

HERRAMIENTA PARA VALORAR LA SOSTENIBILIDAD EN LOS PROYECTOS DE EDIFICIOS Y DESARROLLO URBANO.

Fernando Rodríguez López

Sandra Piriz; Gonzalo Fernández

José Antonio Fernández

Universidad Politécnica de Madrid

Agustín Montes

Fundación General UPM

Abstract

The World Council of Civil Engineering - WCCE in the spirit of collaborating with the breakthrough in sustainable civil engineering is developing a tool that is assessed according to criteria of sustainable civil engineering projects. Since Dr. Gro Harlem Brundtland, who in 1984 introduced the concept of sustainability in engineering based on three objectives: environmental protection, integration in society and an optimum social cost for it, plans land and infrastructure for cities and developers and design teams of construction projects have tried to approach the concept in a particular way and various organizations of private or social nature have created standards. The idea of all is to seek maximum acceptance by citizens and customers of its management or its services or products. At present there are a variety of assessment tools and a wide dispersion in the approach of the concept, it creates a confusion in society and the system as well as abuse in the use of the concept that may cause the loss of values same. In this paper, the authors, who have been selected by the WCCE for the design of the tool, describe the methodology they have followed for drafting the first version of the same and processes designed to quickly become a standard for providing project managers the approach to sustainable criteria in it.

Keywords: *sustainability; certification; tool; management; project*

Resumen

El artículo justifica la importancia del problema, analizan las opciones que se han venido desarrollando en diversos países para gestionar esos problemas y proponen una serie de medidas de gestión y de tratamiento preventivo que posibilitan a un coste eficiente afrontar el problema. El Consejo Mundial de Ingeniería Civil - WCCE en el espíritu de colaborar con el avance en la ingeniería civil sostenible está desarrollando una herramienta que trata de evaluar conforme a los criterios sostenibles los proyectos de ingeniería civil. Desde que la doctora Gro Harlem Brundtland, que en 1984 se introdujo el concepto de sostenibilidad en la ingeniería sobre la base de los tres objetivos: protección del medio ambiente, la integración en la sociedad y un costo social óptimo para la misma, los planes de infraestructura para el territorio y las ciudades y la promotores y equipos de diseño de proyectos de construcción han tratado de aproximarse al concepto de una manera particular, y también algunas organizaciones de índole privado o social han creado estándares. La idea de todos es buscar la máxima aceptación por los ciudadanos y clientes de su gestión o de sus servicios o productos. En estos momentos existe una diversidad de herramientas para la evaluación y una gran dispersión en el enfoque del concepto y ello origina una confusión en la sociedad y

el sistema, así como el abuso en la utilización del concepto de que puede originar la pérdida de valores del mismo. En este artículo, los autores, que han sido seleccionados por el WCCE para el diseño de la herramienta, describen la metodología que han seguido para la redacción de la primera versión de la misma y los procesos diseñados para convertirla rápidamente en un estándar para facilitar los gestores de un proyecto la aproximación a los criterios sostenibles en el mismo.

Palabras clave: *certificación; evaluación; sostenibilidad; gestión; proyecto*

1. Introducción

En los últimos tiempos estamos observando una cierta tendencia del mercado a demandar productos inmobiliarios que se aproximen al concepto sostenible. Existe bastante confusión en el asunto, que va desde entender el concepto sostenible como aquél que hace que el planeta mantenga sus características habitables, evitando fundamentalmente contribuir al cambio climático, hasta el concepto de que no agotemos los recursos de manera que generaciones futuras puedan disfrutar de condiciones similares a las nuestras en sus condiciones de vida.

Los promotores y constructores de viviendas aceptan el concepto de vivienda sostenible como aquel que puede reactivar el mercado e indicar el fin de un ciclo demasiado expansivo, que casi provoca una muerte por exceso de éxito, y nos defina un concepto de vivienda más aproximado a lo que es necesario y haga sostenible el sector. Parece que ciertos aspectos relativos a la energía, el paisaje, el uso de los materiales, los residuos, etc. se entiende que deberían de pasar a formar parte de la industria de la construcción y podrían generar expectativas de desarrollo económico al mismo.

En el año 1984 la doctora [Gro Harlem Brundtland](#) introdujo el concepto de sostenibilidad en la construcción basado en los tres objetivos: protección del medio ambiente, integración dentro de la sociedad y un coste social óptimo para la sociedad. Posteriormente, los planes de infraestructuras para el territorio y las ciudades y los promotores y diseñadores de obras de construcción han pretendido acercarse al concepto buscando la máxima aceptación por los ciudadanos y clientes de su gestión o productos. El resultado de todo ello es que existe una diversidad de herramientas para la evaluación y una gran dispersión en el enfoque del concepto y ello origina confusión en la sociedad y abuso en el uso del mismo que podría originar el deterioro del concepto.

Es cierto que el concepto es variable en función de las características de la obra, de su localización y de la estrategia en los objetivos del plan o proyecto, pero por otro lado es un objetivo que debería ser adaptado de forma global en el planeta pues repercute en el mismo. Probablemente el esfuerzo de un país pobre en mejorar las tendencias en las formas más básicas puede ser similar al que realiza un país rico para introducir una mejora equivalente; también, y así se intenta en las emisiones de CO₂ – pues las emisiones no son más que una dimensión de las diferentes de la sostenibilidad-, podría existir una compensación global de manera que un proyecto en un país rico fomentase acciones en un país pobre.

Por todo ello, parece necesario establecer un sistema universal de valoración de la sostenibilidad de los proyectos que considere los aspectos diferenciales y que provoque un desarrollo global hacia el mismo basado en esfuerzos comparables y en la solidaridad transversal. La ponencia trata de establecer las condiciones de esta herramienta de manera

que pueda ser implantada lo antes posible, permita la identificación con los deseos de la sociedad y la tecnología y sirva de base para los requisitos de los planes y proyectos.

2. Antecedentes

La sociedad tecnológica reconoce de una manera firme que la sociedad civil ha adoptado el requisito de sostenibilidad para su desarrollo. Sin embargo, ahora tenemos que desarrollar el concepto de tal manera que la sociedad tecnológica adquiera la confianza de la sociedad civil de que ha escuchado su mensaje y práctica su contenido. Lo cierto es que estábamos mal a gusto con el requisito fundamentalista medioambiental y muchas veces nos parecía exagerado las conclusiones a las que nos llevaba observando aspectos de economía para la sociedad e integración que eran difíciles de conjugar con el aspecto medioambiental.

Al mismo tiempo que empiezan a implantarse en España una serie de normas y técnicas medioambientales, empiezan a surgir términos tales como viviendas ecológicas, bioarquitectura, construcción bioclimática... y otros muchos más, que no se sabe bien qué significan. A veces, al amparo del “medio ambiente”, aparecen inventos poco rigurosos y soluciones de dudosa utilidad. También existen promotores que no tienen el menor inconveniente en vender como “vivienda ecológica” cualquier construcción con algún elemento relacionado con el ahorro energético, sin tener en cuenta que el daño realizado al entorno, incluyendo en sus construcciones productos tóxicos o simplemente no reciclables, puede ser muy superior a los pretendidos beneficios energéticos. Casi podríamos decir que en estos tiempos el medio ambiente y la ecología están de moda. Es un hecho que los productos “ecológicos” se venden mejor.

El concepto de desarrollo sostenible aparece formulado por primera vez en el **Informe Brundtland**, publicado en 1987 por encargo de las Naciones Unidas, que determinó la necesidad de conseguir un desarrollo definido como:

“Aquel que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades.”

La modificación de los ecosistemas producida en gran parte por la actividad humana está produciendo un alejamiento del principio de sostenibilidad, la próxima generación puede no tener las mismas posibilidades que nosotros (recursos, asimilación de residuos, superficie de suelo).

Su apogeo de reconocimiento se produjo la cumbre de Rio de Janeiro in 1992, Agenda 21 - the Rio Declaration on Environment and Development, the Statement of Forest Principles, the United Nations Framework Convention on Climate Change and the United Nations Convention on Biological Diversity - donde muchos países aceptaron un sistema de indicadores objetivos como la manera de interpretar el concepto y los representantes políticos se comprometieron a valorar su situación y a tomar decisiones de manera que las tendencias generales fueran a mejorar la situación.

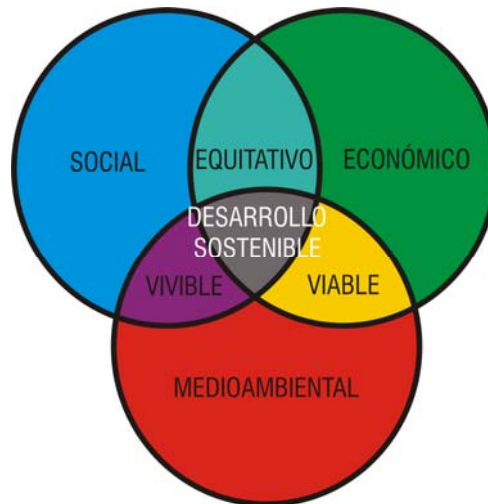


figura 1 Objetivos de la Sostenibilidad

1. Garantizar la equidad social: permitir la satisfacción de las necesidades esenciales de las comunidades humanas para el presente y el futuro, a nivel local y global, y la mejora de la calidad de vida: por ejemplo acceso para todos al empleo, a la educación, a los cuidados médicos y a los servicios sociales, a alojamiento de calidad, etc. Se trata también de garantizar la equidad social por el respeto de los derechos y libertades de la persona, y por la participación de los distintos grupos de la sociedad a los procesos de toma de decisión.

2. Conservar la integridad del medio ambiente: integrar, en el conjunto de las acciones sociales, culturales y económicas, la preocupación del mantenimiento de la vitalidad, la diversidad y la reproducción de las especies y ecosistemas naturales terrestres y marinos. Esto se hace por protección del medio ambiente, por la restauración, la adaptación y el mantenimiento de los hábitats esenciales a las especies así como por una gestión sostenible de la utilización de los ecosistemas explotados.

3. Mejorar la eficacia económica: favorecer una gestión óptima de los recursos humanos, naturales y financieros, con fin de permitir la satisfacción de las necesidades de las comunidades humanas. Esto se puede hacer por la responsabilización de las empresas y de los consumidores con respecto a los bienes y servicios que producen y consumen, así como por la adopción de políticas gubernamentales adecuadas (principio del agente/usuario-pagador, internalización de los costes medioambientales y sociales, eco-fiscalidad, etc.).

El reto de la aplicación del desarrollo sostenible consiste en hacer que todos los actores (ciudadanos, asociaciones, empresas, gobiernos, etc.), adapten sus comportamientos, acciones, políticas, programas, leyes y reglamentos, según una visión global y a largo término para alcanzar simultáneamente el equilibrio de estos tres objetivos fundamentales.

El problema surgió con la diversidad de indicadores y con los resultados dispersos obtenidos. Una manera de ordenar el sistema se logró in 2002, la declaración de Johannesburgo introdujo los tres objetivos de la sostenibilidad: protección del medio ambiente de la protección, integración en la sociedad y un coste social óptimo para el proyecto.

Un aspecto importante del concepto es su gran dinamismo. Cualquier otro requisito se podría ver englobado en dicho concepto. Así la ética en la sociedad se vincula perfectamente con la creación de un mundo donde las reglas que se establezcan permitan que el mundo del mañana pueda seguir tomando decisiones correctas, no supeditadas a la

corrupción o negligencia intencionada o cualquier otro aspecto. Las emisiones de CO₂ causantes, entre otras cosas, del cambio climático hacen que el concepto mediamambiental se globalice pensado en el planeta y en que tenemos que ir más a la raíz de la estabilidad del clima que a auto complacernos con proteger localmente algunos parámetros. En definitiva, los requisitos y exigencias a la actividad humana bajo el prisma de la sostenibilidad parece que toman un sentido adecuado y justo.

Sin embargo, hablar de ética o de reducir las emisiones de CO₂ o ajustar el coste social de una actividad (producir alimentos muy lejos de los consumidores) son conceptos excesivamente subjetivos que tienen unos rangos de variación muy amplios. Se precisa, por supuesto, de un conjunto de indicadores o parámetros objetivos que mediante un sistema integral permitan medir las diferentes dimensiones y adecuar sus valores, siendo por supuesto universales, a las circunstancias locales.

Consequences of construction activities:

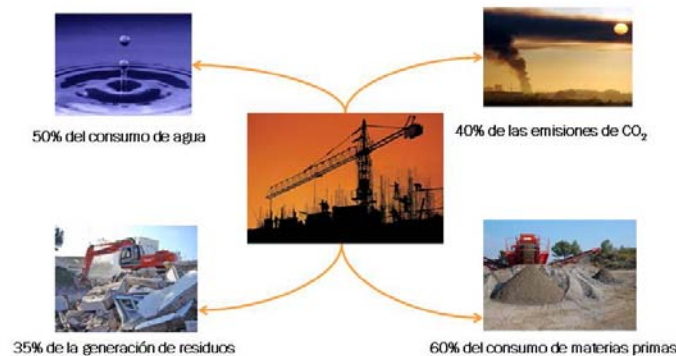


Figura 2 Efectos medioambientales construcción

Además, debemos incorporar todo aquello que frente a lo que la sociedad civil es sensible. En 2000, las Naciones Unidas en su Declaración de la Cumbre del Milenio, Nueva York, los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM). Siglo XXI está adaptado de manera generalizada por los promotores en los albores de entender como una manifestación de los objetivos de la sociedad. El sector de la construcción es uno en el que la aplicación del concepto tiene una gran importancia. En la Figura 2 se aprecia como es responsable del 50 % del consume del agua, del 35 % de la generación de residuos, del 60 % del consume de recursos y del 40 % de las emisiones de CO₂. Los objetivos del desarrollo sostenible:

- + Crecimiento económico y solidaridad con los países menos desarrollados.
- + Conservación de los recursos naturales y el medio ambiente.
- + Desarrollo social.

El sector de la construcción debe innovar de manera que avance en estos aspectos siempre que sea asumible económicamente y demandar un elemento distintivo que diferencie realmente unas construcciones de otras. Además, sería conveniente que el sistema permitiese una cierta aproximación a las condiciones locales.

Hay importantes ejemplos en la sociedad civil en los que un sistema desde la misma sociedad ha conducido a un reconocimiento de unas condiciones:

- CORPORATE SUSTAINABILITY RATINGS. La U.N Conference on Trade and Development (UNCTAD) estableció la necesidad de que las empresas establezcan un informe acerca de la responsabilidad social corporativa y el desarrollo sostenible. (UNCTAD 1995)
- EL GALARDÓN BANDERA AZUL es una eco-etiqueta selectiva concedida a más de 3.300 playas y puertos en 36 países de Europa, Marruecos, la República Sudafricana, Canadá, Nueva Zelanda y en el Caribe.
- STANDARD & POOR'S – MOODY'S son los sistemas más famosos en el mundo para otorgar un índice independiente de la situación económica y de riesgo. Ellos proporcionan a los inversores un valor de calidad y confianza para facilitar sus decisiones de inversión y compra.

Volviendo al concepto, el fin último de alcanzar una construcción sostenible requiere el desarrollo de una metodología común para evaluar a nivel integral las prestaciones referentes a la sostenibilidad de las redes de infraestructuras, los edificios y del proceso de construcción, incluyendo en esta evaluación la consideración de la totalidad de su ciclo de vida.

La aplicación de una metodología de evaluación permitirá optimizar los edificios desde etapas muy tempranas, la fase de diseño, y tomar decisiones correctas en las operaciones de rehabilitación y mejora de los edificios existentes. Así, las decisiones tomadas en la fase de diseño tendrán una gran implicación sobre los subsiguientes costes del ciclo de vida del edificio, el consumo energético, la calidad del ambiente interior y el reciclado y reutilización de los residuos de demolición.

En esta era del conocimiento ambiental entre consumidores y la demanda en aumento de un producto más sostenible, un equipo de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM) y la empresa CPV, que ofrece servicios de asistencia técnica a promotores de obras enfocados en el cumplimiento de los objetivos, desarrolló una herramienta para el mercado de la construcción para distinguirse entre diferentes proyectos la calidad sostenible. Tanto el equipo de la UPM como de CPV eran miembros de la acción COST C23. En esta era de conciencia ambiental entre consumidores y la demanda cada vez mayor para un producto más sostenible, WCCE ofrecerá una herramienta para que los proyectos se puedan distinguir bajo el concepto sostenible.

Un aspecto que surgió del estudio de la situación es la existencia de una gran variedad de herramientas que a su vez poseen algunas dispersiones. El equipo consciente de la

importancia de globalizar el uso de la herramienta considerando los aspectos locales y la necesidad de un soporte independiente y prestigioso del reconocimiento, se puso en contacto con el World Council of Civil Engineers (WCCE) una organización joven que pretende asociar a ingenieros, empresas, organizaciones, etc. para analizar la posibilidad de que ella tomase para si el soporte de la herramienta y facilitase una aplicación más universal. En la reunión de Tunes de Agosto de 2008 la comisión ejecutiva del WCCE aprobó el desarrollo de misma aceptando el traspaso de la herramienta desde el equipo español y ha configurado un equipo a nivel mundial para que, en base a lo ya establecido, se desarrolle ya una herramienta universal.

3. Aproximaciones al trabajo

Ya existen varias herramientas disponibles para evaluar la sostenibilidad en los proyectos de construcción, redes de infraestructura, urbanismo, etc .. Podemos mencionar las más representativas:

- Sistemas individuales de Administraciones Públicas para la evaluación. En varios países los fondos del gobierno para dar las acciones financieras en la sostenibilidad.
- Los sistemas creados a partir de la Agenda 21. Sistema de Indicadores (CRISP, 2003). PER, ERF, MFC, los sistemas de DPSIR.
- Privada de Acreditación para los proyectos de construcción (LEED, BREEAM, GBC, CASBEE, HQE, etc.)
 - BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method), nacido a principios de the'90 sistema de tipos sobre la base de una lista de indicadores y la ponderación de los mismos según la tipología del edificio, para su uso en Gran Bretaña, Canadá y los EE.UU..
 - LEED (Liderazgo en Energía y Diseño Ambiental) que proporciona una evaluación de las acciones también a través de una lista de usos como la construcción. Es el sistema mundial más usado con más de 500 certificados de proyectos y más de 5.400 proyectos registrados.
 - GBC (Green Building Challenge), basado en la ponderación de los criterios de los indicadores en las diferentes etapas del proyecto. Es promovido por la iiSBE (Iniciativa Internacional para un Ambiente Construido Sustentable) con más de 25 países participan en el proyecto desde 1998, que trata de evaluar todas las fases de las opciones de diseño del proyecto. Han desarrollado herramientas GBTool'05 y el SBTTool'07 recientes.
 - CASBEE (Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency) se originó en Japón en 2002 y la valoración de los impactos utilizando el concepto de eco-eficiencia (relación entre la calidad del servicio brindado y la carga medioambiental que produce).
 - Las iniciativas particulares. Por ejemplo, en 2008, GE Real Estate & ING Real Estate ha anunciado una iniciativa común para evaluar el rendimiento de la sostenibilidad de propiedades comerciales en toda Europa.

El equipo analizó estas herramientas existentes para utilizar sus experiencias, como uno de los métodos de identificación de indicadores, pero no se quedó ahí. La importancia es crear un sistema científico de identificación de los indicadores al objeto de ser una herramienta completa en las dimensiones de la sostenibilidad.

4. Objetivos

El objetivo del trabajo desarrollado fue la generación de una herramienta que permitiese valorar si la construcción que origina un proyecto de construcción es o no sostenible. Para ello era necesario:

- en base a lo establecido en cumbres y demás reuniones internacionales identificar las características de una construcción sostenible
- Establecer un conjunto de dimensiones para medir las características y que pueda ser interpretado por el sector y la sociedad
- Identificar y analizar los indicadores que pueda servir para evaluar las dimensiones de manera objetiva así como indicar las exigencias básicas a alcanzar por los proyectos
- Elaborar un sistema de integración de los indicadores en las dimensiones y de la sdimensiones en el valor global sostenible de los proyectos.

Como objetivos secundarios del equipo de investigación ya liderado por el WCCE, fue también establecer un sistema universal que permitiese al WCCE::

- Contribuir al desarrollo sostenible.
- Promover y marcar tendencias en el desarrollo sostenible colaborando con instituciones internacionales.
- Participación en foros y reuniones para representar a la técnica y la ingeniería.
- Regular las actividades del control y la auditoria de la sostenibilidad.
- Establecer procedimientos y guías.

5. Trabajos desarrollados

En este proyecto, las actividades que se desarrollaron fueron:

- Crear una herramienta con dimensiones e indicadores para valorar el nivel de sostenibilidad de los proyectos de construcción.
- Crear una base formai técnicos y compañías para el control y auditoria de proyectos.
- Reconocer a empresas consultoras para controlar y auditar los proyectos y redes de infraestructuras.
- Alcanzar el reconocimiento de la sociedad y del mercado de la construcción.

- El sistema de valoración debe garantizar que una compañía controle y audite el nivel de sostenibilidad. Que existe un mercado que aprecie el sistema y eso puede pagar los costes derivados y que el mercado se interese en la diferencia entre dos proyectos puede apoyar la diferencia de costes.

Concepto y aplicaciones de la herramienta universal.



Figura 3.- propuesta inicial de sello sostenible para el WCCE

El sistema universal para establecer el grado de sostenibilidad debe afrontar la valoración de las diferentes dimensiones del concepto. Por tanto, esta herramienta establece las dimensiones del concepto cómo la sociedad civil lo interpreta y una serie de indicadores y cómo cada uno contribuye a cada dimensión de manera que una vez evaluados los mismos la herramienta obtiene un valor objetivo en cada dimensión. Además, de acuerdo con las posibilidades generales y locales, el sistema permite establecer los objetivos que en cada momento se pueden establecer para cada dimensión, traduciendo finalmente la totalidad del concepto a una categoría: diamante, platino, oro o certificado.

Una vez establecidas las dimensiones del concepto, trata de determinar su valor mediante la identificación de indicadores técnicos o exigencias que sirvan como buenas prácticas ambientales así como también herramientas para evaluar la sostenibilidad.

Las características que se exigieron para la herramienta fueron:

- Organización internacional bajo el control del WCCE.
- Establecer una herramienta universal que permita la valoración de ..
 - Proyectos de construcción
 - Redes de infraestructuras (existentes o en proyecto)
 - Urbanismo, ...
- Agencias Nacionales con criterios particulares bajo un comité general del WCCE. El gestor local del sistema debe ser representativo en cada país.
- Un sistema de empresas consultoras y auditores e independientes para acompañar y valorar los proyectos.

Además la herramienta deberá ser aplicable a:

- Redes de infraestructuras: carreteras, puertos, aeropuertos, ferrocarriles, transporte urbano, plantas de energía, tratamiento de aguas, etc.
- Ciudades y pueblos con el sistema de indicadores de Río.
- Urbanismo y desarrollo de ciudades.
- Edificación
- Revitalización y rehabilitación de parques de construcciones
- Etc.

Fases del proyecto

Las fases del proyecto que se consideraron fueron:

- Fase 0. Diseño del estudio. Características de una construcción sostenible. Metodología de trabajo.
- Fase I. Identificación de dimensiones y/o de temas de indicadores.
- Fase II. Identificación de indicadores. Se trata de establecer prestaciones objetivas que puedan ser medidas en los proyectos y que permitan establecer los valores de las dimensiones y, en consecuencia, del requisito sostenible
- Fase III. Análisis de las dimensiones y de los temas de indicadores. Esta etapa consiste en analizar las dimensiones y los indicadores en función de su aplicabilidad y adecuación a los proyectos que podrán ser evaluados. Se hará una categorización de los indicadores, de sus características y aplicabilidad a diferente tipos de proyectos de urbanización.
- Fase IV. Evaluación de los indicadores propuestos. Se realizarán sistemas para analizar los indicadores, los objetivos en sus valores, su relación con otros, las oportunidades de mejora y los riesgos asociados.
- Fase V. Implementación de la herramienta. Realizar un análisis multicriterio de los indicadores al objeto de integrarlos en las dimensiones y en el valor sostenible del proyecto.
- Fase VI. Feedback, procedimiento de revisión y actualización. La revisión se hará cada tres años con el WCCE y los actores implicados en el proyecto.

Estas fases vienen reflejadas en la figura 4 de modo esquemático. Como se aprecia, no es un proceso lineal sino un proceso cíclico que se retroalimenta con la aplicación del proceso mejorándose continuamente con la experiencia, su aplicación a diferentes proyectos, aparición de nuevas tecnologías o la mejora y refinamiento del sistema.

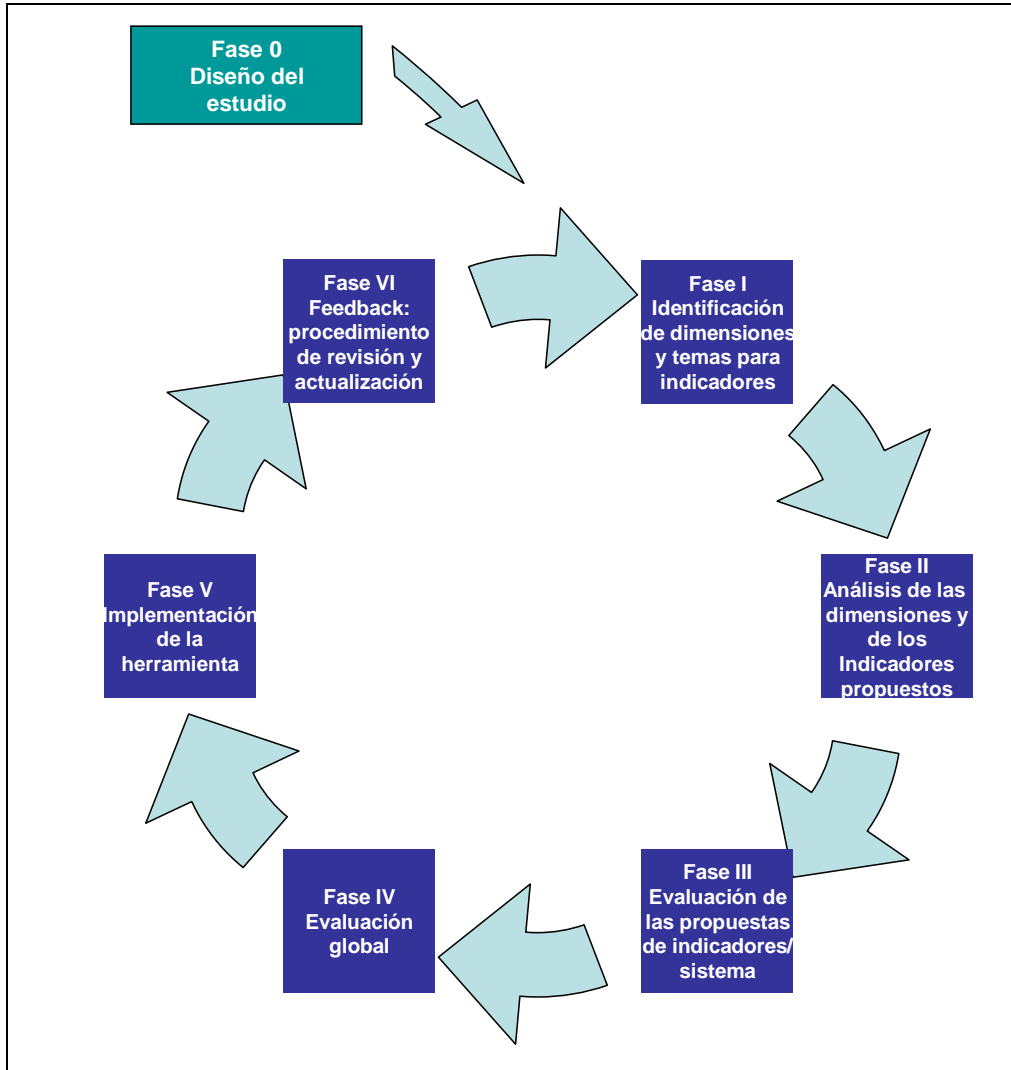


Figura 4. Esquema del proceso de establecimiento de la herramienta de evaluación de la sostenibilidad de los proyectos de urbanismo

Características de la ingeniería sostenible

Como se ha dicho, la primera parte consistió en establecer las características que debe de cumplir una construcción sostenible.

Para ello se estudiaron todos los argumentos que se fueron teniendo en cuenta en los diversos eventos que trataron del concepto sostenible.

Eventos analizados en el estudio		
Fecha	Evento	Avance
1968	Creación del Club de Roma	Crecimiento estable de la humanidad
		"Los límites del crecimiento" publicado en 1972

1972	Cumbre de la Tierra en Estocolmo	Posible Cambio Climático
		Nuevo concepto de Desarrollo
1987	Informe Brundtland	Se acuña el término Desarrollo Sostenible
1992	Cumbre de Río de Janeiro	UNFCCC (189 países lo ratifican)
		Agenda 21
1997	Cumbre en Nueva York (Río + 5)	Necesidad de realizar progresos concretos
		Establecer estrategias nacionales de Desarrollo Sostenible
2000	Cumbre del Milenio de las Naciones Unidas, Nueva York	Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM)
2002	Cumbre de Johannesburgo (Río + 10)	Cumbre del Desarrollo Sostenible
		3 Pilares: desarrollo económico, social y protección ambiental
2005	Entra en vigor el Protocolo de Kyoto	> 50 % de los países emisores firman el protocolo
2007	Conferencia Internacional Río + 15 en Río de Janeiro	Documento final en Bali (Indonesia)

En base a todos los informes elaborados, se concluyó que la herramienta debería valorar los siguientes aspectos de una construcción o sistema ingenieril existente o nueva. Así las construcciones deberían ser:

1. Atractivas, durables, funcionales, accesibles, confortables y saludables para desarrollar actividades en ellas y utilizarlos.
2. Eficientes en relación al uso de recursos, en particular en lo referente al consumo de energía, materiales y agua, favoreciendo el uso de energías renovables, necesitando poca energía exterior para su adecuado funcionamiento haciendo un uso adecuado de la lluvia y de las aguas subterráneas y gestionando adecuadamente las aguas residuales, utilizando materiales amigables con el medio ambiente que puedan ser fácilmente reciclados o reutilizados y que no contengan productos peligrosos y que puedan ser depositados con seguridad.
3. Contribuyan al PROGRESO y la INNOVACION de manera que influyan y faciliten la mejora de la sociedad. Si podemos hacerlo mejor DEBEMOS.
4. Faciliten la participación de la sociedad en general y especialmente la interesada en el proyecto.
5. Adaptada a las posibilidades del entorno buscando un equilibrio entre el medioambiente, el desarrollo y la economía. Debería ser, además, SOLIDARIA de manera que sirva para equiparar las posibilidades de cada uno.
6. Debe de incorporar necesariamente las experiencias positivas pero posibilitando la innovación.
7. Respetuosos con su entorno humano, con la cultura local y el patrimonio.
8. Debe ser prudente, basándose en un nivel de riesgo inherente adecuado a las consecuencias de los fallos (económicas, medioambientales, seguridad y salud, etc.).
9. Debe contribuir a disminuir la vulnerabilidad medioambiental del planeta.
10. Debe facilitar todos los requisitos y necesidades a cumplir por la construcción (autoprotección, mantenimiento, etc.), incluso corregir los resultados adversos.
11. Debe crear proyectos competitivos económicamente, especialmente cuando se toma en consideración el largo ciclo de vida asociado a los edificios, teniendo en cuenta el coste de mantenimiento, la durabilidad,...
12. Debe facilitar el intercambio de la información y la integración de los sistemas al objeto de optimizar el coste operativo global.
13. Debe contribuir al progreso de la democracia, avanzando en el sistema y combatiendo la corrupción.
14. Debe basarse en el ser humano y su desarrollo en armonía con el medio ambiente y la disponibilidad de recursos económicos.

Dimensiones de la ingeniería sostenible



Figura 5.- Dimensiones de la sostenibilidad

La metodología propuesta traslada las características de una construcción sostenible a dimensiones. Como ya se dijo. La sostenibilidad es un concepto bastante vacío que fue incorporando dimensiones en base a las diferentes cumbres y reuniones de todos los estamentos sociales. Estas debían ser:

- Independientes.
- Obedecen a intereses de la sociedad.
- Justificables.
- Asimilables, comprensibles y fáciles de interpretar por la sociedad
- Priorizan las necesidades

La metodología utilizada para la selección de las dimensiones fueron dos: el benchmarking y un brainstorming de los miembros del equipo. Las dimensiones establecidas necesariamente son diferentes en función de la escala del proyecto. Así, para un edificio son las que se observan en la figura 5. Las correspondientes a la escala urbana fueron las que se deducen de la tabla 1.



Figura 6.- Escalas de aplicación de la Herramienta

La herramienta considera necesariamente diferentes escalas territoriales para el proyecto. Evidentemente cada proyecto estará afectado por las decisiones previas en el proceso de ordenación o planificación. Además la herramienta considera, así mismo, todo el ciclo de vida del proyecto tal y como lo tiene previsto o se le obliga a considerar.

Las dimensiones se estudian por medio de la evaluación de unos indicadores. El término indicador viene a representar de manera simplificada una situación compleja, permitiendo valorar su evolución a lo largo del tiempo o su comparación entre espacios o estructuras diferentes. Un indicador es una variable que supera su valor neto para representar una realidad más compleja pero que debe de ser fácilmente comprensible y evaluable.

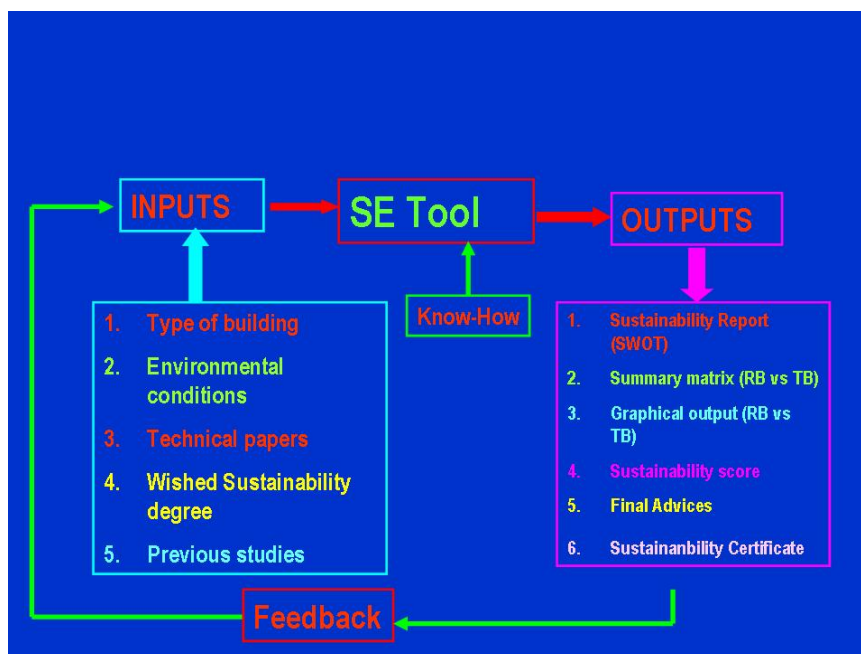


Figura 7.- Funcionamiento de la herramienta

Indicadores de la ingeniería sostenible



Figura 8. Funcionamiento del sistema de evaluación

Para identificarlos era preciso establecer las características que debían poseer. De acuerdo con otras herramientas y sistemas, los indicadores tienen unas características específicas.

Son:

- Exactos, inequívocos y específicos.
- Comprensibles y fáciles de interpretar.
- Accesibles.
- Significativos y relevantes, representar la realidad de un sistema.
- Sensibles a los cambios.
- Válidos, científicamente solventes, verificables y reproducibles.
- Herramientas útiles para la acción, como conjunto deben proporcionar una visión de la situación.

El resultado de la Fase I sobre la identificación de indicadores viene reflejado como conclusión de este documento. La metodología que se ha aplicado en esta fase para la identificación de las diferentes dimensiones e indicadores, ha consistido en la aplicación de los estándares del Project Management Institute (PMI, 2004) para la identificación de oportunidades de un proyecto. Así las técnicas empleadas han sido las siguientes:

- a. Revisión de la documentación sobre el tema de las dimensiones y indicadores de sostenibilidad, con selección de obras de varios países
- b. Estudio y análisis de otras herramientas empleadas en los proyectos de ingeniería y arquitectura y en los sistemas de indicadores.
- c. Estudio de las características sostenibles en una serie de proyectos objetivo. Se trataba de identificar indicadores en proyectos que la propia sociedad ha catalogado como sostenibles.
- d. Estudio de las exigencias legales y prestaciones exigibles a los proyectos. Estudio de la legislación internacional, nacional y regional de la normativa relacionada con la materia de urbanismo
- e. Realización de encuestas para la consulta de expertos a través de un cuestionario
- f. Realización de sesiones de tormenta de ideas (brainstorming) mediante el trabajo con un grupo interdisciplinario de expertos
- g. Realización de entrevistas con especialistas de la Agenda 21, de la planificación urbana y los proyectos de urbanismo

Como consecuencia de ello, se identificaron los indicadores de la figura 7. en la Tabla 1 se detallan los indicadores para el caso de proyectos urbanos.

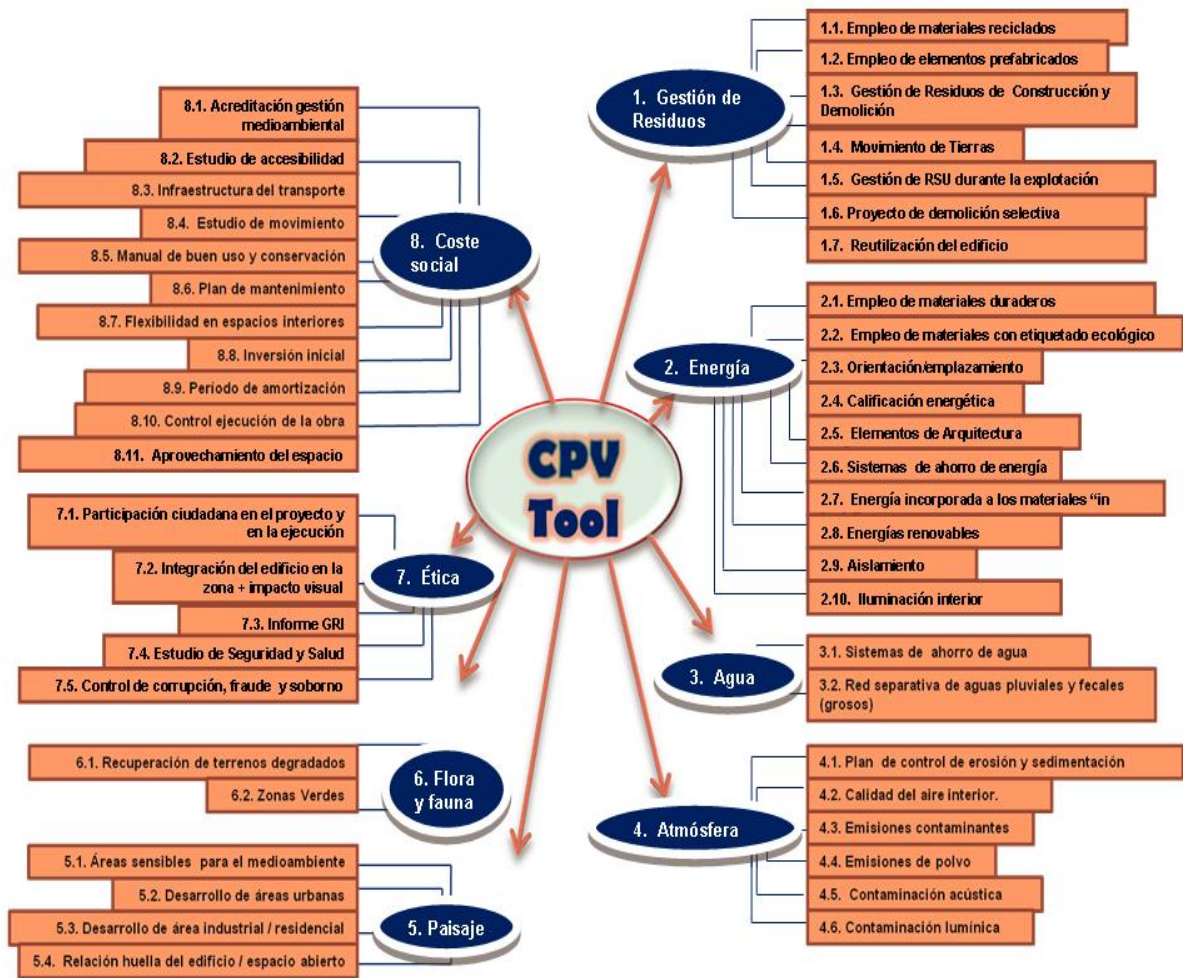


Figura 9.- propuesta indicadores EN EDIFICACIÓN resultante para cada dimensión (F. Rodriguez, 2009)

TABLA 1 DE DIMENSIONES E INDICADORES PARA PROYECTOS SOSTENIBLES URBANOS F. RODRIGUEZ / S. PIRIZ 2009	
DIMENSIONES	INDICADORES
1. Agua	1.1 Eficiencia en el uso del agua: reciclaje, reutilización, y/o recogida de agua de lluvia, sistemas de ahorro de agua, etc. 1.2 Separación de aguas pluviales y fecales 1.3 Calidad de las aguas: subterráneas, superficiales (mar, lago, río, etc.), artificiales, etc.
2. Atmósfera	2.1 Emisiones de CO ₂ debidas al consumo de energía por las viviendas, la industria, el transporte 2.2 Calidad del aire: concentración y emisiones (salvo CO ₂): ozono (O ₃), monóxido de carbono (CO), de polvo en suspensión (TSP), dióxido de azufre (SO ₂) 2.3 Ruido: molestias sonoras debidas al tráfico de carreteras, a la industria, al tráfico ferroviario y aéreo

3. Biodiversidad	<p>3.1 Abundancia de una selección de especies animal clave: p.ej. especies en vía de desaparición o específicas al ámbito.</p> <p>3.2 Riesgos naturales: inundaciones, erosión, plan de autoprotección, etc.</p> <p>3.3 Vegetación y zonas verdes: origen de esencias vegetales, densidad de zonas verdes públicas, deforestación, reforestación, etc.</p>
4. Energía	<p>4.1 Uso y desarrollo de energías renovables: solar fotovoltaica, solar térmica, eólica, hydro-emergía</p> <p>4.2 Consumo energético: p.ej. del alumbrado público, de los servicios públicos, de las viviendas</p> <p>4.3 Ahorro y eficiencia energética: p.ej. rehabilitaciones a bajo consumo de energía, orientación de los edificios, en calefacción / desglose / aislamiento</p> <p>4.4 Alumbrado publico y privado exterior: nivel, calidad, etc.</p>
5. Recursos y residuos	<p>5.1 Reutilización y reciclaje en materiales de construcción: empleo de materiales de construcción duraderos, proximidad de suministro</p> <p>5.2 Gestión de residuos sólidos urbanos (RSU): de viviendas, de actividades industriales</p>
6. Suelo	<p>6.1 Calidad del suelo: contaminación del suelo por los metales pesados.</p> <p>6.2 Uso del suelo: superficie edificada, distribución de la utilización del suelo (residencial, comercial, industrial), etc.</p> <p>6.3 densidad de población</p> <p>6.4 Grado de concordancia con los planes de urbanismo</p>
7. Integración social	<p>7.1 Integración social de diferente clase de población</p> <p>7.2 Accesibilidad a lugares de cultura: bibliotecas, museos, teatros, etc.</p> <p>7.3 Accesibilidad a servicios básicos. Establecimientos de salud, de compras corrientes (diarios o muy frecuentes), guardería infantil, etc.</p> <p>7.4 Telecomunicación: acceso telefónico, radio, Internet, etc.</p> <p>7.5 Acceso a zonas verdes, tranquilidad</p> <p>7.6 Oferta de ocio, proximidad de los servicios básicos, calidad del aire, Sentimiento de pertenencia al lugar</p> <p>7.7 Formación y información a la sociedad: p.ej. sensibilización de la población a los distintos ámbitos del desarrollo sostenible</p>
8. Economía social	<p>8.1 Diversidad en los comercios, fuente de aprovisionamiento, calidad de los productos, condiciones de fabricación de los productos</p> <p>8.2 Oferta en empleos, porcentaje de la población con empleo</p> <p>8.3 Diversidad en la oferta de alojamientos: alquileres libres, subvencionados</p> <p>8.4 Uso de productos y/o medios inovativos (p.e. de ahorro de energía)</p> <p>8.5 Respeto del patrimonio: construido, natural, etc.</p> <p>8.6 Gastos de mantenimiento: mobiliario urbano, edificios</p>

9. Movilidad	<p>9.1 Distribución modal del transporte (coche, moto, transporte público, bicicleta, pe) por motivo de desplazamiento.</p> <p>9.2 Características del tráfico: velocidad autorizada/efectiva, tránsito, zonas de moderación del tráfico</p> <p>9.3 Características del parque de vehículos motorizados: nivel de monitorización, densidad de coches en el espacio urbano</p> <p>9.4 Oferta en aparcamiento y características por cada modo (coche, moto, bicicleta) y por motivo (habitante, visitante, pendular).</p> <p>9.5 Oferta de nuevas formas de movilidad o ecomovilidad: bicicleta en libre servicio, comparte de coche, estaciones de recarga de bicicletas eléctricas,)</p> <p>9.6 Eficiencia del servicio de transporte público/en común (si compañías privadas): frecuencia, capacidad, horarios, localización de paradas)</p> <p>9.7 Itinerarios peatonales: eficiencia, seguridad, carácter agradable, fuera del tráfico motorizado</p> <p>9.8 Itinerarios ciclistas: eficiencia, seguridad, carácter agradable, fuera del tráfico motorizado</p> <p>9.9 Accidentes: accidentes de la circulación, en fase de edificación</p> <p>9.10 Criminología: delitos, crimen, denuncias por reporte de comisarías</p>
--------------	---

Medición de las dimensiones y del nivel sostenible

El trabajo más complejo de toda herramienta es establecer para cada grupo de indicadores los sistemas de evaluación.



3. ENERGY

3.5 Indicator: USE OF DURABLE MATERIALS

CONCEPT

The election of materials is valued with this indicator that its durability opposed to others implies a smaller power cost in its substitution during the life utility of the building.

The following representative materials of the construction will be evaluated: structure, facade, pavements, windows, pipes

COMPONENTS

Code	Concept	Score
3.5.1	It is fulfilled the use of the materials and percentages indicated in the following table.	1
	Σ	1

Concept	Material	Percentage over the total
Structure	Reinforced concrete	>75%
Facade	Brick or concrete	>75%
Pavements	Stoneware	>75%
Pipes	Plastic	>75%
Windows	Aluminium or PVC	>75%

In case of increasing the % in any of the concepts the demand in other concept could be deducted in the same proportion with a minimum of 50%

REQUIREMENTS

Project phase
Project (measurements and planes) where it can be verified the percentage and materials used.
Construction phase
Technical records of the materials used.
Justificatory document that in work the materials are placed as indicated the project.
Demolition phase
Study of disassembling and/or possible reusability of the materials

Figura 10.- Ficha de evaluación de indicador

Se elaboró una ficha por cada indicador estableciendo el concepto o el objetivo del mismo, sus componentes (como prestaciones de la construcción) y una serie de requerimientos exigibles en la fase del proyecto. Los requerimientos generalmente son necesarios y las componentes permiten la valoración de los indicadores.

Posteriormente hubo que integrar los indicadores en las dimensiones. En este caso se optó por un modelo matemático multicriterio. Cada indicador posee un peso en la puntuación en la dimensión y cada indicador se puntúa en un valor máximo igual para todos. La diferencia significativa entre las puntuaciones, se estableció en base a las construcciones que son posibles, aceptadas por el mercado y la sociedad en general.

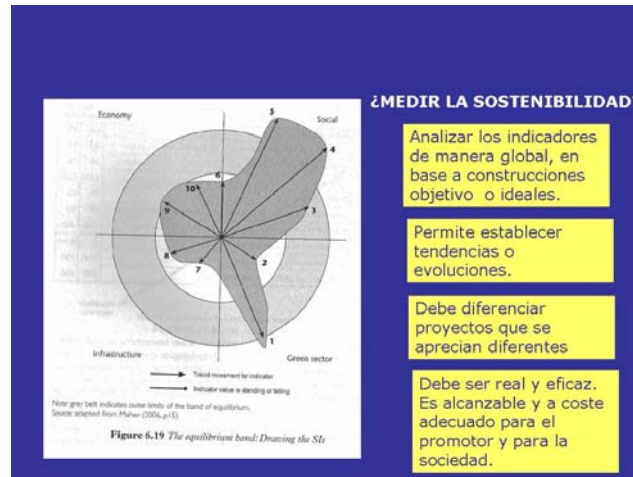


Figura 11.- Integración de las dimensiones

Para la evaluación global, se optó más por el modelo medusa que se observa en la figura 8. Se establecen sectores para las dimensiones y la medusa debe cubrir áreas correspondientes a los diferentes niveles. Además, entre ciertas dimensiones se acepta la alternativa.

Un aspecto que se pretendió considerar adecuadamente fue la innovación. Los proyectos deben de arriesgarse en mejoras que puedan significar evoluciones tecnológicas. Es decir, un proyecto puede impactar en el conjunto del mercado y resultar un efecto muy grande.

Ya que se trata de una acción global en todo el sistema de la construcción. En principio, se considera la constitución en el seno del WCCE de dos comités:

6. Conclusiones

El sector de la construcción debe de actuar en la forma de mejorar la calidad de la vida y la disminución de los problemas del futuro del mundo. El aspecto diferente al trabajo son la integración social de los proyectos, para ajustar el coste global que el proyecto tiene para la sociedad y proteger el medio ambiente y el calentamiento global. La suma de estos tres aspectos es la sostenibilidad.

La regulación oficial y global de la sostenibilidad es muy complicado porque es un concepto dinámico y posiblemente hueco, depende de la aplicación del proyecto y las condiciones de ubicación y se trata de una acción global. Imponer un sistema en todo el mundo será muy complicado y originará cierto rechazo en algunas sociedades que no van a entender el sistema en el que se ha basado su desarrollo.

Otra posibilidad es establecer un sistema voluntario de cerca de los agentes del sector y con interés para los promotores. Hoy en día la calidad de la sostenibilidad atrae mucho a los promotores, porque creen que los clientes pueden valorarlo. Es posible usar eso para establecer un sistema voluntario para avanzar en los carriles que la sociedad le gusta.

El WCCE es una organización para desarrollar las actividades de ingeniería civil en el concepto global. Es una organización social, independiente y sin interés económico. Podría ser una plataforma perfecta para desarrollar el uso correcto del criterio sostenible. Este documento expone la herramienta de la WCCE para valorar el grado sostenible de los

proyectos en las actividades de arquitectura e ingeniería civil. El WCCE tiene interés en contribuir al desarrollo sostenible y, una de las maneras, es ofrecer esta herramienta.

La evolución de los objetivos de sostenibilidad debe ser progresivo y aceptado por el mercado. Todas las cosas son posibles, pero se necesita que no se interrumpa el proceso habitual actual y, por supuesto, tiene que inducir a la evolución con el control de los costes y los beneficios.

Referencias

- Bakens, W., 'Realizing the sector's potencial for contributing to sustainable development', UNEP Industry and Environment. April – September 2003, pp 9-12.
- CRISP (*Construction and City Related Sustainability Indicators*): <http://crisp.cstb.fr>
- Fowler, K.M. and Rauch, E.M., 2006, *Sustainable Building Rating Systems*, Department of Energy, United States of America, July 2006.
- Heuting, R. and Reijnders, L., 2004, *Broad sustainability contra sustainability: the proper construction of sustainability indicators*, Ecological Economics, Vol. 50, Issue: 3-4, pp. 249-260.
- Hill, R; Bowen, P., 1996, *Sustainable Construction: Principles and framework to attainment, Construction management and Economics*, Vol 15, pp 223-239.
- Kibert, C., 1994,. CIB – TG16, *First International Conference on Sustainable on Construction*, Florida.
- Macías, M. y Álvarez-Ude, L., 2007, *La innovación en las Técnicas, los Sistemas y los Materiales de Construcción, Ponencia incluida en la Jornada J7 'Evaluación de la Sostenibilidad en la Edificación'*, XVII Curso de Estudios Mayores de la Construcción CEMCO. Instituto Eduardo Torroja, Madrid, 7 de Junio de 2007.
- RAE, The Royal Academy of Engineering, 2005, *Engineering for Sustainable Development: Guiding Principles*, ISBN: 1-903496-21-7, September 2005.
- United Nations, 1992, *Agenda 21: The United Nations Programme of Action From Rio*, United Nations, New York.
- UNEP/Earthscan, (2002). 'Global Environmental Outlook 3'. London, 2002.
- Wilson, J., Tyedmers, P. and Pelot, R., 2007, *Contrasting and comparing sustainable development indicator metrics*, Ecological Indicators, Vol. 7 Issue 2, pp. 299-314.