European Commission

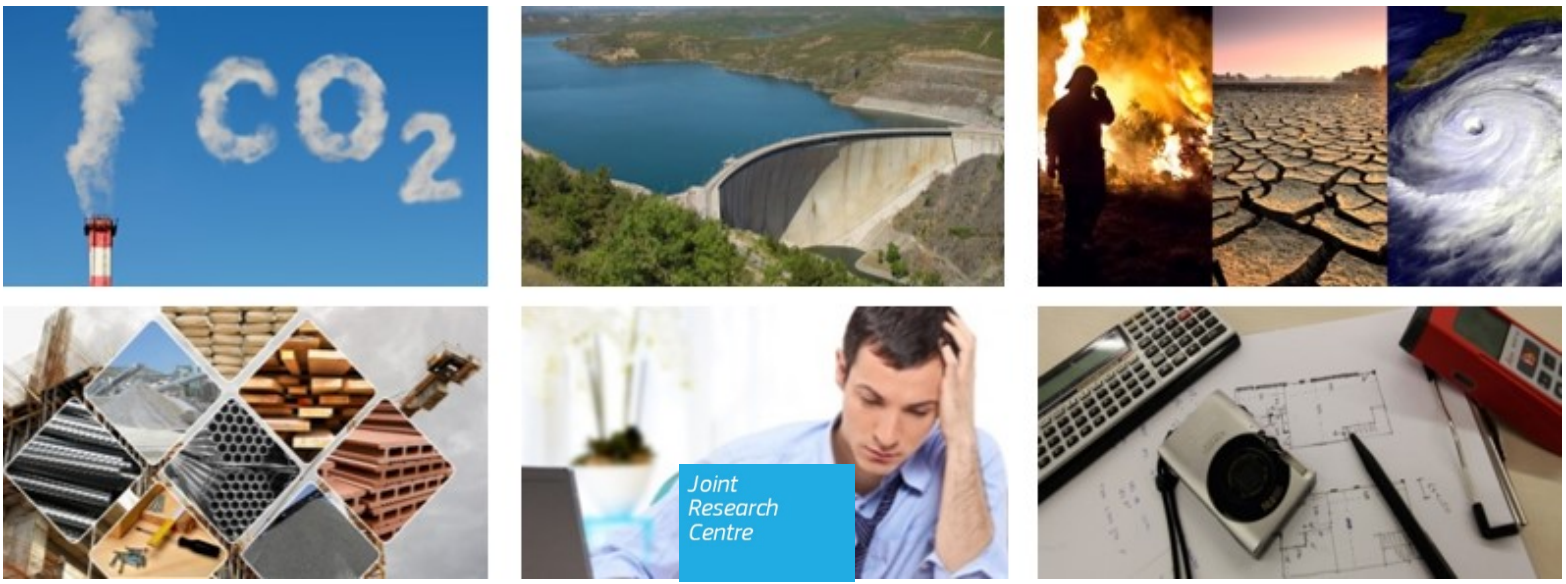
JRC TECHNICAL REPORTS

Level(s): el marco común de la UE de indicadores básicos de sostenibilidad para edificios residenciales y de oficinas

Manual del usuario n.º 1: Presentación del marco común Level(s)
(versión de la publicación 1.1)

Nicholas Dodd, Shane Donatello,
Mauro Cordella (Unidad B.5)

Enero de 2021



Comisión Europea
Centro Común de Investigación
Dirección B de Crecimiento e Innovación
Unidad 5: Economía Circular y Liderazgo Industrial

Información de contacto
Shane Donatello
Dirección: Edificio Expo. c/ Inca Garcilaso, 3. E-41092 Sevilla (España)
Correo electrónico: jrc-b5-levels@ec.europa.eu

https://ec.europa.eu/jrc
https://susproc.jrc.ec.europa.eu/product-bureau/product-groups/412/home

Aviso legal
Esta publicación es un informe técnico del Centro Común de Investigación, el servicio científico interno de la Comisión Europea. La misión de este consiste en proporcionar apoyo científico basado en la evidencia al proceso europeo de elaboración de políticas. Los resultados científicos que figuran en esta publicación no reflejan un posicionamiento político de la Comisión Europea. Ni la Comisión Europea ni ninguna persona que actúe en su nombre son responsables del uso que pudiera hacerse de esta publicación.

Cómo citar: Dodd N., Donatello S. y Cordella M. 2021. *Level(*s): el marco común de la UE de indicadores básicos de sostenibilidad para edificios residenciales y de oficinas, Manual del usuario n.º 1: Presentación del marco común Level(s) (versión 1.1)

Título
Level(s): el marco común de la UE de indicadores básicos de sostenibilidad para edificios residenciales y de oficinas, Manual del usuario n.º 1: Presentación del marco común Level(s) (versión 1.1)

Resumen

Level(s), diseñado como marco común de la UE de indicadores básicos para evaluar la sostenibilidad de edificios residenciales y de oficinas, puede aplicarse desde las primeras fases del diseño conceptual hasta el fin de la vida útil previsto para el edificio. Además de estudiar el comportamiento medioambiental, que es su principal objetivo, también permite evaluar otros aspectos importantes relacionados con el comportamiento mediante indicadores y herramientas relativos a la salud y el bienestar, el coste del ciclo de vida y los posibles futuros riesgos para el comportamiento.

Level(s) busca ofrecer una terminología común para hablar sobre la sostenibilidad de los edificios. Esta terminología común debería permitir la adopción de medidas a nivel de edificio que puedan contribuir claramente a la consecución de objetivos más generales de la política medioambiental europea. Está estructurado de la siguiente manera:

1. Macroobjetivos: un conjunto global de seis macroobjetivos para el marco Level(s) que contribuyen a la consecución de los objetivos de las políticas de la UE y de los Estados miembros en ámbitos como la energía, el uso de materiales, la gestión de residuos, el agua y la calidad del aire en interiores.
2. Indicadores básicos: un conjunto de dieciséis indicadores comunes, además de una metodología de análisis del ciclo de vida (ACV) simplificada, que pueden usarse para medir el comportamiento de los edificios y su contribución a cada macroobjetivo.

Además, el marco Level(s) tiene como finalidad promover un enfoque que abarque todo el ciclo de vida. Guía a los usuarios desde un enfoque inicial centrado en aspectos individuales del comportamiento de los edificios hacia una perspectiva más holística, con el objetivo de ampliar el

Contenido

La estructura del documento Level(s) 2
¿Cómo funciona este manual del usuario de Level(s)? 3
1. Explicación introductoria 1: ¿Qué es Level(s) y cómo puede usarse? 4
1.1. ¿Quién puede utilizarlo? 4
1.2. ¿Para qué puede utilizarse? 5
2. Explicación introductoria 2: La terminología común de la sostenibilidad 7
2.1. Los seis macroobjetivos 7
2.2. Los indicadores básicos 11
2.3. Análisis de todo el ciclo de vida (ACV) 12
3. Explicación introductoria 3: Cómo funciona Level(s) 14
3.1. Los tres niveles 14
3.2. Asegurar la comparabilidad 15
3.3. Ir un paso más allá para optimizar el comportamiento 15
4. Reflexiones sobre sostenibilidad: breve explicación de los conceptos clave de Level(s) ... 16
4.1. Reflexión 1 sobre sostenibilidad: todo el ciclo de vida y percepción circular 16
4.2. Reflexión 2 sobre sostenibilidad: reducir las divergencias entre el comportamiento previsto en el diseño y el comportamiento real del edificio 21
4.3. Reflexión 3 sobre sostenibilidad: cómo conseguir una renovación sostenible 24
4.4. Reflexión 4 sobre sostenibilidad: ¿cómo puede influir la sostenibilidad de manera positiva en el valor de mercado de una propiedad? 27

La estructura del documento Level(s)

Manual del usuario n.º 1
Presentación del marco común

Orientación e información para posibles usuarios de Level(s)

1. **Cómo se puede utilizar Level(s)**
2. **La terminología común de la sostenibilidad**
3. **Cómo funciona Level(s)**

Notas de la explicación: **Reflexiones sobre sostenibilidad**

- Todo el ciclo de vida y percepción circular
- Reducción de las deficiencias de comportamiento
- Cómo conseguir una renovación sostenible
- Cómo puede influir la sostenibilidad en el valor

Manual del usuario n.º 2
Puesta en marcha de un proyecto

Planifique el uso de Level(s) en su proyecto y complete la descripción del edificio.

1. **Defina el plan del proyecto**
2. **Complete la descripción del edificio**

Manual del usuario n.º 3
Manuales del usuario sobre los indicadores

Instrucciones detalladas y orientaciones sobre cómo usar cada indicador

1.1. **Eficiencia energética en la fase de uso**
1.2. **Potencial de calentamiento global del ciclo de vida**

2.1. **Estado de mediciones, lista de materiales y vidas útiles**
2.2. **Residuos y materiales de construcción y demolición**
2.3. **Diseño con fines de adaptabilidad y renovación**
2.4. **Diseño con fines de deconstrucción, reutilización y reciclado**

3.1. **Consumo de agua en la fase de uso**

4.1. **Calidad del aire en interiores**
4.2. **Tiempo fuera del margen de bienestar térmico**
4.3. **Bienestar lumínico y visual**
4.4. **Acústica y protección frente al ruido**

5.1. **Protección de la salud y el bienestar térmico de los ocupantes**
5.2. **Aumento del riesgo de fenómenos meteorológicos extremos**
5.3. **Desagüe sostenible**

6.1. **Coste del ciclo de vida**
6.2. **Creación de valor y exposición al riesgo**

Gráfico 1. La estructura del documento Level(s)

¿Cómo funciona este manual del usuario de Level(s)?

Level(s) es un marco de indicadores básicos de sostenibilidad para edificios. Puede usarse para informar sobre el comportamiento de proyectos de nueva construcción o de reformas importantes y mejorarlo. La documentación que lo acompaña se ha concebido procurando que sea accesible para todos los agentes que pueden participar en este proceso.

Le recomendamos que lea este manual del usuario para familiarizarse con los conceptos básicos en los que se apoya Level(s) y descubrir cómo puede aplicarlo a un proyecto de construcción. Con este documento aprenderá:

1. Qué es Level(s) y cómo puede usarse: los principales aspectos del comportamiento que aborda, así como los tipos de edificios y profesionales a los que está dirigido.
2. La terminología común de la sostenibilidad: los conceptos básicos de los macroobjetivos y los indicadores que conforman la base de la terminología común y cómo pueden usarse.
3. Cómo funciona Level(s): cuáles son los niveles y cómo pueden emplearse para comparar, analizar y optimizar el comportamiento de los edificios.
4. Reflexiones sobre sostenibilidad: breves explicaciones que pueden utilizarse para aprender sobre los siguientes conceptos clave en los que se sustenta Level(s):
    - Todo el ciclo de vida y percepción circular.
    - La reducción de las deficiencias de comportamiento.
    - Cómo conseguir una renovación sostenible.
    - Cómo puede influir la sostenibilidad en el valor.

1. Explicación introductoria 1: ¿Qué es Level(s) y cómo puede usarse?

Level(s) es el marco común de la UE de indicadores básicos de sostenibilidad para edificios. En esta explicación se describen los principales aspectos del comportamiento que aborda Level(s), así como los tipos de edificios y profesionales a los que está dirigido.

Level(s) está diseñado para que los profesionales que intervienen en la planificación, el diseño, la financiación y la ejecución de proyectos de construcción contribuyan claramente a ampliar las mejoras medioambientales a nivel europeo. Pretende establecer una terminología común de la sostenibilidad para edificios definiendo indicadores básicos de sostenibilidad aplicables a edificios residenciales y de oficinas.

El marco Level(s) proporciona un conjunto de indicadores y parámetros comunes para medir el comportamiento en términos de sostenibilidad de los edificios durante su ciclo de vida, para lo cual evalúa los siguientes aspectos:

- su comportamiento ambiental,
- la salud y el bienestar,
- el coste del ciclo de vida y el valor,
- los posibles riesgos para el comportamiento futuro.

1.1. ¿Quién puede utilizarlo?

El marco común Level(s) se ha diseñado con tres agentes de proyecto principales en mente, a los que puede ofrecer múltiples ventajas (véase el Cuadro 1):

- Equipos de diseño de proyectos, los cuales están integrados por arquitectos, ingenieros, medidores de cubicaciones en obra y asesores expertos, entre otros profesionales.
- Clientes e inversores, incluidos los titulares de las propiedades, los promotores inmobiliarios, los gestores inmobiliarios y los inversores.
- Responsables de la elaboración de políticas públicas y compradores a nivel nacional, regional y local.

Entre estos agentes se incluyen clientes tanto públicos como privados, además de los gestores de proyectos de construcción. A lo largo del manual del usuario del marco común Level(s) se proporcionan instrucciones destinadas a estos grupos.

Cuadro 1. Posibles ventajas de utilizar el marco Level(s)

Agentes de proyecto	Posibles ventajas de utilizar Level(s)
Equipos de diseño de proyectos *(incluidos gestores de proyectos, arquitectos, ingenieros y medidores de cubicaciones en obra)*	✓ Facilita una estructura simple que puede plantearse a los clientes para centrar la atención en aspectos relacionados con la sostenibilidad. ✓ Asiste al usuario en cada fase del proyecto, a través de notas orientativas sobre cómo realizar evaluaciones del comportamiento precisas. ✓ Se centra en el comportamiento del edificio terminado y en los pasos que deben darse en la fase de diseño para garantizar un buen comportamiento.

Agentes de proyecto	Posibles ventajas de utilizar Level(s)
	✓ Ofrece flexibilidad en cuanto al nivel de detalle con el que pueden evaluarse los aspectos relacionados con la sostenibilidad durante el proceso de diseño.
Clientes e inversores *(incluidos titulares de propiedades, promotores inmobiliarios e inversores)*	✓ Facilita un conjunto claro de aspectos prioritarios en materia de comportamiento en los que centrar la atención, de modo que establece la base para la formación de los profesionales encargados del proyecto. ✓ Garantiza la transparencia al informar sobre las evaluaciones del comportamiento, así como sobre los datos, los métodos de cálculo y los supuestos conexos. ✓ Se centra en reducir al mínimo las divergencias entre el comportamiento previsto en el diseño y el del edificio ocupado. ✓ Determina cómo preparar para el futuro y gestionar el coste y el riesgo asociados al comportamiento de un edificio con miras a obtener valor a largo plazo. ✓ Facilita herramientas para identificar oportunidades que permitan ampliar la vida útil, mejorar la calidad del ambiente interior y aumentar el valor a largo plazo de los activos del edificio.
Responsables de la elaboración de políticas públicas y compradores *(a nivel local, regional y nacional)*	✓ Define un conjunto claro de aspectos prioritarios del comportamiento en los que hay que centrar la atención, junto con una base normalizada para establecer los requisitos que deben cumplir los edificios nuevos y reformados. ✓ Sienta la base de las acciones y los requisitos que pueden contribuir a la consecución de los objetivos de reducción de las emisiones de carbono de los Estados miembros y los gobiernos regionales y locales, así como de objetivos de sostenibilidad más amplios. ✓ Se centra en los aspectos del comportamiento que revisten un interés financiero directo y continuado para las autoridades y los organismos públicos, como los costes de funcionamiento y mantenimiento. ✓ Incluye indicadores para medir aspectos de los edificios y de su entorno interior relacionados con la comodidad y el bienestar, como la calidad del aire en interiores o el bienestar térmico. ✓ Ofrece recomendaciones sobre cómo realizar un seguimiento del comportamiento de un edificio ocupado.

1.2. ¿Para qué puede utilizarse?

El objetivo de Level(s) es proporcionarle un conjunto útil de información y datos que lo ayuden a comprender, mejorar y optimizar el comportamiento de un edificio en términos de sostenibilidad. Para informar sobre el comportamiento de un proyecto de construcción usando Level(s) es preciso recabar, manejar y procesar una gran cantidad de datos relativos al comportamiento del edificio. El siguiente cuadro presenta algunos ejemplos de los datos que son relevantes para Level(s).

Cuadro 2. Puntos de entrada de datos asociados a la utilización de los recursos de un edificio y el entorno interior

Utilización de recursos	Puntos de entrada de datos asociados
Consumo de agua y energía	- Consumo (estimado y medido) - Emisiones en CO_2 equivalente relacionadas - Costes relacionados

Utilización de recursos	Puntos de entrada de datos asociados
Elementos y materiales de un edificio	- Cantidades (en el diseño y según la construcción) - Emisiones en CO_2 equivalente relacionadas - Costes relacionados - Estimaciones de la vida útil conexa
Diseños y estructuras de los edificios	- Características que facilitan la adaptabilidad (que contribuyan a la puntuación global) - Características que facilitan la deconstrucción (que contribuyan a la puntuación global) - Costes relacionados
Planes de mantenimiento	- Ciclos de mantenimiento y sustitución - Costes relacionados
Entorno interior	- Índices de renovación del aire (previstos y medidos) - Emisiones de los productos de construcción probados (en el diseño y según la construcción) - Seguimiento de la calidad del aire y resultados del muestreo - Condiciones térmicas (previstas y medidas) - Bienestar lumínico y visual - Niveles de ruido y condiciones de confort acústico

Además de comunicar sus resultados, el comportamiento de cada edificio puede, por ejemplo, analizarse para respaldar, entre otras cosas:

- Las características y especificaciones de diseño que pueden mejorar el comportamiento.
- Los puntos críticos de impacto ambiental a lo largo del ciclo de vida.
- Los escenarios de futuro comportamiento que podrían verse afectados por decisiones adoptadas en la fase de diseño.
- Las decisiones y elecciones de diseño que pueden influir en la calidad del entorno interior.
- Los costes a corto, medio y largo plazo durante el ciclo de vida del edificio.

La medida en que se ha logrado el comportamiento previsto en el diseño según los datos sobre el comportamiento del edificio finalizado o medido.

2. Explicación introductoria 2: La terminología común de la sostenibilidad

En esta explicación se presentan y describen las prioridades estratégicas de Level(s), es decir, sus seis macroobjetivos. A continuación, se exponen los dieciséis indicadores que, a su vez, permiten evaluar las contribuciones de proyectos de construcción concretos a cada uno de estos macroobjetivos.

2.1. Los seis macroobjetivos

El marco común Level(s) se fundamenta en seis macroobjetivos que describen cuáles deben ser las prioridades estratégicas para que los edificios contribuyan a la consecución de los objetivos de las políticas de la UE y de los Estados miembros en ámbitos como la energía, el uso de materiales, la gestión de residuos, el agua y la calidad del aire en interiores. En el Gráfico 2 se muestra un resumen de los macroobjetivos.

Gráfico 2. Los seis macroobjetivos de Level(s)

Es importante que puedan medirse la contribución y el comportamiento de los proyectos de construcción individuales a cada una de estas prioridades estratégicas. Por este motivo, se han desarrollado indicadores que permiten medir el comportamiento en relación con cada macroobjetivo. El Cuadro 3 proporciona información adicional sobre su definición y alcance.

Cuadro 3. Definición y alcance de cada uno de los macroobjetivos de Level(s)

Macroobjetivo		Definición	Alcance y esferas de atención
Macroobjetivo 1: **emisiones de gases de efecto invernadero y de contaminantes de la atmósfera durante el ciclo de vida de un edificio**		Minimizar el volumen total de emisiones de gases de efecto invernadero durante el ciclo de vida de un edificio[1], «de la cuna a la tumba», prestando especial atención a las emisiones derivadas del consumo de energía durante el funcionamiento del edificio y de la energía incorporada.	La actuación a nivel del edificio se centra en los siguientes objetivos: • Consumo de energía cercano a cero durante la fase de uso, complementado por la contribución de tecnologías e infraestructuras energéticas rentables y de emisiones bajas o nulas. • Las emisiones de gases de efecto invernadero que lleva incorporadas un edificio durante todo su ciclo de vida, incluidas las asociadas a la fabricación, el mantenimiento, la reparación, la adaptación, la renovación y el fin de la vida útil de los productos. Cuando se evalúe el comportamiento de un edificio, es preciso prestar especial atención a las posibles interacciones entre las emisiones incorporadas y las emisiones durante la fase de uso (derivadas del funcionamiento del edificio), a fin de minimizar las emisiones totales de gases de efecto invernadero durante todo el ciclo de vida.
Macroobjetivo 2: **ciclos de vida de los materiales circulares y que utilizan eficientemente los recursos**		Optimizar el diseño, la ingeniería y la forma del edificio para contribuir a un flujo sencillo y circular, ampliar la utilidad de los materiales a largo plazo y reducir los impactos ambientales significativos.	Las acciones a nivel del edificio se centran en la eficiencia de los materiales y en la utilidad circular. Deberán incluirse aquí acciones de todo el ciclo de vida relacionadas con: • el diseño de edificios, • la ingeniería estructural y la gestión de la construcción, • la fabricación de los productos de construcción, • los ciclos de sustitución y la flexibilidad para adaptarse al cambio, y • las posibilidades de deconstrucción. El objetivo general será optimizar el uso de materiales, reducir los residuos e introducir la circularidad en los diseños y la selección de materiales.

[1] A las emisiones de gases de efecto invernadero durante el ciclo de vida en ocasiones se las denomina «carbono a lo largo del ciclo de vida» o «huella de carbono».

Macroobjetivo		Definición	Alcance y esferas de atención
Macroobjetivo 3: **empleo eficiente de los recursos hídricos**		Utilizar los recursos hídricos de manera eficiente, especialmente en zonas con un estrés hídrico a largo plazo o previsto.	Acciones a nivel del edificio, sobre todo en aquellos ubicados en zonas con un estrés hídrico continuado o estacional. Podrían combinarse medidas de eficiencia orientadas a minimizar el consumo de agua con medidas relativas al suministro destinadas a aprovechar fuentes alternativas, como la reutilización de las aguas grises y la recogida de las aguas pluviales.
Macroobjetivo 4: **espacios saludables y cómodos**		Crear edificios que sean cómodos, atractivos y productivos para vivir y trabajar en ellos y que protejan la salud de las personas.	Acciones a nivel del edificio que aborden aspectos críticos de la calidad del entorno interior que influyan en la salud, la comodidad y la productividad de sus ocupantes. Se ha determinado que los cuatro principales son: • la calidad del aire interior en relación con parámetros y contaminantes específicos, • el grado de confort térmico durante un año medio, • la calidad de la iluminación artificial y natural y el bienestar visual conexo, y • la capacidad de la estructura del edificio para aislar a sus ocupantes de las fuentes de ruido internas y externas.
Macroobjetivo 5: **adaptación y resiliencia al cambio climático**		Preparar el comportamiento de los edificios de cara al futuro para hacer frente a los cambios climáticos previstos, con el fin de proteger la salud y el bienestar de los ocupantes y minimizar los riesgos a largo plazo para el valor del inmueble y las inversiones.	Acciones a nivel del edificio para adaptarlo y garantizar su resiliencia frente a los siguientes riesgos: • el mayor sobrecalentamiento durante el verano y la calefacción inadecuada en invierno, que podrían provocar molestias y ser perjudiciales para la salud; • el aumento del riesgo de que se produzcan fenómenos meteorológicos extremos, que podría poner en peligro la seguridad y la integridad de elementos del edificio; y • el aumento del riesgo de que se produzcan inundaciones, que podrían saturar los sistemas de desagüe y ocasionar daños en estructuras y materiales.

Macroobjetivo		Definición	Alcance y esferas de atención
Macroobjetivo 6: **optimización del coste del ciclo de vida y del valor**		Optimizar el coste del ciclo de vida y el valor de los edificios para reflejar el potencial de mejora del comportamiento a largo plazo, incluidos la adquisición, el funcionamiento, el mantenimiento, el reacondicionamiento, la eliminación y el final de la vida útil.	Acciones y decisiones a nivel del edificio basadas en una visión a largo plazo de los costes del ciclo de vida y en el valor de mercado de edificios más sostenibles que, entre otras cosas: • reduzcan los costes del ciclo de vida y generen espacios más productivos y cómodos para vivir y trabajar, e • influyan de manera positiva en la tasación del valor de mercado y en la calificación del riesgo de la propiedad.

2.2. Los indicadores básicos

El marco común Level(s) se compone de dieciséis indicadores básicos. Cada indicador ha sido seleccionado para medir el comportamiento de un edificio y su contribución a un macroobjetivo concreto. El siguiente cuadro resume los indicadores y sus unidades de medida.

Cuadro 4. Resumen de los macroobjetivos y de sus indicadores y unidades de medida correspondientes

Macroobjetivo	Indicador	Unidad de medida
1: Emisiones de gases de efecto invernadero y de contaminantes de la atmósfera durante el ciclo de vida de un edificio	1.1. Eficiencia energética en la fase de uso	Kilovatios hora por metro cuadrado y por año (kWh/m^2/año)
	1.2. Potencial de calentamiento global del ciclo de vida	Kilogramos equivalentes de CO_2 por metro cuadrado y por año (kg eq. CO_2/m^2/año)
2. Ciclos de vida de los materiales circulares y que utilizan eficientemente los recursos	2.1 Estado de mediciones, lista de materiales y vidas útiles	Unidad de las mediciones, masa y años
	2.2. Residuos y materiales de construcción y demolición	Kilogramos de residuos y materiales por m^2 de la superficie total útil habitable
	2.3 Diseño con fines de adaptabilidad y renovación	Calificación de adaptabilidad
	2.4 Diseño con fines de deconstrucción, reutilización y reciclado	Calificación de deconstrucción
3. Empleo eficiente de los recursos hídricos	3.1. Consumo de agua en la fase de uso	Metros cúbicos de agua por ocupante y por año
4. Espacios saludables y cómodos	4.1 Calidad del aire en interiores	Parámetros de ventilación, CO_2 y humedad Lista de objetivos relativos a contaminantes: COVT, formaldehído, compuestos orgánicos volátiles CMR, ratio de concentración mínima de interés, moho, benceno, partículas, radón
	4.2 Tiempo fuera del margen de bienestar térmico	Porcentaje de tiempo fuera del margen durante las estaciones de calefacción y refrigeración
	4.3 Bienestar lumínico y visual	Lista de comprobación del nivel 1
	4.4 Acústica y protección frente al ruido	Lista de comprobación del nivel 1
5. Adaptación y resiliencia al cambio climático	5.1. Protección de la salud y el bienestar térmico de los ocupantes	Porcentaje de tiempo estimado fuera del margen para 2030 y 2050 (véase también el indicador 4.2)
	5.2 Aumento del riesgo de fenómenos meteorológicos extremos	Lista de comprobación del nivel 1 (en desarrollo)
	5.3 Aumento del riesgo de inundaciones	Lista de comprobación del nivel 1 (en desarrollo)

6. Optimización del coste del ciclo de vida y del valor	6.1 Coste del ciclo de vida	Euros por metro cuadrado y por año (€/m²/año)
	6.2 Creación de valor y exposición al riesgo	Lista de comprobación del nivel 1

La mayoría de los indicadores básicos tienen una sola unidad de medida. No obstante, hay algunas excepciones importantes en las que el comportamiento debe evaluarse y comunicarse de manera distinta:

- Indicadores compuestos (1.2, 2.2, 4.1): al ser más complejos, es más difícil reducirlos a una única unidad de medida. En su lugar, están integrados por varias unidades de medida conexas que deben leerse conjuntamente para entender el comportamiento de un edificio.
- Evaluación cualitativa (4.3, 4.4, 5.2, 5.3, 6.2): por el momento no se han acordado una o varias unidades de medida cuantitativas, de modo que, en su lugar, pueden presentarse los resultados de una evaluación cualitativa.
- Presentación de información (2.1): el objetivo de este indicador es animar a los usuarios a que utilicen y procesen determinados datos sobre sus edificios como apoyo para adoptar un enfoque que abarque todo el ciclo de vida.

2.3. Análisis de todo el ciclo de vida (ACV)

El marco común Level(s) plantea la sostenibilidad de los edificios desde un enfoque que abarca todo el ciclo de vida. Con el fin de respaldarlo plenamente, los indicadores básicos de los macroobjetivos 1, 2 y 3 se complementan con un análisis integral del impacto ambiental de un edificio o, lo que es lo mismo, un análisis de todo su ciclo de vida (ACV). Un ACV permite cuantificar los impactos ambientales asociados a un edificio, determinar cuáles son los ámbitos más relevantes (comúnmente denominados «puntos críticos») y utilizarlos como punto de partida para mejorar su comportamiento.

Cuadro 5. Los macroobjetivos ambientales y los indicadores del análisis del ciclo de vida (ACV)

Macroobjetivos 1 a 3: **Análisis de todo el ciclo de vida (ACV)**	**Análisis del ciclo de vida (ACV) de la cuna a la tumba Categorías de impacto**

- Cambio climático
- Agotamiento de la capa de ozono
- Acidificación
- Eutrofización del agua dulce
- Eutrofización del agua marina
- Eutrofización terrestre
- Formación fotoquímica de ozono
- Agotamiento de los recursos abióticos: minerales y metales
- Agotamiento de los recursos abióticos: combustibles fósiles
- Consumo de agua

3. Explicación introductoria 3: Cómo funciona Level(s)

En esta explicación se presenta y explica la estructura del marco común y cómo está organizado. Se hace especial hincapié en los tres niveles, a fin de que los usuarios puedan elegir el grado de detalle de su evaluación de la sostenibilidad de un edificio, así como el de la información que presentan al respecto.

3.1. Los tres niveles

El marco común está estructurado en tres **niveles**, los cuales permiten elegir el grado de detalle que tendrá la información que se presente sobre la sostenibilidad del proyecto. Los tres niveles se corresponden a las siguientes fases de la ejecución de un proyecto de construcción:

- **Nivel 1.** El **diseño conceptual** del proyecto de construcción. Se trata del nivel más simple, ya que consiste en realizar las evaluaciones cualitativas iniciales del fundamento del diseño conceptual y en presentar información sobre los conceptos que se han aplicado o que se pretenden aplicar.
- **Nivel 2.** El comportamiento del edificio conforme al **diseño detallado y la construcción**. Se trata de un nivel intermedio, ya que consiste en realizar la evaluación cuantitativa del comportamiento diseñado y hacer un seguimiento de la construcción a partir de unidades y métodos normalizados.
- **Nivel 3.** El comportamiento **según la construcción y en uso**, es decir, el modo en que se comporta el edificio una vez terminado y entregado al cliente. Se trata del nivel más avanzado, ya que consiste en vigilar y controlar tanto la actividad en la obra como la actividad del edificio terminado y sus primeros ocupantes.

La idea básica es que los niveles representan el recorrido profesional desde el concepto inicial hasta el diseño, la construcción y después, tras la entrega, la realidad del edificio terminado. El paso de un nivel a otro también supone el aumento de la precisión y fiabilidad de la información que se presenta. Cuanto mayor sea el nivel, más probable será que los resultados comunicados le proporcionen datos que reflejen el comportamiento del edificio según la construcción y en uso.

Gráfico 3. Los niveles: del diseño conceptual al comportamiento en uso

3.2. Asegurar la comparabilidad

Level(s) se ha concebido con el fin de asegurar una **comparabilidad** mínima entre edificios equivalentes en términos funcionales. Para garantizar que puedan realizarse comparaciones significativas a partir de resultados cuantitativos, se proporcionan instrucciones y orientaciones específicas respecto de cada indicador. Para lograrlo, es preciso que los usuarios respeten los puntos que se mencionan en el siguiente recuadro.

También se aplica un **«principio de equivalencia»** con miras a respaldar el uso de Level(s) en toda la UE. En la práctica, esto significa que es posible utilizar instrumentos y métodos nacionales, así como determinados instrumentos y métodos privados, si Level(s) los acepta explícitamente en las instrucciones correspondientes a cada indicador. En caso de utilizar uno de estos instrumentos o métodos, habrá que indicarlo siempre junto con los resultados.

Más información
Cómo se favorece la comparabilidad al utilizar Level(s)

- Se emplean unidades de medida comunes.
- Se completa la descripción del edificio de Level(s).
- Se aplican las normas y los métodos de referencia mencionados.
- Se presenta la información solicitada en relación con parámetros clave, supuestos y la calidad de los datos, con el objetivo de garantizar la transparencia.
- Se estipulan normas específicas de Level(s), que:
    - establecen parámetros clave,
    - proporcionan datos predeterminados, y
    - definen los supuestos de cálculo.

3.3. Ir un paso más allá para optimizar el comportamiento

Level(s) reconoce que, una vez que los profesionales de la construcción han adquirido un nivel básico de competencias en el uso de los indicadores, todavía puede existir un enorme potencial para **optimizar el comportamiento**. Tal vez quieran profundizar en su desarrollo profesional empleando instrumentos, métodos y datos más avanzados.

Para cada indicador, se brindan oportunidades para dar este paso adicional y optimizar el comportamiento. En el siguiente recuadro se exponen algunos de los principales tipos de oportunidades.

Más información sobre:

Medidas que pueden adoptarse para ir un paso más allá y optimizar el comportamiento utilizando Level(s)

- Usar datos de entrada con una mayor granularidad
- Usar métodos y herramientas de cálculo más avanzados
- Definir y probar escenarios más detallados e integrales
- Tener en cuenta otros aspectos del diseño y el comportamiento en los cálculos y las estimaciones
- Utilizar sistemas de seguimiento que aumenten la granularidad de los datos

4. Reflexiones sobre sostenibilidad: breve explicación de los conceptos clave de Level(s)

En esta parte de Level(s), se proporcionan cuatro explicaciones de los conceptos clave y las ideas que sustentan el marco común, sus macroobjetivos y los indicadores. Estas explicaciones pueden emplearse para ayudar a todos los agentes que participan en un proyecto de construcción a aplicar conceptos de sostenibilidad, pues proporcionan orientaciones adicionales y enseñan cómo se puede sacar el máximo partido a Level(s) para evaluar un proyecto.

4.1. Reflexión 1 sobre sostenibilidad: todo el ciclo de vida y percepción circular

Level(s) plantea la sostenibilidad de los edificios desde un enfoque que abarca todo el ciclo de vida. En esta explicación analizamos qué implica esto en la práctica y cómo el diseño puede tener en cuenta todo el abanico de impactos ambientales durante todo el ciclo de vida de un edificio. Además de aplicarse a la fase de uso, incide en que las elecciones relativas a la configuración del diseño, la construcción y la renovación de los edificios son igual de importantes.

Adoptar un enfoque que tiene en cuenta todo el ciclo de vida permite analizar todos los impactos ambientales asociados a un edificio y determinar cuáles son los más relevantes (los denominados «puntos críticos»). Vinculado a esto está el concepto de circularidad, que pretende garantizar la eficiencia a largo plazo de los recursos ya en el diseño. Si entienden estos conceptos interrelacionados, todos los agentes implicados en un proyecto pueden contribuir a minimizar el impacto de un edificio a lo largo de su ciclo de vida.

El concepto de ciclo de vida de un edificio es considerablemente más amplio que el enfoque actual, que se centra en el diseño y en la construcción de los edificios. En términos sencillos, consiste en entender y cuantificar el impacto ambiental de un edificio desde la «cuna» —la extracción de las materias primas que se utilizan en su construcción— hasta la «tumba» —el fin de la vida útil y la deconstrucción del edificio, y lo que se hace con los materiales de construcción (recuperación, reutilización, reciclado y gestión de residuos)—.

Level(s) se ha diseñado con el fin de animar a los profesionales de la construcción a que, en la medida en que se lo permitan sus capacidades y equipos, piensen en todo el ciclo de vida y en la circularidad del diseño de un edificio desde la cuna hasta la tumba. Los edificios son un importante banco de materiales, pues son un repositorio de recursos acumulados durante muchos decenios. Por este motivo, es importante diseñarlos, construirlos, mantenerlos y renovarlos con una percepción circular.

Los conceptos y términos básicos en que se sustenta el enfoque que tiene en cuenta todo el ciclo de vida

Un edificio tiene distintos impactos ambientales relevantes a lo largo de su ciclo de vida, los cuales dependen enormemente de las actividades que se desarrollen en cada fase de dicho ciclo. En su mayoría se cuantifican en forma de estimaciones de las emisiones que pueden ocasionar daños en el medio ambiente. Estas se calculan y comunican en relación con diversas «categorías de impacto», entre las que se incluyen la contribución al cambio climático de gases como el CO_2, la contribución a la acidificación de gases como el dióxido de azufre y la contribución a la toxicidad para los seres humanos y los ecosistemas de sustancias como los metales pesados. Algunas categorías de impacto también reflejan la contribución de los edificios al agotamiento de minerales, metales y combustibles fósiles. La pérdida de suelo causada por el cambio en el uso de la tierra y la impermeabilización superficial es una categoría de impacto directamente relacionada con los edificios.

Estos son los conceptos más importantes con los que hay que familiarizarse inicialmente para tratar de entender los impactos ambientales de un edificio a lo largo de su ciclo de vida:

- **Fases del ciclo de vida**: son las distintas fases en la vida de un edificio a las que se atribuyen impactos ambientales. Por ejemplo, aquellos asociados a la fabricación de un ladrillo se atribuirán a la *fase de producción*. La energía consumida por los ocupantes de un edificio, por su parte, se atribuirá a la *fase de uso.* Level(s) se basa en las fases del ciclo de vida descritas en la norma EN 15978, que a su vez se dividen

en módulos con el fin de analizar en más profundidad las causas de los impactos y presentar información más detallada al respecto (véase el **Error! Reference source not found.**).

- **Categorías de impacto**: cada una de las categorías de impacto ambiental que se evaluarán a lo largo del ciclo de vida de un edificio está asociada a un indicador con una o varias unidades de medida específicas, las cuales están vinculadas a la elección subyacente del método de modelización y cálculo. Se considera que la mayoría de los impactos ambientales que evalúa Level(s) pertenecen a categorías de impacto «de punto medio», que miden las emisiones al medio ambiente, como el CO_2, o el uso de recursos que se extraen de él, como los metales. Una vez determinada la categoría, las contribuciones relativas de cada tipo de emisión o recurso se ponderan en función de su impacto; por ejemplo, cada molécula de gas metano tiene un potencial de calentamiento global veinticinco veces superior al de una molécula de CO_2.
- **Unidad funcional**: la unidad de referencia para comparar distintos diseños de edificios o proyectos de construcción. En Level(s), los resultados se normalizan por m^2 de la superficie útil del edificio y por año de vida útil, tomando como referencia un período de vida de cincuenta años.
- **Datos del inventario del ciclo de vida**: son el pilar principal de un análisis del ciclo de vida y se compilan en dos fases. En primer lugar, se necesitan datos brutos sobre los recursos materiales usados durante todo el ciclo de vida (la «lista de materiales»), así como sobre otros recursos como la energía, el combustible y el agua, y sobre las emisiones directas (p. ej., los refrigerantes o los compuestos orgánicos volátiles de los acabados). A continuación, se calculan las emisiones al medio ambiente y el consumo de recursos asociados a este uso de recursos. Este flujo del inventario está vinculado a los procesos de extracción de materiales, procesamiento, fabricación y generación de energía. Estos datos pueden ser «primarios», es decir, datos reales de centros de producción representativos, o «secundarios» y «genéricos», obtenidos calculando la media de distintos centros de producción representativos a nivel regional, nacional, de la UE o internacional. Se ha de procurar que estos datos sean, en la medida de lo posible, representativos de los procesos y recursos asociados al diseño, la construcción y el uso del edificio, en particular en lo que respecta a la antigüedad de los datos y a la tecnología empleada en dicha ubicación geográfica.
- **Puntos críticos**: son los puntos más importantes en el ciclo de vida de un edificio; los que más influyen en el resultado general. Pueden referirse a las fases o los módulos del ciclo de vida (p. ej., B: Fase de uso; módulo B2: Mantenimiento), a procesos específicos (p. ej., la fabricación de cemento), a componentes concretos (p. ej., revestimientos, columnas estructurales, elementos interiores y acabados) o a un flujo elemental (p. ej., las emisiones de CO_2 de una caldera).
- **Escenarios**: representan descripciones y previsiones de cómo se usará el edificio y de cómo podría cambiar el medio ambiente e influir en los impactos asociados al edificio a lo largo de su ciclo de vida. Por ejemplo, Level(s) pone de relieve, entre otras cosas, la importancia de desarrollar escenarios que representen:
  - cuánto tiempo podrá usarse el edificio antes de necesitar una reforma importante,
  - cómo puede influir el cambio climático en las necesidades de calefacción y refrigeración,
  - cómo pueden disminuir con el tiempo las emisiones de CO_2 derivadas de la generación de electricidad en la UE y a escala nacional,
  - cómo el diseño para la adaptabilidad puede influir en la vida útil, y
  - cómo el diseño para la deconstrucción puede influir en la utilización del banco de materiales.

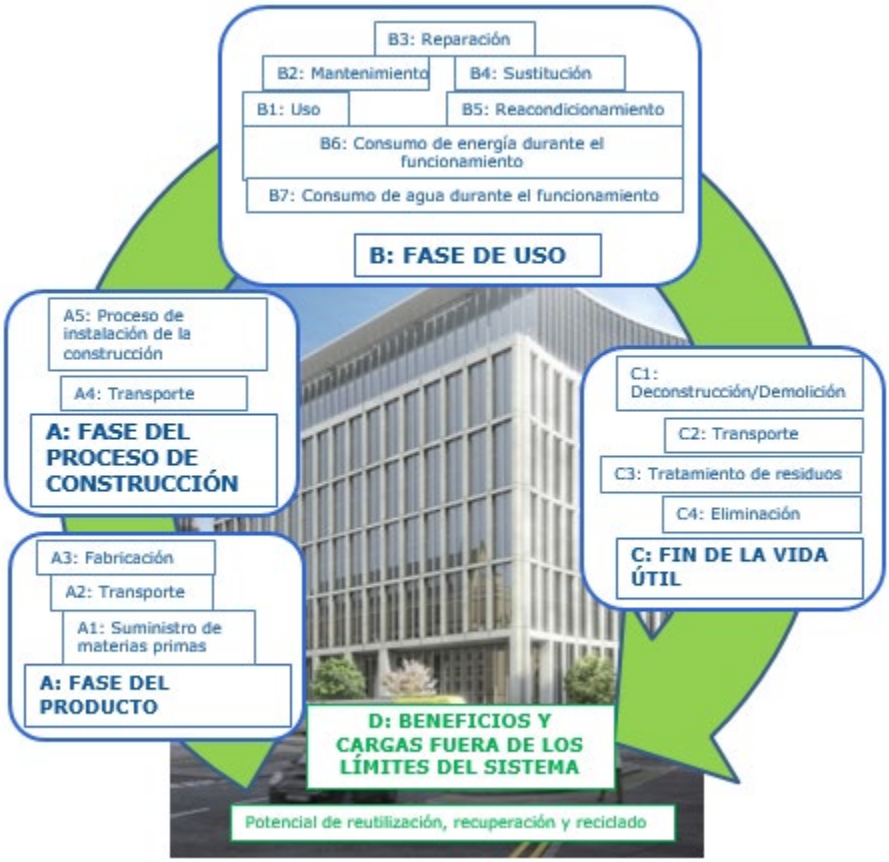


Gráfico 4. Fases del ciclo de vida de un edificio

Adaptado de CEN (2011)

¿Qué nos dicen ya los análisis del ciclo de vida de los edificios?

Si bien los impactos ambientales relacionados con la fase de uso de los edificios siguen siendo importantes, el avance hacia edificios de consumo de energía casi nulo (EECN) con una elevada eficiencia energética está confiriendo un mayor peso a los impactos vinculados a los materiales de construcción. Las pruebas obtenidas con los análisis del ciclo de vida llevados a cabo ayudan a identificar dónde se encuentran los «puntos críticos» para los impactos ambientales asociados a los materiales de construcción:

- Las estructuras portantes, los muros exteriores y las fachadas constituyen el mayor punto crítico para los impactos materiales en la mayoría de las categorías de impacto que se emplean en los análisis del ciclo de vida (ACV) de los edificios.
- Para abordar estos impactos es preciso centrarse en cómo contribuyen los flujos de materiales más relevantes, entre los que figuran el cemento, el ladrillo, la cerámica, el acero y la madera de construcción, en los impactos del ciclo de vida.

Cada uno de estos materiales y elementos está asociado a unos impactos ambientales concretos, los cuales no pueden abordarse prestando atención a una sola categoría de impactos o a un único aspecto del diseño. Aunque en ocasiones la eficiencia de los materiales puede considerarse un indicador indirecto de las mejoras en el diseño, es preferible adoptar un enfoque integral que aborde los impactos concretos asociados a los minerales no metálicos, los metales y los materiales derivados de la madera utilizados.

Durante la fase de uso también puede surgir impactos relevantes asociados a los materiales y elementos de construcción. Por ejemplo:

- Las grandes reparaciones y los trabajos de mantenimiento programados pueden conllevar la sustitución de determinados materiales y elementos (p. ej., tejados, fachadas).
- Las renovaciones también pueden conducir a la sustitución de materiales de los accesorios y otros elementos importantes, como las ventanas y las fachadas. Es posible que impactos específicos asociados a los materiales de los accesorios, como la toxicidad para los seres humanos, no se detecten y cuantifiquen si estos indicadores no forman parte de las categorías de impacto seleccionadas.
- De cara a mejorar, es importante prestar atención a la eficiencia y la intensidad del uso de las estructuras del edificio, el espacio y el suelo.
    - En el caso de las viviendas, el diseño de formas de edificación más compactas conlleva una mayor eficiencia en el uso del suelo, los materiales y la energía.
    - En el caso de los edificios comerciales, como los de oficinas, el diseño con fines de adaptabilidad y la ampliación de la vida útil de las estructuras pueden reducir los impactos materiales.
    - La selección de la unidad funcional es crucial para definir cómo se mide la intensidad del uso de los recursos. Por ejemplo, medir los impactos por estación de trabajo o residente puede aportar más información que si se miden por metro cuadrado de superficie útil.

¿Cómo puede utilizarse Level(s) para analizar el ciclo de vida completo?

El marco común Level(s) anima a los usuarios a tener en cuenta todo el ciclo de vida de un edificio, lo que les proporcionará una base de referencia para cuantificarlo, analizarlo y comprenderlo. En este sentido, pretende abordar distintos aspectos de la circularidad aportando indicadores que pueden ayudar a entender cómo se puede alargar la vida útil del edificio, no solo en lo que se refiere a su durabilidad y su valor en el mercado inmobiliario, sino también con respecto a la posibilidad de recuperar, reutilizar y reciclar en el futuro los materiales que lo componen.

Se recomienda presentar información sobre todas las fases del ciclo, con el fin de obtener una visión completa de los impactos ambientales. Además, el diseño de Level(s) permite que los usuarios empiecen aprendiendo los distintos pasos que deben dar para determinar el PCG (potencial de calentamiento global) del ciclo de vida y, si lo deciden, realizar un análisis del ciclo de vida (ACV) completo, «de la cuna a la tumba».

Este proceso de aprendizaje parte de un conjunto de conceptos de diseño que pueden ayudar con el enfoque de ciclo de vida (véase el recuadro que figura a continuación). Otros indicadores de Level(s) también contribuyen a este proceso de aprendizaje abordando diversos aspectos del ACV, entre ellos:

- El indicador 2.1, que recaba información acerca del estado de mediciones, la lista de materiales y la vida útil del edificio.
- Los indicadores 2.3 y 2.4, que permiten desarrollar escenarios para la adaptabilidad y la deconstrucción.
- Los indicadores 5.1, 5.2 y 5.3, que analizan el riesgo que pueden entrañar para los edificios los posibles cambios que se produzcan en el clima en el futuro.

Las conclusiones de los análisis del ciclo de vida de edificios que se presentan en esta explicación se han compilado en una serie de aspectos del diseño del ciclo de vida de Level(s) que constituyen el punto de partida para adoptar soluciones basadas en proyectos y en el enfoque del ciclo de vida (véase el siguiente recuadro).

Más información sobre
Los conceptos del diseño del ciclo de vida de Level(s)

- Configuración, forma y utilización eficientes del edificio: la relación superficie/volumen de un edificio —también denominada «densidad» o «compacidad»— y su altura influyen en la eficiencia de los materiales y en el consumo de energía. Un edificio con una forma más compacta puede requerir más del 20 % menos

de materiales de construcción y, en la fase de uso, su consumo de energía para calefacción y refrigeración es más de un 20 % inferior. La intensidad de uso de un edificio, en términos de densidad de ocupación y de utilización general, también puede influir en su comportamiento a lo largo del ciclo de vida.

- Construcción optimizada de EECN: se aplica a los edificios de nueva construcción y a los proyectos de reforma importante, en los que debe tenerse en cuenta la interacción entre las dos fases siguientes:
  - El consumo de energía en la fase de uso: el consumo de energía primaria destinada, en particular, a los sistemas de calefacción de locales, el agua caliente y la iluminación influye enormemente en la fase de uso de los edificios.
  - El consumo de energía en la fase de producción: al tiempo que ha reducido el consumo de energía, la transición a edificios de consumo de energía casi nulo (EECN) también ha requerido que se utilice más energía incorporada para fabricar aislamientos, ventanas, sistemas de fachada y tecnologías de masa térmica y de energías renovables más eficientes.
- Optimización de los ciclos del uso de materiales: En la mayoría de los casos, la estructura de un edificio representa más de la mitad de las emisiones de gases de efecto invernadero incorporadas asociadas a la construcción.
  - Nuevas estructuras: hay pruebas que apuntan a que optimizar los diseños estructurales puede reducir el uso de materiales cerca de un tercio, sin que ello repercuta en las características técnicas necesarias.
  - Estructuras reutilizadas: reutilizar la estructura de un edificio existente permite reducir considerablemente el uso de materiales y las emisiones de GEI conexas.
- Diseño con fines de adaptabilidad: la capacidad de los edificios de ser flexibles y adaptarse a la evolución del mercado y de las necesidades de sus ocupantes puede alargar la vida de un edificio, incluidos fundamentalmente sus principales elementos y su estructura, que constituyen los puntos críticos del ciclo de vida.
- Prolongación de la vida útil del edificio y sus componentes: la vida útil del edificio y la de sus componentes son dos factores importantes que influyen en los impactos de la fase de construcción y la fase de uso. En términos generales, cuantos más ciclos de sustitución y renovación se requieran, mayor será el impacto incorporado. Así ocurre, en particular, cuando se reforman los servicios de un edificio, como las instalaciones eléctricas y las tuberías, y los acabados, como la pintura.
- Diseño con fines de deconstrucción: los residuos generados durante los procesos de fabricación de los productos, construcción *in situ* y demolición pueden constituir una parte importante de los flujos totales de materiales de una obra y, si no se reutilizan ni reciclan, pueden conllevar el desperdicio de recursos y, por tanto, aumentar los impactos a lo largo del ciclo de vida a nivel sectorial.

4.2. Reflexión 2 sobre sostenibilidad: reducir las divergencias entre el comportamiento previsto en el diseño y el comportamiento real del edificio

La mayoría de las evaluaciones del comportamiento en materia de sostenibilidad se efectúan en la fase de diseño; rara vez se hace un seguimiento del comportamiento del edificio terminado. Cada vez existen más pruebas de la posibilidad del riesgo de existencia de divergencias entre las estimaciones que se hacen en el diseño y el comportamiento real de un edificio. Dichas pruebas apuntan a que, en ocasiones, las divergencias pueden ser considerables, hasta del 50 %. Esto puede deberse a múltiples factores que conviene comprender para aprender de ellos.

Level(s) trata de garantizar que desde el principio se tenga el propósito claro de comprobar el comportamiento de un edificio según la construcción y en uso, de modo que se cumplan así determinados objetivos relativos, por ejemplo, al empleo eficiente de la energía y el agua o la satisfacción de los ocupantes con el ambiente interior. A tal fin se pueden planificar la verificación de las especificaciones según construcción, el seguimiento de su comportamiento una vez terminado y la realización de encuestas para medir la satisfacción de los ocupantes.

Para garantizar que realmente se logran objetivos como el empleo eficiente de la energía y el agua o la buena calidad del aire en interiores, es importante realizar un seguimiento del comportamiento de un edificio terminado a partir de datos referentes a su comportamiento en uso y de las especificaciones finales según construcción. Son muchos los motivos por los que un edificio puede comportarse de un modo distinto al previsto:

- En términos generales, la calidad es un reto continuo en el sector de la construcción al que hay que prestar atención durante todo el proceso de ejecución de un proyecto.
- Las nuevas e innovadoras formas de diseño y construcción necesarias para alcanzar los objetivos de sostenibilidad pueden requerir que, inicialmente, los agentes utilicen técnicas, materiales y sistemas nuevos con los que no estén familiarizados.
- Las hipótesis asumidas al calcular y simular el comportamiento pueden basarse en valores por defecto que describan los patrones de uso de los posibles ocupantes, los cuales podrían no tener en cuenta la demanda de energía total del edificio ocupado.
- Las lagunas en la comunicación, la coordinación y la asignación de responsabilidades en un proyecto pueden provocar que determinados detalles y especificaciones del diseño no se lleven a la práctica.
- El equipo del proyecto puede carecer de los conocimientos técnicos necesarios para traducir los distintos objetivos de sostenibilidad en diseños y proyectos de construcción pormenorizados.

El riesgo de que surjan divergencias en el comportamiento puede minimizarse abordando estos factores en una etapa temprana y analizando cómo se ejecutará el proyecto. Por último, dado que los edificios también se crean para que las personas los utilicen, la satisfacción de los ocupantes es un complemento importante del seguimiento. Para conocerla será necesario encuestar a quienes viven y trabajan en un edificio, lo cual permitirá analizar otros aspectos del comportamiento, como su satisfacción con el nivel de control que tienen sobre en ambiente interior.

Las actividades de seguimiento y las encuestas posteriores a la ocupación deben planificarse con sumo cuidado. Además, para sacarles el máximo partido, todos los agentes implicados deben comprometerse a utilizar los hallazgos y a aprender de ellos. Este proceso de aprendizaje profesional puede ser valioso tanto para el cliente como para los integrantes del equipo de diseño, los gestores de proyectos y los contratistas. Por lo tanto, se anima a los usuarios de Level(s) a que realicen un seguimiento y encuestas una vez terminado el edificio y tras su ocupación, a fin de evaluar el comportamiento del edificio finalizado.

¿Cómo puede utilizarse Level(s) para reducir las divergencias?

Para ofrecer una visión completa del comportamiento de un edificio, es importante realizar un seguimiento exacto del comportamiento de un edificio finalizado. De este modo se obtendrán datos que podrán utilizarse para fines de notificación y analizarse para determinar cómo se ha comportado el edificio en la práctica. Si existe alguna divergencia, estos datos pueden tomarse como punto de partida para detectar y solucionar los problemas o defectos que pudiera haber. También es preciso comprobar las especificaciones del edificio según construcción, ya que pueden haberse introducido cambios relevantes a lo largo del proceso.

En el caso de los indicadores que pueden ser objeto de seguimiento, Level(s) proporciona instrucciones básicas para realizar estas comprobaciones. También especifica las actividades de seguimiento y las normas de referencia correspondientes. Esto implica, entre otras cosas, centrarse en:

- pruebas relativas a la estructura del edificio,
- pruebas relativas a los sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado (HVAC),
- mediciones del consumo de energía y agua,
- medición del aire del interior en el momento de la entrega y una vez ocupado,
- condiciones térmicas tras la ocupación, y
- contribución y calidad de la luz natural y artificial.

El seguimiento también debe incluir datos relativos a las cantidades y los costes según construcción, lo que comprende los materiales utilizados. Estos datos son importantes porque una variación en el estado de mediciones y en la lista de materiales finales podría repercutir en el inventario del ciclo de vida que se utiliza para calcular el indicador 1.2 [«Potencial de calentamiento global (PCG) del ciclo de vida»] y en los supuestos relativos a la vida útil y el mantenimiento que se registran en el indicador 2.1 («Lista de materiales, estado de las mediciones, y vidas útiles») y se emplean en el indicador 6.1 («Coste del ciclo de vida»).

Encuestas sobre la satisfacción de los ocupantes

La satisfacción de los ocupantes es otro parámetro fundamental para el éxito de un edificio. Si bien no es una parte esencial del marco común Level(s), se recomienda efectuar estas encuestas para complementar el seguimiento de parámetros cuantitativos, por lo que se facilitan orientaciones generales. Evaluar la satisfacción de los ocupantes requiere un proceso de entrevistas y encuestas estructuradas basado en metodologías como las definidas en las normas ISO 10551 y 28802, prestando especial atención a aspectos de comportamiento específicos que se consideran importantes para lograr edificios saludables y cómodos. Este proceso puede denominarse de distintas maneras, por ejemplo: «evaluación postocupación», «encuesta a los ocupantes sobre la calidad del ambiente interior» o «encuesta a los usuarios del edificio». A los efectos de Level(s), este proceso recibe el nombre de «evaluación postocupación».

Los indicadores 4.1 («Calidad del aire en interiores») y 4.2 («Tiempo fuera del margen de bienestar térmico») son los principales indicadores de Level(s) para los que se especifica un método de estudio normalizado. Por ejemplo, en el caso del indicador 4.2 existe un método para evaluar la satisfacción de los ocupantes con el bienestar térmico. Para ello, se puede utilizar un formato de encuesta que se haya calibrado estadísticamente a las condiciones de bienestar térmico reales.

Los equipos de proyectos que deseen evaluar de forma más amplia la satisfacción de los ocupantes deben anotar dicho objetivo en su plan de proyecto Level(s). Para empezar, es aconsejable que consulten los métodos que se exponen en el siguiente recuadro.

Más información sobre:

Evaluación postocupación sobre el bienestar y la satisfacción

Las evaluaciones postocupación suelen llevarse a cabo cuando ha pasado como mínimo un año desde la ocupación plena de un edificio. Normalmente consisten en la realización de encuestas a los ocupantes para evaluar aspectos cualitativos relacionados con los indicadores del comportamiento del edificio. Las evaluaciones postocupación debería realizarlas una tercera parte empleando una metodología normalizada.

Existe una serie de métodos y normas de evaluación que se han convertido en referencias normalizadas para las evaluaciones postocupación. Cada uno de estos métodos y de estas normas facilita un conjunto de orientaciones sobre cómo combinar evaluaciones cuantitativas y cualitativas, además de incluir preguntas modelo que pueden utilizarse para las encuestas. A continuación, se facilita una lista no exhaustiva de los métodos y las normas más citados:

- Método Building User Survey (BUS) [encuesta a los usuarios del edificio], desarrollado a partir de la experiencia adquirida al evaluar edificios de bajo consumo energético en las décadas de 1980 y 1990[2].
- Encuesta a los ocupantes sobre la calidad del ambiente de interior del CBE (Berkeley), un formato web que aborda siete aspectos de la calidad del ambiente de interior[3].
- Proceso Soft Landings, un enfoque de múltiples fases para construir mejores edificios que incluye una extensa etapa final de cuidados posteriores y evaluaciones postocupación[4].

Además, existe una serie de sistemas de evaluación de edificios y de herramientas de notificación que incluyen evaluaciones postocupación:

- como requisito fundamental para el sistema (por ejemplo, Miljöbyggnad en Suecia y SSO en España); o
- como indicador, criterio o reconocimiento opcional (por ejemplo, BREEAM New Construction, LEED Building Operations & Maintenance, Finland GBC Building Performance Indicators).

[2] Arup, *BUS methodology*, http://www.busmethodology.org/.

[3] Universidad de California Berkeley, *Occupant Indoor Environmental Quality (IEQ) Survey and Building Benchmarking* [Encuesta a los ocupantes sobre la calidad del ambiente interior y evaluación comparativa de edificios], Centre for the Built Environment, https://www.cbe.berkeley.edu/research/briefs-survey.htm.

[4] BSRIA, *Soft landings process*, https://www.bsria.co.uk/services/design/soft-landings/.

4.3. Reflexión 3 sobre sostenibilidad: cómo conseguir una renovación sostenible

El nuevo Pacto Verde Europeo busca impulsar una «oleada de renovación» que mejore el parque inmobiliario existente, a fin de prepararlo de cara al futuro frente al cambio climático, reducir la pobreza energética y crear nuevos puestos de trabajo. Además, cada vez es más urgente abordar otros aspectos de la sostenibilidad de los espacios interiores donde vivimos y trabajamos, como la salud, la comodidad y la adaptabilidad, y los proyectos de reforma importante brindan oportunidades para abordar dichos aspectos de diseño.

Level(s) promueve que los proyectos de reforma importante y profunda se planteen desde un enfoque integral basado en el conocimiento de las características y cualidades de cada edificio; que se evalúen las posibilidades de mejorar el comportamiento, y que el diseño de los proyectos de renovación se conciba teniendo en cuenta todo el ciclo de vida.

Entre el 85 y el 90 %, aproximadamente, del parque inmobiliario que, según las previsiones, seguirá existiendo en 2050 ya se ha construido y constituye un enorme banco de materiales repartido por todo el continente. Por ejemplo, las estimaciones de Alemania sugieren que el entorno construido del país conforma un repositorio de aproximadamente 50 000 millones de toneladas de materiales.

Las pruebas sobre el ciclo de vida sugieren que, si sometemos los edificios existentes a unas reformas profundas y altamente eficientes, podremos reducir entre un 60 y un 80 % los impactos ambientales del ciclo de vida asociados al consumo de energía y agua por parte de los ocupantes del edificio y a los productos de construcción. En la UE, se estima que cada año solo se realizan reformas profundas que reducen el consumo de energía en al menos un 60 % en el 0,2 % del parque inmobiliario. Este porcentaje debe aumentar considerablemente para que la Unión cumpla sus objetivos relativos al cambio climático.

A raíz del largo confinamiento impuesto a la población a causa de la pandemia de COVID-19, recientemente también se ha empezado a prestar atención a la salud, la comodidad y la adaptabilidad de los espacios donde vivimos y trabajamos durante períodos prolongados. Por consiguiente, las reformas importantes pueden generar oportunidades para que abordemos aquellos aspectos de un edificio que pueden ser perjudiciales para la calidad de vida y la productividad de sus ocupantes.

¿Cómo puede aplicarse Level(s) a las reformas importantes?

Level(s) integra principios de diseño y medidas de evaluación específicamente orientados a aumentar la sostenibilidad de los proyectos de reforma importante. El primer paso para que la renovación de un edificio sea sostenible consiste en estudiar de manera exhaustiva la construcción del edificio original y, si es posible, la experiencia de sus ocupantes. Se trata de un primer paso crítico para mejorar el comportamiento, ya que cada renovación debe adaptarse a las condiciones existentes y a las características técnicas del edificio en cuestión, los patrones de ocupación esperados y el contexto local.

Aunque en ocasiones se pueden aprovechar mejor las características existentes (por ejemplo, los patios para aumentar la ventilación), también pueden existir problemas inherentes que no se previeron originalmente, como puentes térmicos y la entrada de agua o aire debidos a determinados materiales y estructuras como los balcones o los paneles de los muros. La experiencia de los ocupantes con el uso del edificio también puede poner de manifiesto ciertos aspectos del comportamiento a los que conviene prestar atención.

Una vez recabada, esta información puede usarse para realizar simulaciones precisas del comportamiento de referencia del edificio y desarrollar opciones de diseño. A continuación, el marco Level(s) facilita instrucciones específicas sobre cómo abordar los seis macroobjetivos desde la perspectiva de una renovación. El siguiente recuadro resume algunas de las principales oportunidades que ofrece Level(s) para mejorar el comportamiento.

Más información sobre:

Abordar los macroobjetivos y los indicadores desde la perspectiva de una reforma importante

Macroobjetivo	Oportunidades clave para mejorar el comportamiento
Macroobjetivo 1: emisiones de gases de efecto invernadero y de contaminantes de la atmósfera durante el ciclo de vida de un edificio	✓ Mejorar la eficiencia térmica del envolvente de un edificio y prestar atención a otros usos de la energía, como la iluminación, la calefacción y la refrigeración, puede contribuir a mejorar la calidad general de un edificio existente. ✓ Al mismo tiempo, reformar la estructura, la disposición y los servicios técnicos del edificio puede solucionar determinados aspectos que pueden hacer que ocupar el edificio resulte incómodo. Por ejemplo: - El frío, la humedad o el sobrecalentamiento. - Unos costes de utilización elevados. ✓ Pueden evaluarse las posibilidades de autogeneración y autoconsumo de energía sostenible. ✓ Pueden evaluarse las posibilidades de efectuar una renovación con bajas emisiones de CO_2 integradas estudiando las opciones existentes para las ventanas, el aislamiento, el equipamiento interno, los acabados y el equipo de energía renovable, entre otros elementos del edificio.
Macroobjetivo 2: ciclos de vida de los materiales circulares y que utilizan eficientemente los recursos	La remodelación de un edificio, sus espacios internos y sus servicios puede brindar la oportunidad de: ✓ Subsanar las deficiencias que existan para satisfacer las necesidades actuales y futuras de los ocupantes, como la necesidad de contar con una distribución más flexible, una mejor accesibilidad, espacios comunes y opciones para teletrabajar. ✓ Hacer que el uso de las propiedades sea más asequible, en el presente y en el futuro.
Macroobjetivo 3: empleo eficiente de los recursos hídricos	Es probable que al renovar y sustituir los aparatos y equipos sanitarios e instalar nuevos elementos paisajísticos se generen oportunidades para: ✓ Introducir grifos, duchas y bañeras eficientes en el uso el agua. ✓ Introducir sistemas para ahorrar agua que aprovechen las aguas residuales domésticas y las aguas pluviales. ✓ Introducir sistemas de medición y seguimiento del consumo de agua. ✓ Diseñar nuevos sistemas de riego que consuman poca agua y seleccionar plantas resistentes a las sequías.
Macroobjetivo 4: espacios saludables y cómodos	Algunos de los principales factores que pueden afectar a la salubridad de los espacios interiores, como la ventilación, los contaminantes interiores, la luz natural y el ruido, han cobrado una nueva importancia en el mundo posterior a la COVID-19, en el que existe una mayor preocupación por la salud y la higiene. La remodelación de los espacios interiores puede contribuir a mejorar y modificar la distribución y los servicios interiores introduciendo, por ejemplo: ✓ luz natural, ✓ una ventilación cruzada natural, y ✓ nuevas fuentes de ventilación mecánica.
Macroobjetivo 5: adaptación y resiliencia al cambio climático	Aunque la resiliencia de un edificio existente a los cambios medioambientales dependerá, en parte, de las características del diseño original, también pueden existir oportunidades para mejorar: ✓ la distribución interna, ✓ las vías de ventilación, ✓ el comportamiento de la estructura del edificio, ✓ y los sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado (HVAC).

	Pueden introducirse soluciones basadas en la naturaleza (infraestructuras verdes) en un edificio y sus alrededores.
Macroobjetivo 6: optimización del coste del ciclo de vida y del valor	Fomentar el diálogo entre los equipos de diseño, los clientes y los tasadores favorece que las tasaciones de inmuebles en el mercado tengan más en cuenta el valor a largo plazo de las características de sostenibilidad. La capacidad de los edificios bien diseñados, saludables y sostenibles para generar valor y mantenerlo —ya sea minimizando los costes indirectos, creando inmuebles atractivos o reduciendo al mínimo los riesgos futuros— es un factor que cada vez diferencia más a las distintas propiedades que hay en el mercado.

4.4. Reflexión 4 sobre sostenibilidad: ¿cómo puede influir la sostenibilidad de manera positiva en el valor de mercado de una propiedad?

Level(s) intenta que la tasación económica de un edificio capture y refleje el valor de los edificios más sostenibles con el fin de garantizar que las mejoras previstas en su comportamiento a largo plazo reduzcan el coste del ciclo de vida e influyan positivamente en el valor de mercado, las condiciones de préstamo y los alquileres.

Por lo tanto, Level(s), además de proporcionar las herramientas necesarias para establecer prioridades y medir el comportamiento, anima a los profesionales de la construcción a estudiar cómo un edificio sostenible podría influir de manera positiva en las tasaciones del mercado y reducir la exposición a futuros riesgos.

Muchos profesionales de la construcción tendrán contacto con el mundo de la tasación inmobiliaria fundamentalmente a través de sus clientes, que probablemente los informarán de cuáles son los principales factores que aportan valor al proyecto. Es posible que, desde fuera, los métodos de tasación resulten ininteligibles y parezca que solo los conocen el cliente, sus asesores inmobiliarios y los tasadores profesionales.

Por consiguiente, es importante que los miembros de los equipos de diseño entiendan cómo puede tenerse en cuenta la sostenibilidad en algunas de las principales normas de tasación que se emplean en la UE. Cabe destacar que las tres principales entidades que han publicado normas de tasación —la Royal Institute of Chartered Surveyors (RICS), el European Group of Valuer's Associations (TEGoVA) y el International Valuation Standards Council (IVSC)— ya han integrado la sostenibilidad en sus normas de tasación y sus criterios de clasificación de los riesgos. Esto significa que, en principio, el proceso ya debería tener en cuenta la sostenibilidad.

En la práctica, la mayoría de los proyectos considerarán en primer lugar aquellos aspectos de la sostenibilidad relacionados con la eficiencia energética de la propiedad, debido a los requisitos reglamentarios que exigen la presentación de información mediante un certificado de eficiencia energética. El Gráfico 5 muestra cómo este puede ser el punto de partida para dialogar sobre diversas características de sostenibilidad que también pueden tener consecuencias económicas e incluso llegar a repercutir en el valor de mercado del edificio.

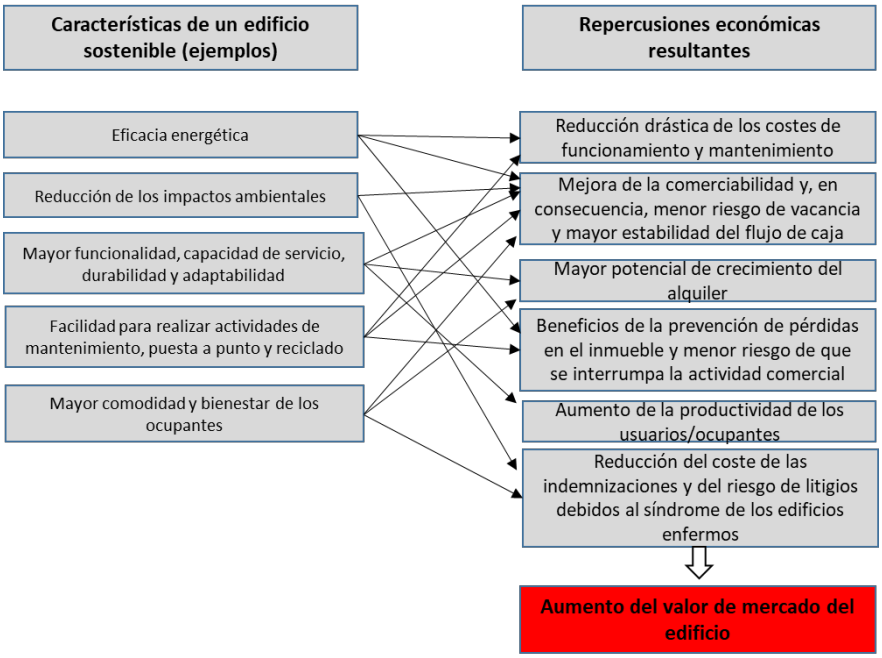


Gráfico 5. Desenmarañando los factores que se tienen en cuenta en la tasación inmobiliaria. Adaptado de Lutzkendorf y Lorenz (2005)[5]

¿Cómo puede aplicarse Level(s) a las tasaciones de inmuebles?

Las normas de tasación inmobiliaria y calificación de los riesgos tienen un enorme potencial para capturar los beneficios de que los edificios sean más sostenibles y respaldar la adopción de decisiones de inversión a largo plazo. El indicador 6.2 de Level(s) permite que los usuarios informen acerca de las posibilidades para mejorar el comportamiento en todos los aspectos del marco común que podrían tener un impacto económico en tres esferas clave:

1. la reducción de los costes indirectos al minimizar los costes operativos;
2. el aumento de los ingresos y la estabilización de las inversiones al hacer que las propiedades sean más atractivas; y
3. la reducción de los riesgos al anticipar la posible exposición en el futuro.

El Cuadro 6 muestra en cuáles de estas tres esferas podría influir la mejora del comportamiento en cada uno de los indicadores del marco común Level(s). De este modo, los usuarios de Level(s) dispondrán de más información cuando se comuniquen con tasadores profesionales y, en particular, entenderán y podrán comunicar cómo las decisiones de diseño que mejoran la sostenibilidad pueden crear valor.

Cuadro 6. Posible influencia de cada indicador de Level(s) en la tasación o la calificación de riesgo de un inmueble

Indicadores básicos de Level(s)	**Posible influencia en los futuros ingresos y la exposición al riesgo**		
	1. Aumento de los ingresos debido al conocimiento del mercado y la demanda	**2. Reducción de los costes de funcionamiento y de mantenimiento**	**3. Futura exposición al riesgo de que aumenten los costes indirectos o se produzca una pérdida de ingresos**
1.1. Consumo energético en la fase de uso	✓	✓	✓
1.2. Potencial de calentamiento global del ciclo de vida	✓		
2.1. Estado de mediciones, lista de materiales y vidas útiles		✓	✓
2.2. Residuos y materiales de construcción y demolición		✓	
2.3. Diseño con fines de adaptabilidad y reacondicionamiento	✓		✓
2.4. Diseño con fines de deconstrucción, reutilización y reciclabilidad			✓
3.1. Consumo de agua en la fase de uso		✓	✓
Análisis del ciclo de vida (ACV) de la cuna a la tumba	✓	✓	
4.1. Calidad del aire en interiores	✓		✓
4.2. Tiempo fuera del margen de bienestar térmico	✓		

[5] Lutzkendorf T., Lorenz D., 2005. «Sustainable property investment: valuing sustainable buildings through property performance assessment» [«Inversión inmobiliaria sostenible: tasar los edificios sostenibles mediante una evaluación de su comportamiento»]. *Building Research & Information*, 33(3), pp. 212 a 234.

4.3. Bienestar lumínico y visual	✓	✓	
4.4. Acústica y protección frente al ruido	✓		
5.1. Protección de la salud y el bienestar térmico de los ocupantes	✓	✓	✓
5.2. Aumento del riesgo de fenómenos meteorológicos extremos		✓	✓
5.3. Drenaje sostenible		✓	✓
6.1. Coste del ciclo de vida		✓	✓
6.2. Creación de valor y exposición al riesgo	✓		✓