 antes mencionado, y en el marco de la reflexión sobre los principios generales que deben regir el desarrollo sostenible se han cifrado en:

- Mejora del sector de la construcción y del medio ambiente construido.
- Reducción de los impactos negativos mientras que se incrementa el valor en aquellos aspectos en los que pueden considerarse contrarios a cualquier combinación de los tres aspectos primarios de la Sostenibilidad.
- Estímulo la innovación.



- Separación del crecimiento económico y los impactos adversos en el entorno natural y en la sociedad.
- Reconciliación de intereses contradictorios o requisitos validos solo a corto plazo, planificación a largo plazo o toma de decisiones.

Pero más interesantes, por la posibilidad que ofrecen de contrastar lo avanzado con el siguiente listado, son los 9 principios de la sostenibilidad recogidos en el borrador final de la próxima norma ISO/FDIS 15392 Sustainability in building construction – General principles. Estos principios son los siguientes.

1. Mejora continua
2. Equidad
3. Pensamiento global y acción local
4. Aproximación holística
5. Responsabilidad
6. Implicación de los agentes interesados
7. Largo plazo
8. Precaución y riesgo
9. Transparencia

2.3. PRINCIPIOS DE SOSTENIBILIDAD

Es decir: cuando hablamos de sostenibilidad y queremos aplicar los principios básicos, es preciso englobar la consideración equilibrada y objetiva de la ética intergeneracional e interregional, incluyendo la protección ambiental, la eficiencia económica y la equidad social

El pensamiento global y la acción local engloban la consideración de las consecuencias globales de actuaciones locales y garantizan la participación de las partes interesadas, tomando en cuenta los intereses regionales como pueden ser la lengua y la cultura

La aproximación holística supone la inclusión de todos los aspectos relevantes y relacionados con la sostenibilidad, en oposición a un enfoque parcial y restrictivo. Una aproximación holística se refiere a todos los aspectos de la sostenibilidad durante todo el ciclo de vida de la infraestructura.

La responsabilidad se refiere a la responsabilidad moral más que a las consecuencias económicas o legales de las actuaciones.

Cuando buscamos la implicación de las partes interesadas lo que perseguimos es la consideración de la perspectiva y de los requisitos de las partes interesadas en relación con sus respectivas áreas de responsabilidad y poniendo plazo a su desarrollo.



Las implicaciones a largo plazo, que suponen siempre pensar en el ciclo de vida, comportan el tener en cuenta un horizonte temporal suficiente cuando se tomen decisiones, e incluyen la consideración del comportamiento en el tiempo, la capacidad de cumplir un determinado nivel de funcionamiento mas allá de la eventual fase de uso de la infraestructura, pero, sobre todo, el pensamiento dentro del ámbito conceptual del ciclo de vida, considerando siempre, por ejemplo, las consecuencias de la elección hecha en una etapa del ciclo de vida sobre las otras etapas.

Por fin, el trabajo en términos de sostenibilidad comporta siempre transparencia y supone la necesidad y el esfuerzo por presentar la información de forma abierta comprensible y, de la misma forma, que los datos sean trazables, con credibilidad y verificables.

2.3. CICLO DE VIDA - INDICADORES

Los criterios generales para la obtención de información medioambiental y, en general para la selección de indicadores, son, según la norma UNE-EN ISO 14031 de “Gestión medioambiental. Evaluación del comportamiento medioambiental. Directrices generales”, anexo A.3 sobre “Directrices complementarias para la selección de indicadores de la Evaluación del comportamiento medioambiental (ECM)”, y más concretamente apartado A.3.1 “Consideraciones para seleccionar indicadores de la ECM”, los siguientes:

- Coherencia con la política medioambiental declarada por la organización
- Adecuación a los esfuerzos de la dirección de la organización, a su comportamiento operacional o a la situación medioambiental
- Relevancia y comprensibilidad para las partes interesadas internas y externas
- Reflejo de aquellos aspectos más relevantes que pueden suponer un impacto sobre el medioambiente y la sociedad, y se encuentran abiertos a un continuo cambio y adaptación a aquellos aspectos que no han sido reflejados convenientemente
- Obtenibles de manera rentable y en plazo, es decir, que su aplicación, evaluación y revisión no suponga un coste excesivamente elevado ni para las respectivas obras ni para el departamento de coordinación medioambiental, y, finalmente
- Adecuación al uso previsto, según el tipo, la calidad y la cantidad de los datos.
- Representatividad del comportamiento medioambiental de la empresa.

Parece razonable exigirles a los indicadores de sostenibilidad, cuando menos, lo que la anterior norma exige para los indicadores ambientales, pero, además, deben respetar – y servirá como criterio de validación- los Principios de Hannover para el desarrollo sostenible, es decir:

1. Insistir en los derechos de la humanidad y la naturaleza a coexistir
2. Reconocer la interdependencia
3. Respetar las relaciones entre el espíritu y la materia



4. Aceptar la responsabilidad por las consecuencias de las decisiones de diseño
5. Crear objetos seguros de valor duradero
6. Eliminar el concepto de residuo
7. Contar con los flujos naturales de energía
8. Comprender las limitaciones del diseño
9. Buscar la mejora continua mediante el intercambio de conocimiento

Los trabajos de identificación y selección de indicadores han llevado a un listado de más de quinientos, organizados según el siguiente esquema, en el que los indicadores se agrupan en temas y subtemas:

1. Uso de recursos naturales

- 1.1. Materiales
- 1.2. Agua
- 1.3. Energía
- 1.4. Usos del suelo

2. Contaminación ambiental

- 2.1. Atmósfera
- 2.2. Ruido y vibraciones
- 2.3. Agua
- 2.4. Suelo

3. Residuos

- 3.1. Generación de residuos
- 3.2. Gestión de residuos

4. Biodiversidad y paisaje

- 4.1. Especies y ecosistema
- 4.2. Paisaje

5. Repercusión económica

- 5.1. Costes directos
- 5.2. Beneficios directos
- 5.3. Efectos económicos indirectos

6. Sistema territorial

- 6.1. Planeamiento urbano y territorial
- 6.2. Relaciones territoriales y conectividad

7. Demografía / Población

- 7.1. Dinámica poblacional
- 7.2. Empleo
- 7.3. Patrimonio cultural

8. Inclusión social

- 8.1. Accesibilidad al uso de la infraestructura
- 8.2. Participación pública

9. Seguridad

- 9.1. Desastres naturales
- 9.2. Oportunidades tecnológicas
- 9.3. Desastres causados por accidentes o terrorismo
- 9.4. Riesgos derivados de condiciones y métodos constructivos

10. Salud y confort

- 10.1. Condiciones de vida
- 10.2. Comportamiento social
- 10.3. Acceso a servicios básicos

A modo de ejemplo se listan algunos indicadores de los más de quinientos establecidos en el documento de trabajo que se está trabajando en el grupo de trabajo *ISO/TC59/SC17/WG5: sostenibilidad en obra civil*, para ilustrar el tipo de definición que se ha llevado a cabo. Como se observa en la tabla, para cada indicador se ha identificado la unidad en que se ha de medir y una explicación somera del método de cálculo que se empleará para su obtención. Las columnas siguientes responden a criterios de campo de aplicación y fase de ciclo de vida. Así, las tres siguientes columnas responden al ámbito de la sostenibilidad en la que son de aplicación: Medio Ambiente, Economía y Sociedad.

Como es natural, muchos de los indicadores son de afección simultánea a los tres o a dos de los pilares del desarrollo sostenible. Por fin, y desde el enfoque de ciclo de vida, las cuatro últimas columnas nos refieren a la fase en la que el indicador puede ser de mayor aplicación o interés: planificación y diseño, construcción, explotación y final del ciclo de vida, con la puesta fuera de servicio de la infraestructura de un modo u otro.

Definición del indicador	Unidad	Cálculo / Explicación	M A	E C	O S	Diseño	Construcción	Uso y mantenimiento	Deconstrucción
Intrusión lumínica en viviendas adyacentes	%	$\frac{n^{\circ} \text{ de edificios con niveles de iluminación } > \text{ recomendados} \times 100}{n^{\circ} \text{ total de edificios en los alrededores de la infraestructura}}$	X	X	X	X		X	
Áreas expuestas a niveles acústicos excesivos	Ha %	<p>Mediciones de las superficies expuestas a niveles acústicos superiores a los establecidos en la legislación, según el tipo de uso del suelo.</p> $\frac{\text{ha con niveles acústicos } > \text{ niveles permitidos} \times 100}{\text{ha que ocupa la obra civil}}$ <p>Nota: Dichos niveles de ruido son emitidos por la infraestructura y se contabilizan las áreas de influencia de la misma.</p>	X	X	X	X	X	X	X
Impermeabilización artificial	Ha	<p>Estimaciones, mediciones o cálculos de las hectáreas de superficie cubiertas con materiales impermeables como resultado de la construcción de la obra civil.</p> <p>Nota: Las superficies selladas existentes antes de la construcción no se tienen en cuenta para el cálculo, mientras que las superficies selladas que son reconvertidas recuperando el recurso edáfico, debido a la construcción de la infraestructura, tienen que ser restadas del total.</p>	X	X		X	X		X
Gestión de excedentes de excavación	%	<p>Medición del volumen de excedentes de excavación que son reutilizados en la propia obra, en otra obra o en la restauración de un área degradada.</p> $\frac{m^3 \text{ excedentes de excavación reutilizados} \times 100}{m^3 \text{ total excedentes de excavación}}$	X	X		X	X		
Cerramientos de protección	Km	Km de cerramientos de protección de tipo cinético instalados para evitar el paso de animales y atropello.	X					X	

Definición del indicador	Unidad	Cálculo / Explicación	M A	F C	S O	Diseño	Construcción	Uso y mantenimiento	Deconstrucción
Corredores	%	<p>Porcentaje de corredores utilizados por la fauna para movimientos no migratorios, que son afectados por la infraestructura.</p> $\frac{n^{\circ} \text{ de } _ \text{corredores } _ \text{ afectados} \times 100}{n^{\circ} \text{ corredores } _ \text{ existentes}}$ <p><i>Nota: Sólo se considerarán las afecciones negativas.</i></p>	×			×	×	×	×
Movilidad de especies animales	%	<p>Especies animales equivalentes afectadas en sus desplazamientos recurrentes, periódicos o arbitrarios, entre lugares de alimentación, cría, reposo, cobijo, refugio, invernada, etc. (en términos relativos).</p> $\frac{\sum_{i=1}^{i=n} S_i \times I_i}{S_T} \times 100, \text{ donde:}$ <ul style="list-style-type: none"> • A_i = número de individuos afectados de la especie I dentro del área total de la infraestructura y sus áreas de influencia. • I_i = importancia de la especie i. • A_T = número total de individuos de las especies consideradas en el ámbito de referencia. <p><i>Nota: Este indicador mide muy bien el efecto barrera asociado, sobre todo, a obras lineales.</i></p>	×			×	×	×	×
Reducción de tiempos de transporte	Personas min / año	<p>$(T_0 - T_1) \times A_0 + \frac{1}{2} \times (T_0 - T_1) \times (A_1 - A_0)$, donde:</p> <ul style="list-style-type: none"> • T_0 = tiempo necesario para un desplazamiento determinado antes de la infraestructura. (min) • T_1 = tiempo necesario para un desplazamiento determinado después de la infraestructura. (min) • A_0 = n° de viajeros antes de la infraestructura. (n° personas) • $A_1 = A_0 = n^{\circ}$ de viajeros después de la infraestructura. (n° personas) <p><i>Nota: Una reducción en el tiempo de transporte lleva asociada inequívocamente una reducción en los costes del mismo.</i></p>	×	×	×	×		×	

Definición del indicador	Unidad	Cálculo / Explicación	M A	E C	O S	Diseño	Construcción	Uso y mantenimiento	Deconstrucción
Incremento del valor por un mejor acceso	€	Incremento del valor monetario de las áreas de influencia de la infraestructura gracias a su mejor comunicación y acceso a servicios básicos.		x	x	x		x	
Transporte en la obra	km	Estimaciones de los kilómetros recorridos por los movimientos de personal, vehículos y mercancía que van a tener lugar durante la construcción de la infraestructura. <i>Nota: En este sentido, es conveniente realizar una planificación previa tras un estudio inicial de los desplazamientos más frecuentes, para tratar de minimizar los procesos de transporte.</i>	x	x		x	x		
Atracción de residentes	Nº personas	Número de personas atraídas a fijar su residencia en una zona, debido a las mejoras e incremento de valor derivados de la ejecución de la infraestructura.		x	x			x	x
Apreciación / depreciación de los elementos culturales	%	Incremento o disminución del valor de los elementos culturales e históricos localizados en el ámbito de la infraestructura. $\frac{V_2 - V_1}{V_1} \times 100$, donde: <ul style="list-style-type: none"> V_1 = valor del elemento cultural antes de la infraestructura. V_2 = valor del elemento cultural después de la infraestructura. 		x	x	x		x	
Tiempo de viaje desde núcleos aislados al centro regional	Personas min	$\frac{H}{t_2 - t_1}$, donde: <ul style="list-style-type: none"> H = habitantes de núcleos rurales aislados (nº de personas). $t_2 - t_1$ = cambio en el tiempo de viaje al centro regional tras la ejecución de la infraestructura (min) 	x	x	x	x		x	
Plan de logística	min	Tiempo necesario para atender las necesidades derivadas de accidentes potenciales y reestablecer el uso de la infraestructura después del accidente.	x	x	x			x	
Accidentes de animales	Nº/año	Mediciones del número anual de animales muertos como consecuencia de accidentes en la infraestructura.	x	x	x		x	x	x

Definición del indicador	Unidad	Cálculo / Explicación	M A	E C	O S	Diseño	Construcción	Uso y mantenimiento	Deconstrucción
Víctimas de accidentes	Nº/año	Mediciones del número anual de muertos en accidentes por carretera y ferrocarril.		x	x		x	x	x
Seguridad en los túneles	Nº/km	Número de postes de auxilio y salidas de emergencia por kilómetro lineal del túnel.			x			x	
Bienestar en áreas rurales	Puntos	Cambios en la habitabilidad y calidad de vida de los residentes cercanos de áreas rurales debido a la ejecución de la infraestructura. (aumento o disminución de silencio, seguridad, tráfico y sus efectos consecuentes, como contaminación atmosférica o acústica, etc.)		x	x		x	x	

Es importante considerar todo el ciclo de vida, y necesario saber qué indicadores son de aplicación en cada fase. Una tabla como la anterior puede ayudar a estar ciertos de que todas las fases se consideran, y facilitar la selección de los indicadores más adecuados.

En la tabla completa, con todos los indicadores seleccionados hasta el momento, hay dos columnas más que no se han representado por falta de espacio en esta ponencia y que reflejan el tema y el subtema a que se hace referencia con cada indicador, asignándolos así, por ejemplo, a inclusión social, oportunidades tecnológicas en materia de seguridad o biodiversidad y paisaje, según los criterios descritos más arriba.

2.4. EVALUACIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD

El siguiente estadio necesario en el proceso es la evaluación de la sostenibilidad. Los indicadores son esenciales como primer paso para medir, seguir la evolución, tomar decisiones, pero son una fase necesaria para lo que se pretende: evaluar el correcto desempeño de las infraestructuras en materia de sostenibilidad.

Los métodos de evaluación del comportamiento sostenible de la Obra Civil deben proporcionar un conjunto común y verificable de criterios y metas de modo que se disponga de un instrumento para medir, evaluar y demostrar el esfuerzo que se realice en este ámbito por las diferentes partes interesadas.

Deberán proporcionar una referencia que sirva de base común, mediante la cual los promotores, ingenieros, constructores, proveedores y otras partes interesadas puedan formular estrategias de diseño que resulten efectivas desde una perspectiva de sostenibilidad en su conjunto.



Será preciso recoger y organizar información detallada sobre las infraestructuras que pueda utilizarse para reducir costes de explotación, financieros y seguros, dentro del ámbito, por ejemplo, de la responsabilidad ambiental asumida, y deberá ser posible predefinir el proceso de diseño mediante una exposición clara de lo que se considera que son aspectos ambientales sociales y económicos clave y su prioridad relativa.

Se trata de un empeño ambicioso, como puede verse, pero necesario. Es una fase posterior a la definición de los indicadores anteriormente descrita, pero que no puede esperar mucho tiempo y, en efecto, es una fase del plan de trabajo establecido dentro del grupo de trabajo internacional relativo a sostenibilidad en infraestructuras.

3. CONCLUSIÓN

En el campo de las infraestructuras no existe un sistema consensuado de indicadores globales (de sostenibilidad) ni herramientas de evaluación, mientras que sí se apunta la necesidad de disponer de los mismos para la adecuada toma de decisiones a nivel político y técnico, necesidad, hoy por hoy, no satisfecha aún.

Ello brinda una oportunidad inmejorable para definir el marco de trabajo en el que deben desarrollarse estos esfuerzos de una manera armónica, para conseguir los objetivos de comparabilidad, homogeneidad y lenguaje común que deberían caracterizar este tipo de trabajos y desembocar en unas herramientas que nos permitan acercarnos a esa forma de trabajar que se llama sostenibilidad, a esa meta que no es tal meta, sino proceso y modo de vida, que llamamos desarrollo sostenible.

Un más completo y adecuado conocimiento de las variables del entorno en que desarrollamos nuestra actividad, una sistemática que garantice las buenas prácticas en todas las fases del ciclo de vida de la infraestructura, un sistema de control que verifique el cumplimiento de lo establecido, todo ello lleva hacia una construcción más sostenible que, en muchas ocasiones con un esfuerzo apenas superior, simplemente con una mayor conciencia de la situación global, redundará en una mayor protección de nuestro futuro y del planeta que heredamos y que ahora legamos a nuestros descendientes.