

Sostenibilidad, la penúltima exigencia a los proyectos

Eduardo Peris Mora

Universitat Politècnica de València.

[eperis@cst.upv.es](mailto:eperis@ cst.upv.es)

Resumen

La sostenibilidad es una de las características más exigidas a los proyectos para garantizar que su impacto ambiental sea el menor posible. Sin embargo otras exigencias serían deseables en un correcto planteamiento en origen: viabilidad, y deseabilidad desde los puntos de vista económico, social y medioambiental deberían ser también considerados. La reversibilidad, que generalmente no es considerada es, sin embargo, la característica más importante que debiera ser tenida en cuenta para prever los daños permanentes que sobre el entorno provocará la actividad proyectada; sobre todo en los grandes proyectos de Ingeniería Civil. El análisis sistémico de un proyecto de laboratorios sirve de pretexto para argumentar la necesidad de considerar la reversibilidad como uno de los criterios principales que deberían ser considerados al proyectar.

Palabras clave: sostenibilidad; proyecto; reversibilidad.

Abstract

Sustainability is one of the more demanded characteristics of projects to guarantee that its environmental impact be minimum. However other demands would be desirable since the first steps in a project: viability and desirability, from the economic, social and environmental points of view should also be considered. Reversibility is not generally considered, however, it is the most important characteristic of a project that should be kept in mind to foresee the permanent damages that the projected activity will cause, mainly in the big projects of Civil Engineering. The systemic analysis of a project of laboratories serves as a pretext to argue the necessity to consider reversibility as one of the main approaches that should be considered when projecting.

Keywords: sustainability; project; reversibility.

1. Introducción

Parece que en estos tiempos ya no cabe plantearse otro objetivo que el de sobrevivir ¡Sálvese quien pueda! es la consigna a la que el llamado Sistema de Libre Mercado nos ha llevado. Lejos quedan otros tiempos en los que el supuesto estado-sensación de bienestar permitía la generosidad con generaciones futuras, cuando nos preocupábamos de intentar que nuestros herederos recibieran un mundo mejor, social y medioambiental, que el que habíamos recibido de nuestros padres. En ese tiempo ver salir humo de una chimenea nos

asustaba y nos hacía protestar por la falta de responsabilidad de las empresas; hoy, si las hubiera, las chimeneas solo servirían de refugio a las cigüeñas que ya no se mueven tanto porque la tierra está cada vez más caliente y no quedan paisajes naturales donde emigrar.

2. Los paradigmas ambientales

Cuando en la segunda mitad del siglo XX comenzó a destaparse aquella preocupación

generalizada por el medio ambiente, la presión social consiguió que las administraciones públicas de los estados incorporasen a sus legislaciones algunas cautelas que, tímidamente, hicieran frente a los daños más evidentes que un cierto modelo de desarrollo tecnológico estaba imponiendo. Algunos paradigmas fueron evolucionando con el tiempo: **“quien contamina paga”** fue seguramente el primero en adoptarse para luchar contra la contaminación –sobre todo la atmosférica en el primer tiempo– que provocaba daños manifiestos (y costes sanitarios importantes) en la población y en los bienes materiales. Tímidamente al principio y solo con sanciones administrativas para los contaminadores, la insuficiencia de resultados llevó, poco a poco, a incrementar el rigor normativo y a perseguirse penalmente a los responsables; al menos a algunos de ellos. Desde un principio en el que la persecución consistía solo en aplicar sanciones administrativas y como máximo al cierre temporal de las empresas contaminantes, se fue aumentando el rigor de las sanciones hasta convertirlas en delito que llevaría a prisión a los considerados como responsables del daño.

Con el tiempo se añadió un segundo paradigma ambiental (**“es mejor prevenir que curar”**) que configuró algunas disposiciones legales en los principales países desarrollados. Y esa idea llevó a desarrollar modelos de evaluación de impacto ambiental que, pasado el tiempo llegó a convertirse en una especie de “tasa” a los proyectos a través de la cual se financiaba –por las mismas compañías promotoras de los mismos– un estudio anexo a cada iniciativa en el que se argumentaba porqué la idea a desarrollar era la mejor entre las posibles o, lo que es lo mismo, la menos dañina entre otras soluciones, también imaginadas por la entidad promotora. Uno y otro paradigma llevaron al desarrollo de normas que, siendo necesarias, no llegaban a ser suficientes para regular y racionalizar el uso de los recursos naturales.

De hecho, perseguir a los contaminadores no llegaba más que en muy pocos casos a remediar el daño causado ya que ni se llegaba a eliminar todas las contaminaciones ni se exigía a los encausados más que sufrir alguna penalización por sus actos. Restablecer la situación al estado anterior al daño no es fácil y en muchos casos es imposible. En lo que respecta a la Evaluación del Impacto Ambiental de los nuevos proyectos la experiencia de los años en que se viene aplicando permite comprobar que no siempre se mantiene como prioritaria la conservación del medio natural sino que suelen prevalecer los intereses económicos (legítimos desde un cierto modelo de escala de valores) sobre la conservación de los recursos naturales. De modo que, si se detectan errores graves a lo largo de las etapas de desarrollo de un proyecto (diseño, construcción, explotación, desmantelamiento y abandono) la restitución a las condiciones iniciales del entorno pueden considerarse generalmente inviables.

Un tercer paradigma fue asumido en la década de los ochenta (informe Brundtland, 1978) al hacer popular la idea de la sostenibilidad y su aplicación como “desarrollo sostenible”, “gestión sostenible”, etc. La idea de la sostenibilidad es antigua en muchas culturas (“no te comas hoy las semillas que te han de servir para la cosecha de mañana”) y se trata sobre todo de la aplicación de un modelo económico que consiste en “vivir de los intereses, para que el capital no se agote”. La idea es muy sugerente y es aplicable solo a determinadas explotaciones. Una mina no puede ser explotada de manera sostenible pues el mineral es limitado y cuando se agota, nunca más será posible retornar a la tierra las condiciones anteriores a la explotación. Un bosque, sin embargo, puede explotarse como maderable de dos modos diferentes: Si se inicia la tala por un extremo y se avanza hasta agotar los árboles los resultados pueden ser tan irreversibles como en los de una explotación minera; pero si se estudia cuanta madera se genera cada año y se planifica la tala para

extraer sólo los troncos de los árboles más viejos, sin superar la tasa de reposición anual, el bosque podrá ser explotado sosteniblemente durante años sin producir daños irreversibles al recurso forestal.

La sostenibilidad, como otras características de los proyectos, no es una propiedad que pueda medirse mediante unidades previamente establecidas. La ciencia experimental (Lavoisier) afirma que “no se conoce aquello que no se puede medir”, de modo que será siempre limitada, y a veces solamente orientativa la calificación que daremos a esas características. No obstante lo cual, se trata de aspectos que condicionan decisiones (aprobar o no un proyecto, decidirse por una u otra alternativa, etc. por su condición de más o menos sostenible).

Ante la imposibilidad de aplicar la sostenibilidad cuantitativamente en sentido estricto, se ha propuesto, definir dos niveles de sostenibilidad cuantitativa: la débil y la fuerte. La **Sostenibilidad débil**, realmente una falsa sostenibilidad, sería solamente la que consistiría en minimizar lo que podría llamarse “efectos colaterales”. Por ejemplo, una construcción sostenible (débil) utilizaría medios poco contaminantes en su desarrollo, evitaría emisiones, ahorraría energía, etc., pero no renunciaría al uso irreversible de la ocupación del suelo, la destrucción del hábitat natural anterior a la obra, etc. En este apartado puede considerarse, por ejemplo, que una construcción realizada con materiales duraderos será más sostenible que cuando se utilicen materiales de vida más corta.

La **sostenibilidad fuerte** es la que actúa con rigor evitando totalmente la destrucción de recursos no renovables y asegurando la posibilidad de alcanzar un equilibrio entre el medio natural y el proyecto, sea el que sea.

La puesta en marcha de un proyecto, de acuerdo con los principios que estamos exponiendo, debería plantearse desde principios de “no contaminar”, “prever y

minimizar su impacto” y ser desarrollados y gestionados “sosteniblemente” a lo largo de todas sus etapas.

En lo que sigue centraremos nuestro análisis sistémico a un tipo peculiar de proyectos, los laboratorios de investigación, docencia o control de calidad, aunque la metodología y conclusiones, entendemos que serían generalizables a cualquier tipo de proyectos.

3. Proyectos de laboratorios sostenibles

Podríamos definir un laboratorio, reelaborando los contenidos de varios diccionarios, como “instalación dotada de los medios necesarios para realizar investigaciones, experimentos, prácticas y trabajos de carácter científico o tecnológico”; está equipado con instrumentos de medida o equipos con los que se realizan experimentos, investigaciones o prácticas diversas, según la rama de la ciencia a la que se dedique o la actividad docente que se realice allí. En ocasiones los laboratorios incluyen o disponen de anexos tan diversos en su naturaleza como “animalarios” (criaderos de animales de ensayo) granjas o huertos e incluso reactores nucleares experimentales. El tamaño de los laboratorios puede desde ser tan pequeño como el espacio que proporciona un hueco de escalera hasta tener el gigantismo de algunas instalaciones kilométricas como son, por ejemplo, las instalaciones del CERN.

Una característica que podría ser exigible a estas instalaciones, diferenciada de otras con equipamiento similar, es la necesidad de aplicar sistemas de trabajo muy meticuloso y aparatos de calibración de la máxima precisión y fiabilidad, la prioridad en la obtención de información (o formación) -por encima de las exigencias de productividad, que en los laboratorios sería una exigencia limitada- y la formación y especialización del máximo nivel de sus trabajadores.

Como a cualquier otra empresa, la creación de un laboratorio debe estar sometida a exigencias, entre las cuales está la de asumir responsabilidades o principios ambientales, sobre la que nos ocuparemos en reflexionar.

Peculiaridades del trabajo en laboratorios en comparación con empresas de producción		
	Laboratorios	Empresas de producción
Equipamiento	Del máximo nivel; calibraciones permanentes	Adaptado a producción
Personal	Altamente cualificado	Tecnológicamente aptos para los diferentes niveles
Programas de trabajo	Flexibles, versátiles	De media/larga duración
Productividad	No relevante	Máxima
I+D+I	Investigación + Desarrollo	Innovación

4. El proyecto de laboratorios

Un proyecto de laboratorio se diferencia de otros proyectos en las peculiaridades del tipo de recursos que se utiliza en éstos así como por el tipo de trabajo (personas y sistemas) que intervienen en el desarrollo de la actividad. Con el mismo término de “proyecto” nos solemos referir, a veces, a diferentes conceptos: 1) La idea inicial que es el punto de partida y las etapas siguientes, de estudio y análisis necesarios para redactar el 2) Proyecto-documento (PD); en éste debería recopilarse la totalidad de información que será usada para materializar la construcción o instalación objetivo del proyectista. 3) El proyecto-instalación-obra (PIO) en el que se desarrollan las actividades deseadas.

Tipo/etapa del proyecto	Responsable	Objetivos
Proyecto-idea (PI)	Promotor	Dar respuesta a intereses económicos, sociales...
Proyecto-documento (PD)	Ingeniero-proyectista	Dar toda la información necesaria para terminar la construcción
Proyecto-instalación-obra (PIO)	Director de laboratorio-planta	Desarrollar sosteniblemente la actividad. y ser capaz de adaptarse a nuevas circunstancias

La etapa de proyecto-idea (PI) se inicia cuando una “parte interesada” se decide a dar respuesta a una posible necesidad: una empresa necesita instalar un laboratorio de control de calidad, un centro académico dispone de recursos para instalar unos laboratorios docentes, etc. Durante esa etapa se definen las características deseadas en la futura instalación. Se establece un pliego de condiciones que serán el punto de partida inicial para el encargo del PD.

El PD se desarrolla mediante el estudio de los objetivos incluidos en pliego de condiciones del PI, se realizan los necesarios estudios de viabilidad, deseabilidad, evaluación de impacto ambiental que debería incluir el análisis de las diferentes etapas (proyecto, construcción, desarrollo y posible desmantelamiento) cálculos, modelación de escenarios, etc. En ese PD debe recogerse toda la argumentación necesaria para la totalidad de etapas posteriores. En una situación imaginaria, lo deseable sería que el proyectista jamás tendría que ser consultado tras la firma del proyecto. En el Documento debe aparecer la totalidad de la argumentación para justificar todas las acciones subsiguientes (incluido el posible desmantelamiento, por si acaso hubiera que abordarlo). En el PIO será desarrollado todo lo prescrito en el PD.

5. Viabilidad, deseabilidad y otros principios

La viabilidad de un proyecto debería ser la primera cualidad que sea tenida en cuenta para su lanzamiento y responsabilidad de quien lo promueve. El concepto de viabilidad tiene cuatro diferentes aspectos, al menos: tecnológico, económico, social, y medioambiental. Por supuesto, el promotor de un proyecto no solamente se rige por principios ambientales. Antes de poner en marcha cualquier idea será necesario asegurarse de su **viabilidad**, entendida ésta en todos los sentidos: tecnológico (¿es posible?, ¿están a mi alcance los materiales, los recursos energéticos y el conocimiento necesarios?), económico (¿será rentable? ¿Dispondremos de fuentes de financiación seguras?..), sociales (¿mejorará o perjudicará el empleo?, ¿Existe personal técnicamente preparado para desarrollar el proyecto?, ¿aporta beneficios para todo lo que incluimos en el concepto de patrimonio cultural?).

De todas las respuestas anteriores se infiere la **deseabilidad** del proyecto que determina el interés que personas o empresas tienen por la puesta en marcha de cualquier iniciativa; también es de tener en cuenta la deseabilidad que la sociedad exprese respecto a determinados proyectos, infraestructuras o servicios para la comunidad. Por el contrario algunos proyectos poseen la cualidad negativa de “**ser indeseables**”. La famosa respuesta **nimby** (never in my back yard = nunca en mi patio trasero) que reciben las propuestas de algunos proyectos considerados como social o económicamente necesarios pero, localmente incómodos e indeseados por las poblaciones que pueden sufrir las molestias o los riesgos de la vecindad de esas instalaciones: Vertederos controlados, plantas de tratamiento, depósitos de residuos nucleares, cárceles, etc. son algunos de los más frecuentes. En los proyectos de laboratorios podría ser conflictivo el proyecto en zonas inadecuadas para

animalarios, instalaciones que exijan radiaciones ionizantes, etc.

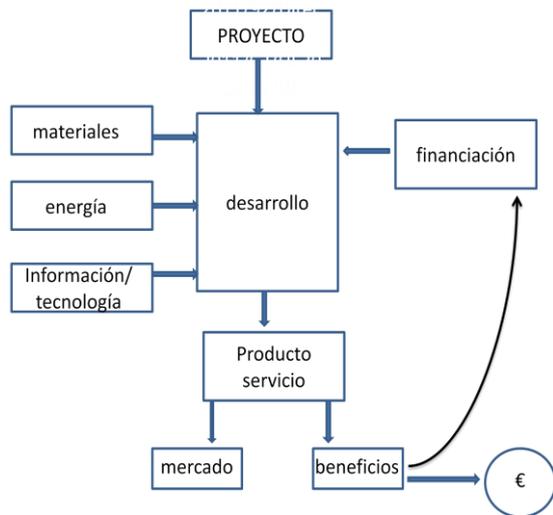
6. Sostenibilidad

Existen dos niveles de rigor para interpretar la sostenibilidad, llamadas “sostenibilidad fuerte” y “sostenibilidad débil” (Riechmann & col, 1995; Naredo, 1996; Martínez Alier, 2006). Simplificando las definiciones, diríamos que la primera considera al medio ambiente como un **valor**, mientras que la segunda lo considera como un **recurso**. Es decir, si el comportamiento humano opta por adaptarse a una sostenibilidad débil, las cosas no van a cambiar demasiado siguiendo los modelos de comportamiento tecnológico actual; sólo se pretende minimizar el impacto; no evitarlo. Así pues la opción menos limitante –sostenibilidad débil– no hará frente a problemas sobre los que las tendencias no permiten ser optimistas (pongamos por caso el agotamiento de los fósiles líquidos y otros de la misma escala global). La sostenibilidad fuerte exigiría considerar como valor fundamental la conservación de la naturaleza y reducir el impacto humano en la medida necesaria para mantener íntegros los recursos del planeta, manteniendo el capital natural y viviendo exclusivamente de los intereses.

Lo cierto es que la definición de sostenibilidad más extendida la explica como: ... “*El modo de actuar que proporciona satisfacción a las necesidades presentes sin comprometer a que en el futuro puedan ser igualmente atendidas por las futuras generaciones*”. Con criterios de sostenibilidad débil no sería difícil sustituir las palabras **satisfacción-a-las necesidades** por **oportunidades-de-negocio** y la definición seguiría siendo correcta.

7. Modelos sistémicos del proyecto sostenible

Para analizar la sostenibilidad de un proyecto proponemos recurrir a un análisis sistémico que desglose las diferentes entradas y salidas de materiales, energía, información y recursos monetarios que entran en juego en todos los casos. Nos planteamos solamente la descripción cualitativa del fenómeno-proyecto



El diagrama anterior podría ser útil para modelar un sistema que representa un proyecto sostenible. Entiéndase proyecto en sentido amplio que tanto puede referirse a la creación de una ONG o una empresa unipersonal, hasta la creación de una gran infraestructura pública como puede ser una autovía o un embalse. El modelo no incluye intencionadamente el flujo de residuos porque se considera que en un proyecto sostenible se debería considerar la situación de “residuos cero” si la gestión de los mismos está integrada como una sub-etapa interna dentro del desarrollo normal.

La condición de sostenible para un proyecto puede modificarse al depender de la naturaleza del entorno y de las condiciones de contorno. El entorno, el medio ambiente en que se encuadra el proyecto, es, como todo sistema, un elemento dinámico. El medio ambiente evoluciona con proyecto o sin él y las potencialidades del cambio deberían haber sido previstas en el diseño del proyecto así como las posibilidades de reacción a lo largo del desarrollo del mismo. Las condiciones de

contorno, así mismo, podrán alterar la sostenibilidad del mismo: una alteración de la posibilidad de acceso a recursos (materiales o energía), la incapacidad de obtener la tecnología disponible, la desaparición de expectativas de mercado o la insuficiente recapitalización que permita el mantenimiento o renovación de equipos, pueden las causas rotundas de insostenibilidad.

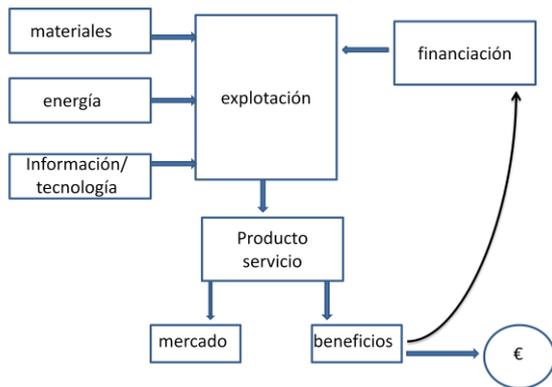
La imagen es plana, bidimensional; sin embargo, para discutir los aspectos referidos a la sostenibilidad, estos deberían ser considerados diacrónicamente, es decir en diferentes “cortes” que consideren la dimensión “tiempo”. Así, las diferentes etapas que se suceden “desde la cuna a la tumba”, como se exige en los análisis del ciclo de vida de los proyectos, podrían quedar modeladas como en las sucesivas imágenes siguientes:



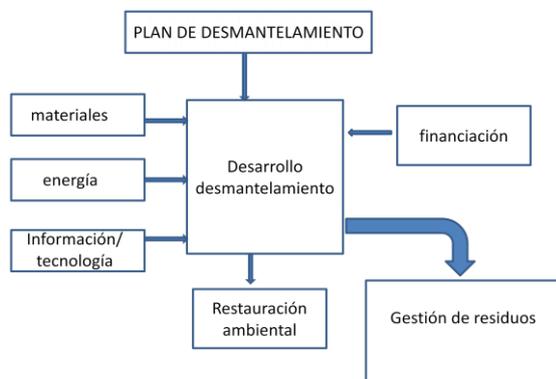
ESCALA DE TIEMPOS: ETAPA 1 DISEÑO



ESCALA DE TIEMPOS: ETAPA 2 CONSTRUCCION/PUESTA EN MARCHA



ESCALA DE TIEMPOS: ETAPA 3 EXPLOTACION



ESCALA DE TIEMPOS: ETAPA 4 DESMANTELAMIENTO Y RESTAURACION AMBIENTAL

Los anteriores modelos no requieren mayor explicación, sin embargo, la última etapa, desmantelamiento y restauración ambiental merece algunas consideraciones pues sólo podrá cumplir todos sus objetivos si el proyecto, en su concepción, había planteado objetivos acerca de su carácter reversible.

8. Reversibilidad

Reversibilidad es la posibilidad de un sistema de recuperar sus valores o su calidad ambiental –a través de evolución espontánea natural o mediante tareas de restauración– tras la etapa de abandono (y/o desmantelamiento) de un proyecto. Un proyecto puede ser sostenible o

insostenible. La sostenibilidad supone un proceso de desarrollo posiblemente indefinido en el tiempo mientras se mantengan las condiciones de contorno en las que fue concebido. Un proyecto insostenible tiene determinada (conocida o no) su fecha de caducidad. En todo proyecto deberían ser considerados prioritariamente los objetivos de reversibilidad con prioridad incluso a los de sostenibilidad dado que si, por razones previsibles o no, la etapa de explotación se termina, es necesario que los daños (en sentido amplio consideraremos daños a toda transformación ambiental, relevante o no) están previstos e integrados a la fase de diseño para prever y contabilizar en los costes de desarrollo las acciones necesarias a emprender en la etapa de desmantelamiento y restauración ambiental. Cualquier proyecto debería considerar la importancia de la irreversibilidad potencial de sus efectos; pero sobre todo aquellos que por la magnitud de sus transformaciones son capaces de modificar en gran escala el medio ambiente: los proyectos de Ingeniería Civil.

Esa previsión de la reversibilidad/irreversibilidad plantea algunas consideraciones que pueden ser abordadas con carácter general y que enumeramos a continuación:

1) El uso de **recursos no renovables** da lugar a alteraciones ambientales siempre irreversibles. La energía procedente de redes de suministro eléctrico procede de diversas fuentes, algunas de ellas renovables que, por tanto, no constituirían riesgos de irreversibilidad. Sin embargo, una parte importante de la energía de la red corresponde al consumo de energía procedente de la combustión de derivados del petróleo, gas y carbón. Aunque esté sometido a discusión sobre el total de recursos fósiles disponibles en la tierra es preciso hacer dos consideraciones. La primera acerca de la necesidad de consumir energía para la extracción de los mismos. Sin tener en cuenta el coste económico, sino

solamente la necesidad de energía que será necesaria para obtenerlos (sobre todo en el caso del petróleo) será absurdo seguir extrayendo combustible cuando los costes energéticos de la extracción (ERR/EROI, Energy Return Ratios: Brand & Dale 2011) superen a la energía que se obtendrá más tarde al quemar lo extraído; no será igual cuando el objetivo sea utilizar lo extraído como materia prima para sintetizar otros materiales de interés petroquímico (materiales de construcción, medicamentos, etc.etc.). En realidad el uso de combustibles fósiles constituye un error si consideramos el tema con cierta perspectiva. Los fósiles orgánicos –carbón, gas y petróleo, en ese orden– poseen composiciones y estructuras químicas menos o más complejas procedentes de las sustancias orgánicas, vivas, de los que proceden. Es decir poseen ya un cierto nivel de “información”. Esas estructuras serían ya parcialmente aprovechables si a través de procesos petroquímicos se pretende producir materiales de síntesis de interés. Quemar el petróleo solo aprovecha su energía y desaprovecha lo que a nuestro juicio debería ser su potencial más valioso. No es posible aquí sino recordar al personaje Carvallo, de las novelas de Vázquez Montalbán, que alimentaba su chimenea con libros: los libros también, como el petróleo, tienen potencia calorífica pero nadie discute que lo más valioso en ellos (como en el petróleo nos permitimos sugerir) sea la información que contienen.

2) **Otras materias primas** también constituyen un recurso irreversible si su origen es de origen minero, si bien para algunos materiales, la escala de su abundancia no plantea problemas relevantes. El aluminio, el silicio, el hierro y otros elementos son extraordinariamente abundantes en la naturaleza aunque su explotación viable exija localizar yacimientos en los que sus minerales se encuentren en suficiente concentración para justificar la industria. No obstante, la extracción y purificación de esos materiales a partir de sus minerales suele ser

extraordinariamente caros en energía; de ahí que idealmente sea preferible en todos los casos recurrir a la recuperación de chatarra y otros residuos como fuente de esas materias primas (materias primas secundarias en este caso).

3) La **ocupación del suelo** resulta uno de los consumos de recursos que mayores problemas de irreversibilidad provocan, sobre todo en lo que se refiere a la construcción inmobiliaria e ingeniería civil. A nuestro alrededor aparecen ruinas de ocupaciones de suelo que en algunos casos se han convertido en valores patrimoniales: yacimientos arqueológicos, ruinas, vías de comunicación milenarias, etc. Sin embargo resulta un poco más complicado imaginar lo que podría ser el paisaje anterior a esas ocupaciones. El paisaje evoluciona siempre, con o sin intervención humana; a veces de modo natural un entrono se transforma aumentando o disminuyendo sus valores medioambientales, que podemos interpretar a partir de la evolución de su biodiversidad. La biodiversidad de un paisaje puede espontáneamente aumentar o disminuir. Pero la industria humana actúa en nuestros días con la aplicación de una potencia jamás aplicada en la historia. Con frecuencia se ocupan grandes extensiones de territorio como consecuencia de una sola actuación o de un solo proyecto. Las alteraciones del uso del suelo propician en mayor o menor medida cambios en los microclimas, además del clima global. Así pues resulta difícil prever tareas de restauración del paisaje (desmantelamiento y restauración ambiental) en la mayoría de los proyectos que impliquen la ocupación del suelo.

9. La reversibilidad en los proyectos de laboratorios

Si para cualquier proyecto de tipo general la necesidad de evitar transformaciones irreversibles en el entorno es especialmente

importante, en el caso de un proyecto de laboratorio las circunstancias son especiales por las peculiaridades de estas instalaciones, como hemos señalado más arriba. En un proyecto de laboratorio la sostenibilidad es imposible si no se han considerado las necesidades de reversibilidad. El trabajo en esas instalaciones (sean destinadas a investigación científica o tecnológica o simplemente a mantenimiento de sistemas de control de calidad) se regirá cotidianamente por programas o líneas de trabajo que pueden ser de larga o corta duración. Así, por ejemplo, la retirada de residuos tóxicos de un laboratorio de investigación química no puede prever en detalle a corto plazo cual será la naturaleza ni la cantidad producida de los mismos. La necesidad de reorientar programas de investigación debe ser tenida en cuenta como peculiaridad especial de estas instalaciones.

10. Conclusiones

Cualquier proyecto, y consideramos que podemos referirnos a otros diferentes a los laboratorios que nos han servido de pretexto, debería ser diseñado con criterios de sostenibilidad previendo las potenciales alteraciones de las circunstancias del entorno y del contorno. Pero otras características tan importantes como esa condicionan la necesidad de analizar las circunstancias que podrán alterarla en el presente (viabilidad, social, ambiental, económica) o de futuro (deseabilidad social y circunstancias vinculadas al desmantelamiento y restauración ambiental).

La insostenibilidad de un proyecto no es su peor cualidad y la sostenibilidad no siempre es predecible de manera absoluta. La irreversibilidad de los daños sobre los valores o la calidad ambiental, a cualquier escala que pudiera producirse, es una cualidad que debería condicionar, más todavía que la

sostenibilidad, la realización y desarrollo de cualquier proyecto tecnológico.

Referencias

Adam R. Brandt; and Michael Dale. (2011). A General Mathematical Framework for Calculating Systems-Scale Efficiency of Energy Extraction and Conversion: Energy Return on Investment (EROI) and Other Energy Return Ratios. *Energies*, 4, 1211-1245. doi:10.3390/en4081211.

Riechmann, J. (coord.) (2006). *Perdurar en un planeta habitable*. Ciencia, tecnología y habitabilidad. Icaria. Barcelona..

Martínez Aliern, J. (2009). Hacia un Decrecimiento Sostenible en las Economías Ricas. *Revista de Economía Crítica*, nº 8, segundo semestre. ISSN: 2013-5254

Naredo, J. M. (1996). *Sobre el origen, el uso y el contenido del término sostenible*. Primer catálogo español de buenas prácticas. Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente. Madrid. España.