

## Trabajo Fin de Máster

# **Propuesta de Modelo Simplificado para la Evaluación Cuantitativa de la Sostenibilidad Urbana**

Autor

Eva Roldán Saso

Director

Jose Antonio Turégano Romero

Escuela de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de Zaragoza (Eina)  
2013

*Agradezco a mis compañeros del Grupo de Energía y Edificación y a mi director José Antonio Turégano el apoyo recibido durante el desarrollo de mi estudio, ya que su colaboración y conocimientos han hecho posible este trabajo.*

---

## Resumen del proyecto

La tendencia que sigan las ciudades y la forma en la que se desarrollen y transformen en los próximos años va a ser determinante para hacer frente al reto de la sostenibilidad. De ahí la importancia de realizar planificaciones urbanísticas con una adecuada combinación de factores ya que esto va a influir directamente en su comportamiento posterior. En este sentido, y con el fin de facilitar la labor de realizar adecuados diseños urbanos, se está desarrollando la aplicación informática URSOS. En un inicio este programa únicamente calculaba las demandas energéticas de calefacción y refrigeración de conjuntos de edificios, pero el presente trabajo pretende ampliar sus funcionalidades para que sea capaz de analizar también otros aspectos relacionados con la sostenibilidad urbana.

En concreto, el objetivo perseguido es desarrollar un Modelo Simplificado que de una forma sencilla y relativamente rápida, permita evaluar el nivel de sostenibilidad asociado al diseño urbano adoptado a partir del cálculo de un conjunto de indicadores cuantitativos desde el punto de vista de la eficiencia energética, el cuidado ambiental y la dotación de equipamientos básicos. Incorporar este modelo de evaluación a URSOS permitirá hacer diagnósticos de las áreas urbanas identificando los aspectos a mejorar para obtener el diseño óptimo resultante de la mejor combinación de factores, dentro lógicamente de las limitaciones de cada contexto particular. Esta nueva versión de URSOS pretende ser una herramienta muy útil para la toma de decisiones durante la planificación y diseño tanto de nuevos proyectos urbanísticos, como de actividades de rehabilitación de áreas urbanas ya existentes, siendo esta última la que jugará un mayor papel en los próximos años.

El esquema de trabajo seguido para realizar este trabajo ha sido el siguiente:

- Análisis, con la consiguiente revisión bibliográfica, del concepto *desarrollo sostenible* identificando cuáles son sus bases y qué criterios deberían seguirse desde el punto de vista de la eficiencia energética, el cuidado ambiental y la mejora de la habitabilidad para alcanzar la sostenibilidad a nivel urbano.
- Revisión del estado del arte de las herramientas de evaluación urbana existentes y análisis de la metodología empleada en cada uno:
  - Sistemas de indicadores propuestos por organismos oficiales
  - Certificación LEED for Neighbourhood for Development (EEUU)
  - Certificación BREEAM Communities (Gran Bretaña)
  - Certificación CASBEE for Urban development (Japón)
- Una vez identificados los principios en los que se debe basar el urbanismo sostenible, y revisados los sistemas de evaluación existentes se ha diseñado el conjunto de indicadores que se ha considerado más adecuado, para que de forma simplificada permita estimar el nivel de sostenibilidad alcanzado en un área urbana según su diseño y planificación.
- Una vez establecido el conjunto de indicadores a emplear, se ha diseñado el modelo de evaluación que los incluya:
  - Generación de escalas de puntuación específicas para cada indicador
  - Diseño del sistema de ponderación de los puntos obtenidos en los distintos indicadores y sistema de agregación para la obtención de un valor final global del diseño urbano.
- Aplicación del modelo de evaluación propuesto a un caso real, un sector del barrio zaragozano de Valdespartera, y comparación de resultados con los obtenidos con el sistema de certificación urbana más empleado, el sistema LEED for Neighbourhood for Development (EEUU).

# Índice general

<b>1. Introducción</b>	<b>3</b>
1.1. Objetivos del trabajo y estructura del documento . . . . .	3
1.2. El desarrollo sostenible urbano en la agenda política europea . . . . .	4
1.3. La insostenibilidad en el modelo de ciudad actual . . . . .	5
<b>2. Estado del arte: Sistemas de evaluación de la sostenibilidad urbana</b>	<b>14</b>
2.1. Indicadores e índices de sostenibilidad . . . . .	14
2.2. Sistemas de Evaluación a nivel urbano existentes . . . . .	15
2.3. Análisis de las herramientas de certificación urbana existentes . . . . .	17
<b>3. URSOS: Herramienta informática de análisis y evaluación urbana</b>	<b>20</b>
3.1. Descripción y alcance de la herramienta . . . . .	20
3.2. Modelo Simplificado de Evaluación Urbana propuesto . . . . .	22
<b>4. Validación del modelo de evaluación propuesto: Resultados URSOS vs LEED-ND</b>	<b>29</b>
4.1. Resultados de la evaluación con URSOS . . . . .	30
4.2. Resultados con la evaluación LEED-ND . . . . .	33
4.3. Comparación de resultados obtenidos con ambos métodos . . . . .	34
<b>5. Conclusiones y Trabajos futuros</b>	<b>35</b>
<b>6. Anexo 1. Descripción de las herramientas existentes de evaluación urbana</b>	<b>37</b>
<b>7. Anexo 2. Fichas de indicadores del modelo de URSOS y sistema de indicadores del modelo LEED-ND</b>	<b>73</b>
<b>8. Referencias</b>	<b>124</b>
<b>9. Bibliografía consultada</b>	<b>126</b>



# Capítulo 1

## Introducción

---

### 1.1. Objetivos del trabajo y estructura del documento

Poco a poco la población mundial ha ido adoptando un patrón de asentamiento predominantemente urbano. Europa, en concreto, es uno de los continentes más urbanizados donde 3 de cada 4 habitantes vive en ciudades y donde más del 25 % del territorio corresponde a zonas urbanas (*European Commission, 2007*). Según estimaciones de la Agencia Europea de Medio Ambiente (*AEMA, 2006*), en 2020 el 80 % de los europeos viviremos en ciudades, y en algún caso la proporción superará el 90 %, por lo que el desarrollo de las ciudades en Europa supone actualmente un reto de enormes dimensiones, y la situación futura dependerá en gran medida de las mejoras que se produzcan en los actuales modelos urbanos y patrones de consumo.

Como es lógico, resulta más sencillo conseguir diseños urbanos adecuados cuando se realizan nuevos desarrollos, con mayor libertad de actuación, que con la rehabilitación de áreas ya existentes sujetas a las limitaciones del contexto. Sin embargo, teniendo en cuenta el gran impacto que las ciudades actuales generan en el entorno, no es suficiente con que los nuevos desarrollos se construyan siguiendo criterios sostenibles, sino que es crucial que las áreas ya consolidadas se vayan transformando para corregir los aspectos que las hacen insostenibles tal y como están planteadas.

En ese sentido, la existencia de herramientas que permitan evaluar la idoneidad de las actuaciones urbanas realizadas es una cuestión importante para la generalización de modelos más adecuados en las ciudades. Desgraciadamente, no abundan este tipo de herramientas a escala urbana, por lo que con el presente trabajo se persigue precisamente elaborar una herramienta informática que permita a los agentes involucrados en la planificación urbana realizar diagnósticos del nivel de sostenibilidad asociado al diseño adoptado, identificando las fortalezas y sobretodo las deficiencias que presenta para que puedan ser modificadas a tiempo y alcanzar la mejor situación posible para cada caso particular.

En cuanto a la estructura de este documento, está organizado en 5 capítulos y 2 anexos de la forma siguiente:

- **Capítulo 1:** Breve análisis del concepto “urbanismo sostenible” y de cuáles son los aspectos urbanos con mayor impacto en la sostenibilidad global desde el punto de vista energético, ambiental y de habitabilidad, estableciendo cómo deberían ser para considerarse adecuados.
- **Capítulo 2:** Presentación del estado del arte de los sistemas de evaluación urbana, en base a la revisión bibliográfica realizada sobre el tema. Además se realiza un análisis sobre cómo cada uno de estos sistemas

realiza las evaluaciones como paso previo al diseño de un modelo de evaluación propio, que sea fiable y fundamentado, objeto de este trabajo.

- **Capítulo 3:** Descripción del Modelo de Evaluación propuesto (conjunto de indicadores diseñados, sistema de asignación de puntos, ponderación de resultados y agregación para la obtención de la calificación final) y descripción del programa informático URSOS que actúa de plataforma para realizar todos los cálculos del modelo de evaluación de forma rápida y cómoda.
- **Capítulo 4:** Validación de la eficacia del Modelo de Evaluación propuesto mediante su aplicación a un caso real y comparación de resultados con los obtenidos al evaluar ese mismo área con la certificación LEED-ND, seleccionada por ser la más empleada. El caso de estudio elegido ha sido un sector de Ecociudad Valdespartera, por disponer de información sobre el proyecto urbanístico y por ser un lugar con ciertas características de urbanismo sostenible, no presentes en otras zonas.
- **Capítulo 5:** Exposición de las conclusiones y los trabajos futuros.
- **Anexo 1:** Descripción más extensa de las diferentes herramientas de evaluación urbana expuestas en el Capítulo 2. Se recoge el listado de indicadores empleados en cada uno y se realiza un análisis de los grados de importancia asignados a los distintos temas urbanos.
- **Anexo 2:** Fichas de los indicadores del modelo propuesto de evaluación (definición, forma de cálculo, escala de puntuación, etc.) y manual traducido del sistema de certificación LEED-ND empleado en el Capítulo 4.

## 1.2. El desarrollo sostenible urbano en la agenda política europea

El concepto de *desarrollo sostenible* en sí mismo no es nuevo, a lo largo de la historia los pueblos han conocido la necesidad de que exista un equilibrio entre el entorno y la sociedad. Lo que es relativamente nuevo es la incorporación de estas ideas a un contexto de sociedad global basada en el crecimiento como forma de progreso. El inicio del debate sobre este concepto podría fijarse a principios de los 70, concretamente en la discusión sobre los límites del crecimiento económico. En aquella época, una sucesión de acontecimientos como la crisis del petróleo o los problemas ambientales derivados por el crecimiento de la posguerra fomentaron la preocupación de los economistas por analizar la influencia entre crecimiento económico y deterioro ambiental (*Meadows, 1992*).

Sin embargo, a pesar de que el concepto de *desarrollo sostenible* ya empezara a ser debatido en el ámbito económico, no fue publicado en un documento oficial hasta 1987, definiéndose como “*aquel desarrollo que asegura las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para hacer frente a sus propias necesidades*” (*Informe Brundtland, 1987*).

El siguiente hito importante sobre el tema tuvo lugar en la Conferencia de las Naciones Unidas de Río en 1992, donde se estableció entre otras cosas el Programa 21<sup>1</sup> dirigido a avanzar hacia el desarrollo sostenible en todas las naciones del mundo. A partir de ese momento, la sostenibilidad<sup>2</sup> se ha convertido en una de las piezas clave dentro de la agenda política europea. Prueba de ello fue la Estrategia temática para el Medio ambiente Urbano (2006) dentro del Sexto Programa de Acción Comunitario iniciado en 2001, en la cual se definieron las prioridades y objetivos en materia de medio ambiente a seguir en los siguientes años. Esta estrategia pretendía reforzar la contribución al desarrollo sostenible en las ciudades europeas en torno a cuatro ejes: la gestión urbana, el transporte,

<sup>1</sup>El plan propuesto, conocido como Agenda 21, dictaminaba que debían ser elaborados sistemas para la vigilancia y la evaluación de los progresos hacia el desarrollo sostenible mediante la adopción de indicadores que midieran los cambios en todo el espectro económico, social y ecológico (*PNUMA, 1992*).

<sup>2</sup>La difusión del concepto, desde su definición en los 80, ha sido tan rápida y amplia que el término ha llegado a formar parte del discurso predominante actual, hasta el punto de perder el rigor que debería llevar asociado. Muchas de las actuaciones acuñadas como “sostenibles” son meras acciones de maquillaje, otras apenas implican un pequeño avance, mientras que sólo algunas suponen un impulso significativo en la dirección correcta.

la edificación y el urbanismo, para convertir las urbes en lugares más atractivos y sanos para vivir, reduciendo el impacto negativo de las aglomeraciones.

Conseguir un desarrollo sostenible en las ciudades supone gestionar de forma equilibrada todos los factores influyentes: energía, residuos, biodiversidad, calidad de vida de la población, etc. Sin embargo, transformar estructuras insostenibles consolidadas durante décadas, como son las ciudades actuales, en lugares respetuosos y saludables en pocos años supone un reto de enormes dimensiones y serán necesarios plazos mayores para conseguir cambios reales. Así pues, es clara la necesidad de cambiar el patrón de desarrollo actual y garantizar que en lo sucesivo la planificación urbana sigue la dirección adecuada. Y en este sentido, en los últimos años se han dado pasos importantes en la tarea de fijar criterios y objetivos para un urbanismo más sostenible. Sin embargo, aún hay mucho por hacer hasta la incorporación plena de los criterios de sostenibilidad en los instrumentos de planificación urbana, que no será una realidad hasta que no sean asumidos por todos los actores involucrados: administraciones, investigadores, técnicos y por supuesto los ciudadanos. (Valenzuela, 2012).

### 1.3. La insostenibilidad en el modelo de ciudad actual

En línea con la definición dada en el informe Brundtland, podría definirse al urbanismo sostenible como *“aquel que mejora la calidad de vida de la población sin aumentar el uso de recursos naturales más allá de la capacidad de la naturaleza para proporcionarlos indefinidamente y sin transferir problemas de ningún tipo a otros lugares del planeta o a las generaciones futuras”*. Obviamente esto es una utopía, ya que cualquier actuación por el hecho de producirse va a crear un efecto directo o indirecto en el entorno, por pequeño que sea. Por lo que la dirección a seguir no será tanto el alcanzar la sostenibilidad plena sino el acercarnos lo máximo posible a este ideal (Girardert, 1992).

Las ciudades europeas requieren de gran cantidad de recursos para el desarrollo de sus actividades cotidianas: movilidad, calefacción y refrigeración de edificios, iluminación y alumbrado, tratamiento y distribución de agua, gestión de residuos, etc. La clave para reorientar esta situación insostenible hacia un futuro estable está en identificar el origen de estos impactos y actuar sobre la planificación tanto en los nuevos desarrollos como en los procesos de rehabilitación de zonas consolidadas, ideando soluciones que minimicen los efectos negativos que producen.

En los siguientes apartados se pasa a describir estos aspectos con más detalle.

#### 1.3.1. Consumo energético en el sector residencial

El comportamiento energético del sector residencial es uno de los elementos clave en el consumo de energía de las ciudades, ya que de media en la Unión Europea supone el 40 % del consumo final y el 36 % de las emisiones totales generadas (Hernández, 2012). De hecho, el fomento de la eficiencia energética es una parte importante del conjunto de medidas adoptadas por Europa para alcanzar *“el objetivo 20-20-20<sup>3</sup>”* para el año 2020.

En cuanto a edificios se refiere, el Parlamento Europeo redactó la Directiva 2002/91/CE según la cual todo edificio nuevo o rehabilitado debe ir acompañado de un Certificado de Eficiencia Energética para ser entregado al propietario o inquilino. Esta directiva se traspuso en España a finales de 2006 mediante la aprobación del *Código Técnico de la Edificación (CTE)* y el *Procedimiento básico para la Certificación de Eficiencia Energética de Edificios*, marco normativo actual. La implantación de esta normativa mejora la situación, sin embargo no es suficiente para resolver el problema en su totalidad por varias razones. Por un lado, esta certificación energética no exige que se

<sup>3</sup>Consistente en el compromiso de los estados miembros en reducir un 20 % el consumo de energía primaria, reducir un 20 % las emisiones de gases de efecto invernadero y aumentar al 20 % la contribución de renovables a la producción energética.

obtengan altas eficiencias, sino que basta con cumplir los valores mínimos marcados por el CTE, no demasiado estrictos. Y por otro lado, las calificaciones son otorgadas en función de las emisiones de CO<sub>2</sub> producidas, cuando lo que se debe fomentar en primer lugar es que las construcciones tengan baja demanda de energía, independientemente de que proceda de fuentes renovables o no. En este sentido, una buena práctica sería la consolidación de la arquitectura bioclimática<sup>4</sup> como técnica constructiva habitual y no como caso excepcional.

### 1.3.2. Materiales constructivos empleados en edificios y en el viario público

Cuando se habla de eficiencia energética en los edificios se piensa únicamente en los consumos derivados de su uso una vez construidos, pero suele olvidarse la energía asociada a los procesos de extracción y fabricación de los materiales constructivos, a pesar de que como muestra la Figura 1.1, suelen suponer entre el 30-40 % del consumo total de un edificio considerando una vida útil de 50 años (Vázquez, 2001).

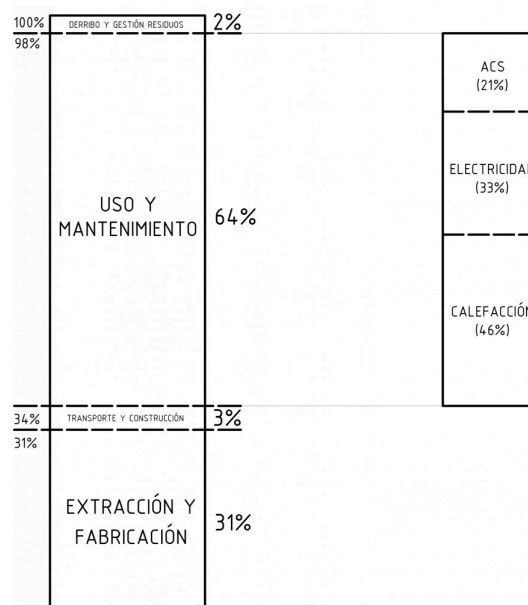


Figura 1.1: Reparto de la energía total asociada al ciclo de vida completo de un edificio. (Fuente: IDAE)

Por tanto, de cara a reducir el impacto global de los edificios, además de cuidar aspectos como el comportamiento térmico y la eficiencia de las instalaciones, es importante cuidar también el tipo de materiales constructivos que se van a emplear, puesto que la elección de un tipo u otro puede suponer ahorros energéticos considerables (Suzuki, 1995), ver Figura 1.2.

<sup>4</sup> Este tipo de arquitectura adapta su diseño al clima para sacar el máximo provecho térmico de las condiciones del entorno de forma pasiva, reduciendo así las necesidades de energía auxiliar que serán satisfechas con sistemas auxiliares eficientes y, a ser posible, basados en fuentes renovables.

Gasto energético en la fabricación	kWh/m <sup>2</sup>
<b>Revestimiento exterior (e=14 cm)</b>	
Bloque de termoarcilla	104,9
Ladrillo caravista	110,9
Ladrillo Silicocalcáreo	479,5
Panel de hormigón prefabricado	242,9
Tablero de madera contrachapado	49,0
<b>Aislamientos (e=4 cm)</b>	
Corcho aglomerado	4,8
Poliestireno expandido (EPS)	13,0
Lana de roca	35,4
Lana de vidrio	8,7
Perlita expandida	7,5
<b>Hoja interior (e=7,5cm)</b>	
Ladrillo hueco sencillo	100,7
Ladrillo hueco doble	46,8
<b>Revestimiento interior (e=1,5cm)</b>	
Azulejo cerámico	106,9
Enlucido de yeso	8,6
Placa de yeso laminado	20,1
Panel laminado de madera	78,7
Tablero contrachapado de madera	5,2
<b>Huecos</b>	
Marco de aluminio + vidrio doble 6/4/6 mm	677,8
Marco de acero+ vidrio doble 6/4/6 mm	345,6
Marco de madera + vidrio doble 6/4/6 mm	95,5
<b>Revestimiento de cubierta (e=1cm)</b>	
Tejas de pizarra	9,2
Plancha de zinc	1930,7
Teja cerámica	11,2
<b>Impermeabilizantes (e=0,2cm)</b>	
Lámina de betún	29,7
Lámina EPDM	80,6

Figura 1.2: Energía invertida en la fabricación de 1 m<sup>2</sup> de material. (Fuente: IteC)

Aunque el ratio de consumo energético asociado a los materiales constructivos de edificios tiene mayor magnitud que el de los materiales urbanos (Figura 1.3), si se tiene en cuenta que la pavimentación pública exterior puede representar entre 30-40 % del área total de una ciudad, queda patente la importancia de establecer el mismo planteamiento para los materiales del viario público y elegir las mejores opciones disponibles en cada caso (Terrén, 2000).

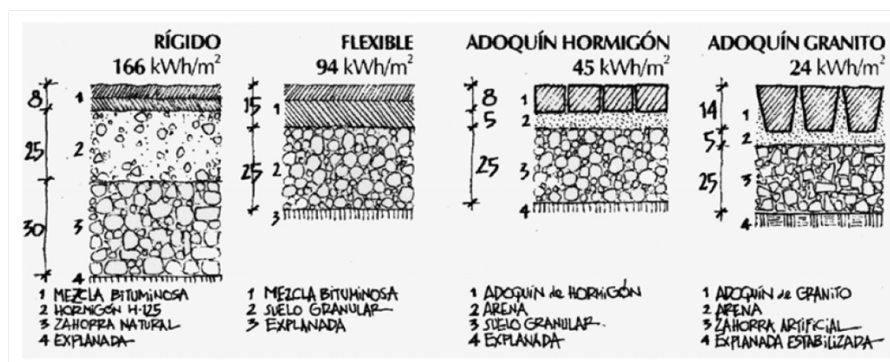


Figura 1.3: Energía incorporada en la fabricación de pavimentos urbanos por unidad de superficie (Terrén, 2000)

### 1.3.3. Planificación de la movilidad

Las ciudades actuales están pensadas para el automóvil, prueba de ello es que entre el 30 y 40 % del espacio viario se haya destinado a calzadas y aparcamientos, y en urbanizaciones de nueva construcción este porcentaje puede

ser incluso mayor. Además, el modelo urbanístico de las últimas décadas ha destinado el centro a comercios y oficinas, dejando las funciones residenciales para el extrarradio, algo que también ha sido posible gracias al fomento del automóvil. Éste modelo de ciudad dispersa y con separación de usos ha generado un aumento del número de desplazamientos diarios y distancia de los mismos.

Además, la congestión del tráfico por el exceso de coches en las calzadas ha hecho que los desplazamientos en autobús pierdan fluidez y por tanto número de usuarios. Sin embargo, se ha comprobado que un aumento de la superficie destinada a calzadas no evita la formación de atascos, sino que fomenta el uso del coche y por tanto que sigan formándose atascos. Como consecuencia, para distancias inferiores a 2 km es más rápido ir a pie que en autobús, y distancias inferiores a 5 km se cubren antes en bicicleta que en coche, como se puede ver en la Figura 1.4.

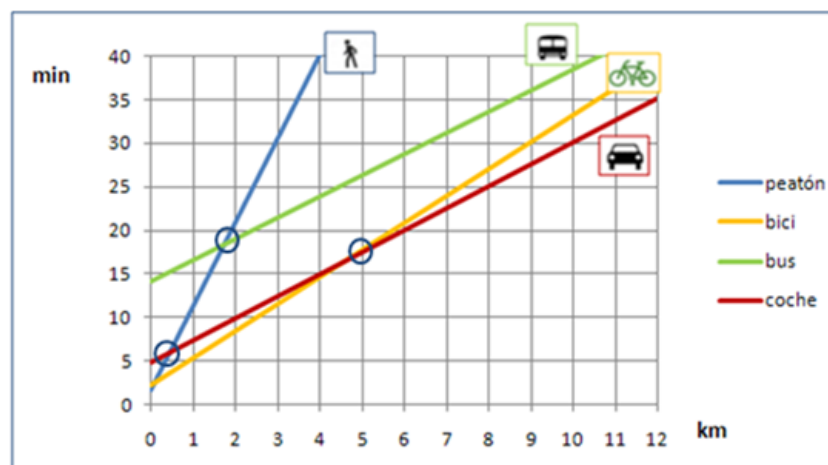


Figura 1.4: Tiempos medios empleados en los desplazamientos urbanos según la distancia y modo de transporte empleado (Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Sanz et al., 1980)

A pesar de esto, en los desplazamientos al trabajo o para distancias superiores a 1 km, el uso de modos motorizados se convierte en abrumadoramente mayoritario siendo que el desplazamiento a pie o en bici pueden ser competitivos tanto en duración como en confort y desde luego en costo ambiental.

Una forma de promover un uso más racional del vehículo privado en las ciudades puede ser la disminución de la superficie de calzada destinada a este fin, recuperando parte del espacio viario para otros modos de transporte más sostenible. Además, se debería reducir el espacio facilitado para aparcamientos en la vía pública y promover la creación de aparcamientos disuasorios a las afueras, desde donde coger el transporte público para los desplazamientos por la ciudad (Ver Figura 1.5). En cuanto a éste último, es importante destinar parte de la calzada para su uso exclusivo donde tenga prioridad, lo cual aumenta la fluidez de los desplazamientos y le haría ser un fuerte competidor frente al vehículo privado promoviendo cierto cambio modal hacia éste como han reflejado diferentes estudios (ver Figura 1.6).

Ciudad	Automóvil	Transporte Público	Otros modos
<b>Besançon</b>			
Estacionamiento garantizado	90%	6%	4%
Sin estacionamiento garantizado	46%	29%	25%
<b>Grenoble</b>			
Estacionamiento garantizado	94%	3%	3%
Sin estacionamiento garantizado	53%	29%	18%
<b>Toulouse</b>			
Estacionamiento garantizado	99%	1%	0%
Sin estacionamiento garantizado	41%	24%	35%
<b>Berna</b>			
Estacionamiento garantizado	95%	3%	2%
Sin estacionamiento garantizado	13%	55%	32%
<b>Ginebra</b>			
Estacionamiento garantizado	93%	3%	4%
Sin estacionamiento garantizado	36%	25%	39%

Figura 1.5: Cambio modal desde el automóvil hacia a otros modos de transporte producido por la reducción de la facilidad de aparcamiento (Schettino, 2011)

	Año	Londres	Madrid	Viena	Singapur	Hong Kong	Paris
Longitud de carriles de uso exclusivo (km/millón de hab.)	1995	172	84.5	174	22.5	17.5	149.5
	2001	176	92.5	185	29.5	22.5	151.5
Velocidad (km/hora)	1995	31.3	28.5	24.9	27.0	26.4	31.6
	2001	34.6	30.7	27.0	28.6	26.0	30.9
Porcentaje de viajes en trans. Público respecto total mecanizados (%)	1995	23.9	27.2	43.2	44.2	71.8	27.1
	2001	26.8	30.2	46.6	45.7	73.9	27.5

Figura 1.6: Aumento de viajes en transporte público producido por el aumento de los carriles bus específicos que le dan rapidez de desplazamiento (Schettino, 2011)

En cuanto a la bicicleta, el obstáculo a su difusión como medio de desplazamiento urbano alternativo es la inseguridad física de compartir el viario con vehículos motorizados, por tanto es fundamental establecer redes específicas para bicicleta interconectadas por toda la estructura urbana. Respecto al peatón, el confort y la calidad del espacio viario está muy relacionado con las distancias que está dispuesto a recorrer en sus desplazamientos cotidianos, de ahí la importancia planificar las ciudades con amplias aceras y espacios públicos agradables (parques, plazas, zonas verdes y arbolado). Esta relación entre configuración del viario público y las tendencias en la movilidad es lo que confiere al planeamiento urbanístico una gran importancia en el desarrollo de nuevas áreas. Así pues, la racionalidad y la ecoeficiencia no se encuentran sólo en las edificaciones, si no en el urbanismo en su conjunto. España cuenta con un Código Técnico de Edificación, pero no se ha incorporado igual el concepto de eficiencia energética a las leyes urbanísticas o de ordenación del territorio.

#### 1.3.4. Sistemas de alumbrado público

El alumbrado público es la instalación con mayor incidencia en el consumo energético municipal. El alumbrado español está a la cola del europeo en lo referente a eficiencia energética, de los más de 4 millones de puntos de luz existentes a nivel nacional, más del 30 % se basan en tecnologías ineficientes y obsoletas. Mientras que en países como Francia y Alemania se consume 91 y 48 kWh/habitante-año respectivamente, en nuestro país la media está en 116 kWh/habitante-año, lo cual supone el 10 % de la energía total consumida en iluminación y el 70 % de la energía consumida por los ayuntamientos (Rodríguez, 2010).

El Plan de Acción 2008-2012 planteado por el Ministerio de Industria a través del IDAE, “Mejora de la Eficiencia Energética de las Instalaciones Actuales del Alumbrado Público Exterior”, estableció el objetivo de que dicho consumo se redujera a 75 kWh/habitante-año para el 2012. Sin embargo, actualmente ninguna comunidad autónoma cumple este valor marcado, aunque sí alguna ciudad como es el caso de Zaragoza, que presenta un valor medio de 63,7 kWh/habitante-año, 15 % inferior al valor objetivo del Plan Nacional.

Por tanto, es importante mejorar los sistemas de alumbrado público remplazándolo por tecnologías más eficientes que permitan reducir el consumo eléctrico actual. Se estima que pueden lograrse reducciones de entre el 20 % y el 80 % de este consumo con mejoras como:

- **Sustitución del tipo de luminaria:** La sustitución de las viejas lámparas de vapor de mercurio por lámparas de vapor de sodio de alta presión supondría un ahorro del 40 %, y si se sustituyen por luminarias tipo LED el ahorro en electricidad sería del 70 % ofreciendo la misma intensidad luminosa (Figura 1.7).
- **Incorporación de sistemas de control:** éstos permiten ajustar los horarios de encendido y apagado con el anochecer y amanecer respectivamente, reduciendo el consumo hasta en un 45 % usando equipos de control como interruptores crepusculares y relojes astronómicos. Igualmente se puede actuar sobre la intensidad luminosa para conseguir un alumbrado óptimo, en función de las condiciones meteorológicas y la densidad de tráfico o de personas que circulan por la vía.

Potencia (W)		Potencia (W)	
		Incandescente	LED
Vapor de Mercurio	Vapor de Sodio Alta Presión	40	9
80	50	60	11
125	70	75	15
250	150	100	20
400	250	150	32

Figura 1.7: Equivalencia de potencias eléctrica para flujos luminosos similares. (Fuente: IDAE)

### 1.3.5. Dotación de zonas verdes y arbolado

La cobertura de zonas verdes y arbolado en el entorno urbano cumple un papel fundamental en la calidad de vida de los ciudadanos y del medio ambiente. Desde el punto de vista ambiental, la vegetación aporta continuidad del medio natural frente a las superficies urbanas artificiales, favoreciendo la biodiversidad y sirviendo de suelo permeable para la recarga de acuíferos. La vegetación purifica el aire al generar oxígeno y fija CO<sub>2</sub> y contaminantes producidos por el tráfico y la industria. Además contribuye a suavizar el clima local, equilibrando las temperaturas gracias a su aporte de humedad y sombra, mejorando el confort térmico a nivel de calle y contribuyendo a reducir el efecto de isla de calor en las ciudades (Brown et al., 1995; Svensson et al., 2002).

En cuanto a la calidad de vida de los residentes, los espacios naturales son considerados por la Organización Mundial de la Salud (OMS) como imprescindibles por los beneficios que reportan en el bienestar físico y emocional de las personas, haciendo las ciudades más habitables y saludables. La OMS recomienda que las ciudades dispongan como mínimo, entre 10 y 15 m<sup>2</sup> de áreas verdes por habitante, distribuidos equitativamente en relación a la densidad de población. Sin embargo, el ratio medio de zonas verdes en las principales ciudades españolas está en 6,2 m<sup>2</sup>/habitante (INE, 2009).



### 1.3.6. Gestión del agua a nivel residencial y en los usos urbanos

A nivel residencial, el consumo medio de agua en España está en 144 litros/habitante-día (INE,2009), del cual más de la mitad podría proceder de agua reutilizada no potable. Evidentemente, el agua reutilizada necesita una cierta depuración para extraer las grasas o partículas que pueda tener del uso anterior, pero no es necesario que esté en el mismo estado de desinfección que el agua de boca y por tanto el consumo energético del tratamiento es menor. Como se puede ver en la Figura 1.8, cerca del 60 % del agua empleada en el hogar no es necesario que sea potable, por lo que la reutilización podría jugar un papel importante en el ahorro energético asociado a su ciclo urbano. Sin embargo, la normativa actual no la contempla, así que a no ser que se tomen medidas voluntarias en el diseño y construcción de edificios, si únicamente se cumple la normativa no se conseguirán una gestión eficiente del agua en el sector residencial.

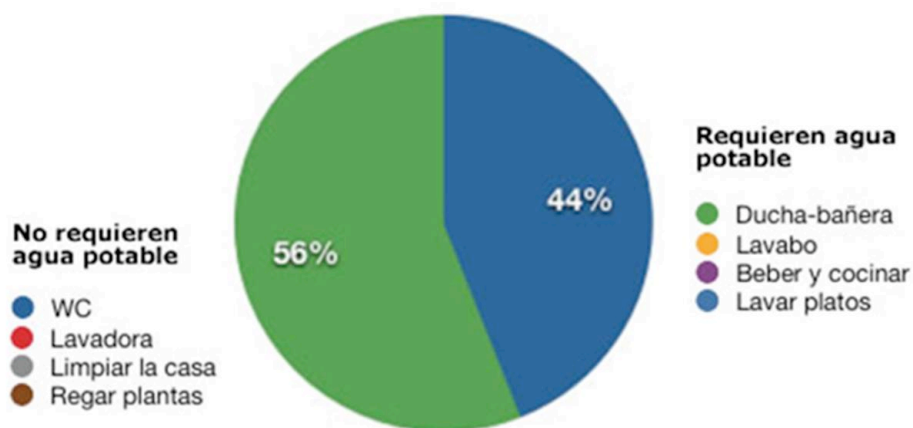


Figura 1.8: Reparto del agua residencial en usos que requieren de agua potable y los que no. (Fuente: iAgua)

A nivel urbano, en España, la demanda de agua potable para usos públicos (riego de parques y jardines, limpieza viaria, fuentes ornamentales, etc.) supone el 14 % de la demanda total de las ciudades, siendo que la mayoría de este consumo podría eliminarse usando el agua de manera diferenciada según las calidades requeridas en cada caso con las siguientes medidas:

- Recogida de aguas pluviales y reutilización de aguas grises:** La recogida de pluviales a nivel urbano y residencial, junto con la reutilización de aguas grises (Figura 1.9) permiten aprovechar estas aguas para usos que no requieren de altas calidades como limpieza viaria, riego o WCs. Esta medida, a la vez que evita el uso innecesario de agua potable, reduce el consumo energético asociado al ciclo urbano completo que cuenta con unos ratios medios de consumo unitario del orden de 3 kWh/m<sup>3</sup> (Cobacho et al., 2008), al disminuir el volumen total de tratamiento y distribución. El potencial de ahorro conseguido de esta forma no es nada despreciable teniendo en cuenta que una ciudad como Zaragoza gestiona volúmenes diarios del orden de 187.000 m<sup>3</sup>/día (OSE, 2009).

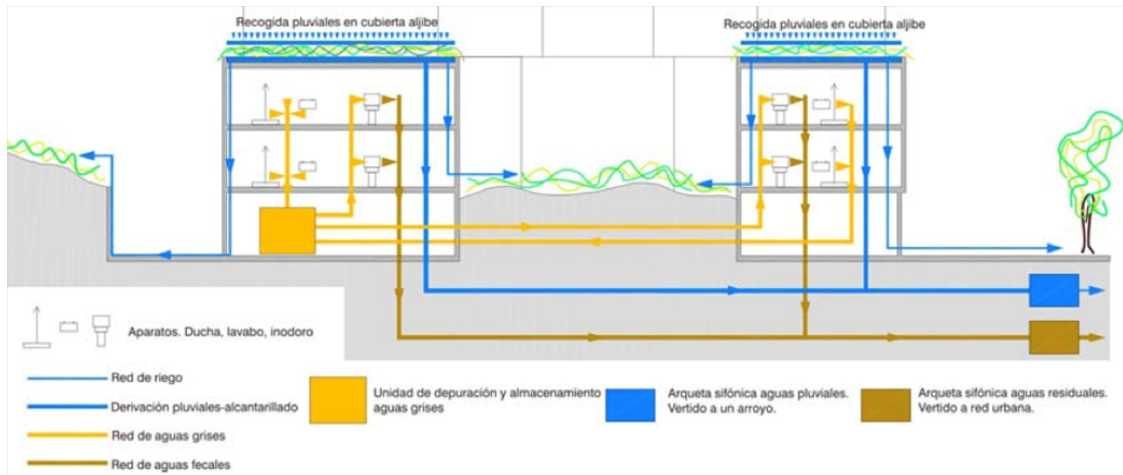


Figura 1.9: Ejemplo de reutilización de aguas grises y recogida de pluviales a nivel residencial. (Fuente: Eddea Arquitectura y Urbanismo S.L., Sevilla)

- **Incorporar redes separativas según usos y calidades:** Consiste en la instalación de redes dobles totalmente independientes tanto en la red de distribución como en la red alcantarillado:
  - **Doble red de distribución:** una red para la distribución del agua potable procedente de la planta potabilizadora hasta las viviendas para el uso de boca, y otra red para la conducción de las aguas pluviales recogidas hasta el lugar donde son almacenadas para usos públicos no potables.
  - **Doble red de alcantarillado:** una red de alcantarillado para conducir las aguas negras procedente de sector residencial y terciario hasta la estación depuradora donde será tratada antes de su vertido, y otra red para la conducción de las aguas pluviales almacenadas hasta su uso en riego, limpieza, bocas de incendios, etc.

### 1.3.7. Gestión de los residuos sólidos urbanos (RSU)

La actividad del sector residencial y comercial de las ciudades ha generado un crecimiento constante de la cantidad de residuos generados, hasta alcanzar cifras que sobrepasan la capacidad de asimilación del territorio.

En España, sólo en las 50 capitales de provincia se genera cerca del 30 % de los residuos totales nacionales, con un valor medio de 1,4 kg/habitante-día (INE, 2009), lo que hace patente la presión que el desarrollo y metabolismo de las ciudades ejerce sobre el total del territorio. La forma de reducir el problema de los residuos es fomentar la recogida selectiva para reciclaje y uso posterior como materia prima de nuevos productos. En la Figura 1.10 se comparan los consumos energéticos entre fabricar 1 kg de material nuevo y 1 kg de material reciclado, para las distintas fracciones.

	kWh/kg de material	
	Nuevo	Reciclado
PAPEL	4,7	2,7
PLÁSTICO	12	2
VIDRIO	34	18
ALUMINIO	16,5	0,8

Figura 1.10: Comparativa de consumos energéticos asociados a la producción de 1 kg de material nuevo frente a reciclado. (Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Ecoembes y Ecovidrio)

Es imprescindible planificar de forma adecuada los puntos de recogida dentro de la estructura urbana para hacerlos cercanos y accesibles a la población, ya que la distancia entre las viviendas y los puntos de recogida selectiva es la variable determinante para obtener buenos resultados en la separación selectiva de residuos como han demostrado algunos estudios (Gallardo *et al.*, 2009) (Figura 1.11). Además es también importante el tipo de sistema de recogida desde el punto de vista del consumo energético, optimizando frecuencias, tipo y capacidad de carga de los vehículos, rutas más cortas, etc.

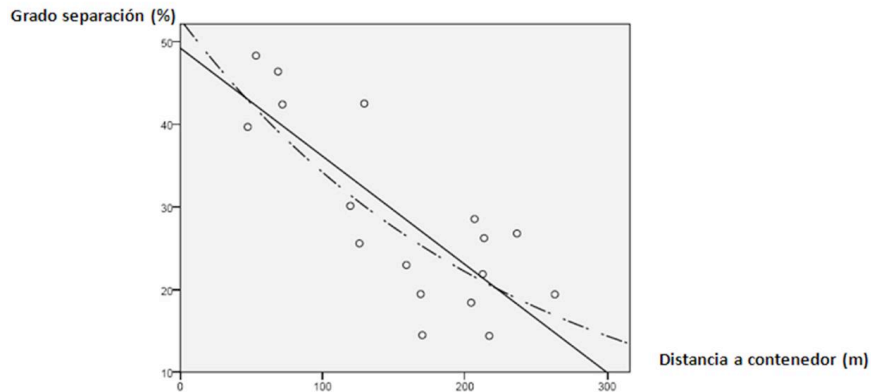


Figura 1.11: Grado de separación selectiva de residuos en función de la distancia de los usuarios hasta el punto de recogida. (Gallardo *et al.*, 2009)

### 1.3.8. Habitabilidad urbana: mezcla de usos y dotación de equipamientos básicos

La habitabilidad del espacio urbano o calidad de vida de los residentes se asocia a la dotación de equipamientos básicos y la calidad del entorno que es percibida por la población. Se deben garantizar ambientes agradables, con espacios para disfrutar de un entorno atractivo, tranquilo y saludable, con zonas peatonales, plazas y parques, variedad de zonas verdes y entorno natural. Un área urbana con amplia mezcla de actividades y servicios básicos en un radio de proximidad razonable (educación, salud, comercios, ocio, deporte, etc.) (Figura 1.12) se traduce en una disminución de las distancias de los desplazamientos cotidianos y por tanto condiciona el tipo de transporte empleado para ello. Luego la buena planificación de las actividades y usos del espacio urbano, además de jugar un papel fundamental en la mejora de la calidad de vida de los residentes, es importante también en el aspecto energético y ambiental.

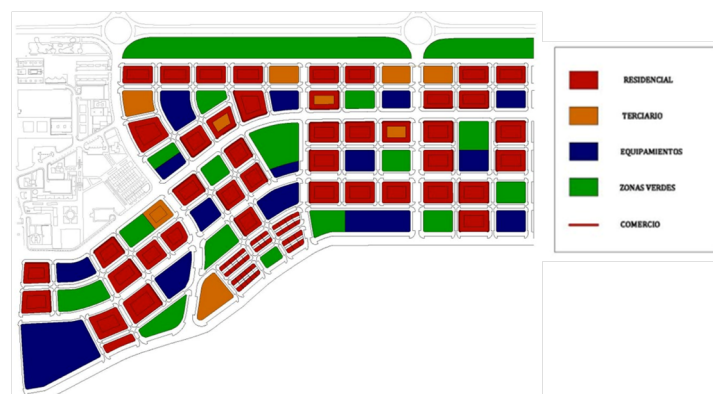


Figura 1.12: Ejemplo de buena distribución de usos y equipamientos básicos en un área residencial

## Capítulo 2

# Estado del arte: Sistemas de evaluación de la sostenibilidad urbana

---

### 2.1. Indicadores e índices de sostenibilidad

A la hora de determinar el grado de ajuste de un determinado diseño urbano con las pautas sostenibles, el uso de indicadores se convierte en un modo de evaluación de gran utilidad. Los indicadores podrían definirse con instrumentos que permiten simplificar la realidad compleja en sus aspectos más relevantes, de manera que queda reducida a un número manejable de parámetros medibles que proporcionan información sobre la situación y el grado de desviación respecto al valor objetivo. Sin embargo, se encuentran dificultades a la hora de establecer los valores objetivo adecuados, ya que hasta ahora, las iniciativas urbanas en materia de indicadores de sostenibilidad urbana han estado orientadas a medir la tendencia y las pautas de comportamiento respecto a años anteriores más que a establecer los valores máximos o mínimos que no se deberían sobrepasar.

Desde que en la Cumbre de Río del 92 se marcara como básica la creación de Agendas 21 a nivel local, se han ido creando sistemas de indicadores de sostenibilidad para el diseño y gestión de los desarrollos urbanos, y para el control y seguimiento del progreso de las acciones a largo plazo. Cada institución municipal, regional, nacional e internacional ha ido adoptando sus propios sistemas de indicadores dando como resultado una gran disparidad sin un consenso global para su selección y enormes diferencias en el número total de ellos (*Wilson et al., 2007*). Así, la integración entre los distintos sistemas de indicadores creados es mínima a pesar por los esfuerzos de la Comisión Europea para establecer modelos generales (*Ludlow et al., 2003*), lo cual hace que resulte realmente difícil comparar indicadores entre ciudades, dada la gran heterogeneidad incluso en aquellas situadas dentro de una misma región o nación. Algunos ejemplos de listas de indicadores empleados por diferentes organismos nacionales e internacionales se pueden ver en el Anexo 1.

Por esto, el análisis de la sostenibilidad urbana a través de indicadores plantea actualmente ciertos problemas como la falta de consenso y la subjetividad presente a la hora de seleccionar los criterios, el número total de indicadores o dimensiones de estudio (*Huetting et al., 2004*). Además, está la dificultad de interpretar conjuntamente los múltiples indicadores de este tipo de análisis. Esto se ha intentado resolver con métodos de agregación a índices, sin embargo éstos son también criticados por el subjetivismo a la hora de asignar los pesos relativos a los indicadores, necesarios para realizar la ponderación (*Celemín, 2010*).

De forma resumida, las principales dificultades o inconvenientes encontrados en el análisis urbano mediante indicadores serían los siguientes (*Castro, 2000*):

- **Área de análisis no definida:** La elección de los límites físicos de la ciudad para el análisis con indicadores puede introducir un importante sesgo en los resultados finales, aunque normalmente se trabaja con la división municipal, que sirve de punto de partida homogéneo.
- **Falta de datos comparables:** La escasa disponibilidad de información estadística homogénea de los distintos asentamientos urbanos hace que resulte difícil hacer una comparación entre ellos.
- **Métodos de ponderación:** Para la agregación de los distintos indicadores a un único valor o índice, resulta clave la definición de un sistema de ponderaciones correcto que realice una asignación de pesos relativos lo más objetiva posible, lo cual resulta ciertamente difícil.
- **Comparación geográfica:** El distinto contexto local de las ciudades acentúa el problema de la inexistencia de una metodología común de comparación.

Además de esto, hay que tener en cuenta el modelo urbano al que está orientada la propuesta de indicadores establecida. En líneas generales, se podría hablar de dos grandes grupos con problemáticas muy distintas: ciudades de países desarrollados y ciudades de países en vías de desarrollo. Este hecho se constata al comparar por ejemplo el conjunto de indicadores de las Naciones Unidas (*Isaza, 2006*) con los del Eurostat (*Lammers, 1999*). En las ciudades en vías de desarrollo, los indicadores propuestos se centran en los estándares mínimos de calidad de vida y desarrollo, tales como: el número de viviendas conectadas a redes de suministro y saneamiento, la esperanza de vida al nacer o los hogares por debajo del umbral de pobreza. Sin embargo, en las ciudades situadas en países desarrollados, donde se han alcanzado elevados estándares de vida, las indicadores de sostenibilidad se centran en aspectos como: la calidad del medio ambiente urbano, la eficiencia energética, la elevada concentración de población o la movilidad interna.

En este sentido, el Modelo de Evaluación de la Sostenibilidad urbana propuesto en este trabajo se ha orientado a su aplicación en ciudades de países desarrollados, en concreto a las ciudades europeas.

## 2.2. Sistemas de Evaluación a nivel urbano existentes

El sector de la edificación cuenta con gran variedad de sistemas de certificación para la evaluación a nivel de edificio. Estos sistemas se dividen en sistemas de certificación energética (Figuras 2.1) y sistemas de certificación ambiental los cuáles además de los aspectos energéticos, analizan también otros como consumo de agua, materiales constructivos, residuos, etc. (Figuras 2.2)



Figura 2.1: Programas de evaluación de eficiencia energética de edificios



Figura 2.2: Programas de evaluación de sostenibilidad de edificios

En la mayoría de países la certificación energética de edificios es de obligado cumplimiento, y en algunos casos también la certificación ambiental. Sin embargo no ocurre lo mismo para el caso urbano, que de momento el modo de evaluación se limita a documentos o guías de buenas prácticas y unas pocas certificaciones de carácter voluntario. Esto es debido a que para el análisis de edificios las variables de estudio se encuentran bien acotadas y es relativamente sencillo llegar a un consenso en la metodología de evaluación a seguir. Sin embargo, en el análisis urbano la escala de acción se amplía, y es difícil establecer una metodología genérica para cualquier ciudad.

Sin embargo, cada vez son más las organizaciones internacionales en materia de certificación de edificios que han anunciado su intención de extender la aplicación de sus sistemas al ámbito urbano, reconociendo la necesidad de establecer criterios de sostenibilidad para orientar la práctica urbanística. La certificación americana LEED for Neighborhood Development, la certificación británica BREEAM Communities o la certificación japonesa CASBEE for Urban Development, son tres certificaciones a nivel urbano con carácter voluntario establecidas muy recientemente y que serán analizadas en este trabajo como punto de partida para el desarrollo de un sistema de evaluación propio, adaptado al contexto español o ciudad mediterránea, y que suponga determinadas ventajas sobre las certificaciones mencionadas.

En España todavía no existen sistemas de certificación para urbanismo, de momento sólo se han generado guías y manuales a nivel regional y estatal para la aplicación de criterios de sostenibilidad en el planeamiento urbanístico, pero no dejan de ser meras recomendaciones de carácter voluntario. Algunos ejemplos de estos documentos son:

- Criterios de Sostenibilidad aplicables al planeamiento urbano (*Gobierno Vasco, 2003*)
- Guía de buenas prácticas de planeamiento urbanístico sostenible (*Castilla La Mancha, 2004*)
- Guía del planeamiento urbanístico energéticamente eficiente (*IDAE, 2007*)
- Libro blanco de la sostenibilidad en el planeamiento urbanístico español (*Ministerio de Vivienda, 2010*)
- Sistemas de indicadores y condicionantes para ciudades grandes y medianas, promovido por el Ministerio de Medioambiente (*Red de Redes de Desarrollo Local Sostenible, 2010*)

### 2.3. Análisis de las herramientas de certificación urbana existentes

Como paso previo al desarrollo de un Modelo Simplificado de Evaluación Urbana, objeto de este proyecto, se ha realizado un análisis comparativo de las 3 herramientas de certificación urbana disponibles actualmente antes comentadas (LEED-ND, BREEAM y CASBEE) como forma de conocer el modo en la que éstas evalúan los diferentes temas urbanos y saber el tipo de urbanismo que proponen.

En la Figura 2.4 se muestra una tabla resumen de las características de cada metodología de certificación (para más detallado ver Anexo 1). En esta tabla puede verse la gran disparidad entre los 3 sistemas en cuanto a temas de evaluación, número de indicadores totales, puntuaciones asignadas, sistemas de ponderación y sistemas de calificación final. Practicamente no tienen rasgos comunes, exceptuando que los 3 emplean gran cantidad de indicadores cualitativos (no medibles de forma objetiva) y que los 3 tienen un tipo de metodología basada en "Checklist" o Listas de verificación. Esta metodología consiste en que el evaluador vaya rellenando las casillas eligiendo entre opciones dadas para cada indicador y en base a esto se asignan las puntuaciones. De cara a este trabajo, se considera que esta forma de evaluar es mejorable debido a su marcado carácter cualitativo, y por eso se pretende que el Modelo propio se base en valores numéricos cuantificables en la medida de lo posible, en lugar de en valoraciones subjetivas.

En cuanto al análisis comparativo de los 3 sistemas de certificación para ver cómo evalúan cada una los diferentes aspectos urbanos, la gran heterogeneidad entre indicadores y ámbitos ha impedido hacer la comparativa de forma directa, sino que se han tenido que definir unas temáticas para agrupar los indicadores de cada sistema en categorías comunes para los 3. Estas categorías de agrupación se han elegido en base a los ámbitos que se pretende analizar con el Modelo de Evaluación generado en este proyecto, que como se ha comentado en apartados anteriores son: Eficiencia energética, Cuidado ambiental y Habitabilidad. En la Figura 2.3 se presenta el resumen de los resultados obtenidos del análisis (más detalle en el Anexo 1).

Categorías	LEED	BREEAM	CASBEE
<b>Eficiencia energética</b>	<b>35,3%</b>	<b>27,4%</b>	<b>31,3%</b>
<b>Cuidado ambiental</b>	<b>29,1%</b>	<b>45,4%</b>	<b>48,7%</b>
<b>Habitabilidad</b>	<b>35,6%</b>	<b>27,2%</b>	<b>20,1%</b>
<b>Total</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

Figura 2.3: Resumen de pesos relativos por ámbitos para las distintas certificaciones de sostenibilidad urbana

Como muestran estos datos, el sistema LEED es el que tiene un reparto más equilibrado entre las 3 categorías, mientras que el sistema BREEAM y el CASBEE conceden mayor importancia al cuidado ambiental que a la eficiencia energética o habitabilidad. Para el caso concreto del Modelo de Evaluación propio se ha decidido conceder exactamente el mismo peso (33,3 %) a los 3 ámbitos, al considerarlos de similar importancia para alcanzar un equilibrio global.

Esto mismo se ha hecho también dentro de cada categoría creando temáticas en las que agrupar indicadores, obteniéndose los resultados mostrados en las Figura 2.5 y 2.6. Los valores mostrados en estos gráficos reflejan que tampoco hay consenso respecto a la importancia que los 3 sistemas conceden a cada temática, así que para establecer qué pesos relativos asignar a los indicadores en el Modelo de evaluación propio se ha optado por emplear los valores resultantes de promediar los pesos de los 3 sistemas de certificación, correspondientes a la columna "MEDIA" de la Figura 2.5.



	LEED	BREEAM	CASBEE
<b>País de origen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• EEUU</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gran Bretaña</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Japón</li> </ul>
<b>Metodología</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lista de verificación (checklist)</li> <li>• Tabla Excel para evaluación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lista de verificación (checklist)</li> <li>• Documento compuesto por fichas de indicadores a completar por el evaluador</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lista de verificación (checklist)</li> <li>• Tabla Excel para evaluación</li> </ul>
<b>Herramienta de evaluación</b>	<p>4 temas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Localización y conectividad</li> <li>• Diseño de la urbanización</li> <li>• Infraestructura y edificación verde</li> <li>• Innovación y prioridad regional</li> </ul>	<p>8 temas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Clima y energía</li> <li>• Recursos</li> <li>• Transporte</li> <li>• Ecología</li> <li>• Negocios</li> <li>• Comunidad</li> <li>• Diseño urbano</li> <li>• Edificación</li> </ul>	<p>6 temas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Medio natural</li> <li>• Servicios</li> <li>• Contribución a la comunidad</li> <li>• Impacto ambiental</li> <li>• Infraestructura social</li> <li>• Gestión del medio ambiente</li> </ul>
<b>Categorías</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 56, de los cuales 25 son cuantitativos con valores de referencia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 51, de los cuales 20 son cuantitativos con valores de referencia y el resto cualitativos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 83, de los cuales 22 son cuantitativos con valores de referencia y el resto cualitativos</li> </ul>
<b>Indicadores</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Puntos variables del 0-12 para los indicadores voluntarios, los obligatorios no puntúan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Puntos del 0-3 para los indicadores tanto obligatorios como voluntarios</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Puntos del 1-5 para los indicadores obligatorios y voluntarios</li> </ul>
<b>Sistema de puntuación</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No hay pesos, las diferencias de importancia entre indicadores se establecen en base a los puntos máximos que se pueden obtener en cada uno</li> <li>• El sumatorio de puntos dará la calificación final</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Todos los indicadores optan a 3 puntos como máximo y la diferencia de importancia se establece con pesos definidos por un asesor BREEAM según el caso.</li> <li>• El sumatorio de puntos ponderado dará la calificación final</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Todos los indicadores optan a 5 puntos como máximo y tienen 1 punto como mínimo, la diferencia de importancia se establece con pesos fijados por el personal CASBEE</li> <li>• El sumatorio de puntos ponderado dará la calificación final</li> </ul>
<b>Sistema de ponderación</b>	<p>4 niveles:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>LEED certificate (40-49 puntos)</li> <li>LEED silver (50-59 puntos)</li> <li>LEED gold (60-79 puntos)</li> <li>LEED platinum (&gt;80 puntos)</li> </ul>	<p>5 niveles:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Pass (25-35%)</li> <li>Good (40-54%)</li> <li>Very Good (55-69%)</li> <li>Excellent (70-84%)</li> <li>Outstanding (&gt;85%)</li> </ul>	<p>5 niveles:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Excellent (BEE ≥3)</li> <li>Very Good (1,5≤BEE&lt;3)</li> <li>Good (1≤BEE&lt;1,5)</li> <li>Fairly poor (0,5≤BEE&lt;1)</li> <li>Poor (BEE&lt;0,5)</li> </ul>
<b>Sistema de calificación</b>			

Figura 2.4: Resumen comparativo de los 3 sistemas de certificación urbana analizadas



Categorías	LEED	BREEAM	CASBEE	MEDIA
<b>Eficiencia energética:</b>				
Edificios	32,1%	31,6%	34,8%	32,8%
Materiales constructivos	20,5%	9,2%	7,1%	12,2%
Alumbrado público	2,9%	0,0%	8,5%	3,8%
Recogida de residuos	5,8%	10,1%	13,1%	9,7%
Transporte motorizado	38,6%	49,2%	36,5%	41,5%
<b>total</b>	<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>
<b>Cuidado ambiental:</b>				
Impacto y uso de suelo	35,4%	21,3%	13,2%	23,3%
Emissiones CO <sub>2</sub>	11,4%	7,0%	15,9%	11,4%
Vegetación urbana	11,4%	21,4%	42,7%	25,2%
Materiales ecológicos	11,4%	22,0%	15,1%	16,2%
Ahorro de agua	30,4%	28,3%	13,0%	23,9%
<b>total</b>	<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>
<b>Equipamientos básicos y servicios:</b>				
Movilidad peatonal	36,2%	22,0%	16,5%	24,9%
Movilidad bicicleta	6,3%	11,0%	6,1%	7,8%
Servicios básicos	42,5%	22,0%	43,9%	36,2%
Espacios de relación	9,0%	11,0%	9,1%	9,7%
Espacios naturales	6,0%	33,9%	24,4%	21,4%
<b>total</b>	<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>

Figura 2.5: Pesos relativos agrupados por temáticas en los distintos sistemas de certificación y el valor promedio obtenido.

## Capítulo 3

# URSOS: Herramienta informática de análisis y evaluación urbana

---

### 3.1. Descripción y alcance de la herramienta

URSOS es un programa informático de análisis urbano creado en el año 2000 dentro del Grupo de Energía y Edificación de la Universidad de Zaragoza, a petición del IDAE<sup>1</sup>, como respuesta a la necesidad de tener herramientas que no se limitaran exclusivamente al análisis individual de edificios sino que permitieran analizar grupos edificatorios simultáneamente y de una forma rápida y sencilla. Hasta ahora el programa estaba enfocado únicamente al cálculo de las demandas de calefacción y refrigeración de un conjunto de edificios en función de su diseño (forma, orientación, nivel de aislamiento térmico, elementos sombreantes, etc.) En las Figuras 3.1, 3.2 y 3.3 se muestran algunas imágenes del entorno de programación. Sin embargo, gracias al modelo de evaluación mediante indicadores desarrollado dentro del proyecto Renaissance<sup>2</sup>, y objeto de este trabajo, ha sido posible ampliar las funcionalidades de URSOS para que no sólo calcule demandas energéticas de climatización, sino que se analicen otros aspectos también importantes en lo que a sostenibilidad urbana se refiere.

---

<sup>1</sup>La siguiente dirección web recoge la descripción de la herramienta junto con distintas versiones de libre descarga: <http://ursos.unizar.es/>

<sup>2</sup>Proyecto de investigación y demostración dentro de la iniciativa CONCERTO cofinanzada por la Comisión Europea, a través del 6º Programa Marco. Más información en la siguiente dirección web: <http://renaissance.unizar.es/index.php/sobre-renaissance>



Figura 3.1: Entorno visual de URSOS en el que se presenta un sector urbano visto en planta

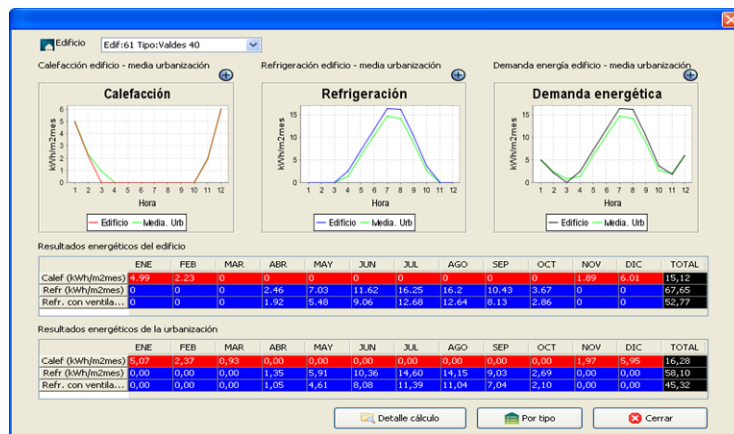


Figura 3.2: Ventana de resultados de demandas de Calefacción y Refrigeración

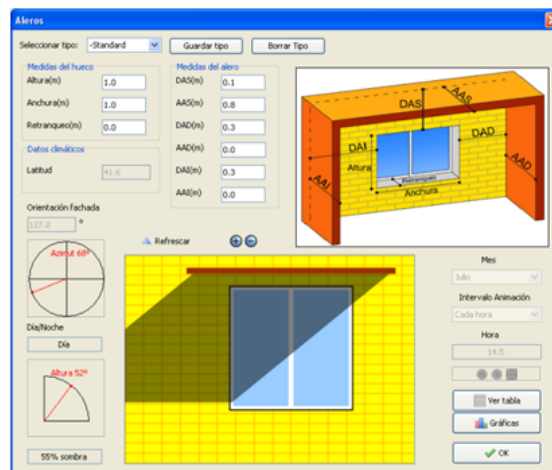


Figura 3.3: Ventana de diseño de elementos sombreados en edificios

### 3.2. Modelo Simplificado de Evaluación Urbana propuesto

El uso de modelos exhaustivos de evaluación con empleo de indicadores traen consigo análisis tediosos para obtener de forma rigurosa cada indicador individual, como ocurre en el caso de los Análisis de Ciclo de Vida (ACV). Aunque estos modelos son interesantes para determinar de forma precisa un determinado indicador, sus análisis implican una elevada inversión de tiempo además de requerir la recopilación previa de gran cantidad de información que en las etapas iniciales de un proyecto ni siquiera se tienen.

Por esta razón, para el modelo de evaluación a incorporar en URSOS, se ha optado por una versión basada en cálculos simplificados que arrojen resultados próximos a los reales pero con una inversión de tiempo significativamente inferior, para que sirva de herramienta sencilla y relativamente rápida de toma de decisiones. Así, el modelo aquí propuesto busca evaluar las demandas de energía y recursos esperables en función de las características del diseño urbano adoptado, suponiendo que los residentes realizan un uso acorde con las facilidades que proporciona dicha planificación urbanística. Para ello se ha partido de una serie de hipótesis, similares a las que se dan en los otros sistemas de evaluación, como las siguientes:

- Si la planificación del espacio viario proporciona zonas peatonales amplias, carriles bici y carriles exclusivos de transporte público, las estimaciones de emisiones de CO<sub>2</sub> asociadas a la movilidad se basan en suponer que los residentes emplearán estas formas de desplazamiento más sostenibles frente al vehículo privado, aunque esto no sea una consecuencia forzosa en el contexto real.
- Si los edificios presentan buenos criterios de diseño (orientación, nivel de aislamiento, aprovechamiento solar pasivo, etc) las demandas energéticas esperables serán bajas, aunque luego se vean afectadas por la realidad constructiva, la calidad del mantenimiento o por los hábitos de los residentes (*GEE, 2012*).
- Si se facilitan puntos de reciclaje próximos a las viviendas se espera que se realice una adecuada separación en origen, aunque pueda no ser así.
- Si se han implantado sistemas de recogida de residuos de tipo neumático o puerta a puerta, la estimación del ratio de consumo energético se hace suponiendo un uso óptimo de estos sistemas en cuanto a capacidad de carga, periodicidad de recogida, etc. Aunque la realidad pueda ser que sistemas eficientes mal dimensionados o mal gestionados supongan consumos de energía superiores al de los sistemas convencionales (*Bartolomé, 2012*).
- No se evalúa el aspecto económico ya que, pese a ser esencial en un escenario de sostenibilidad, queda fuera de los objetivos de la herramienta.
- Se ha buscado emplear el número mínimo de indicadores para que, quedando cubiertos los aspectos urbanos problemáticos más importantes, no implicara un elevado tiempo de análisis. Además se ha procurado que la información necesaria para el cálculo de estos indicadores fuera sencilla de recopilar y cómoda de definir por parte del evaluador, minimizando en lo posible el uso de opciones simples como el checklist, empleadas de forma general en los otros modelos analizados. Se ha optado por estas características ya que la misión de URSOS es optimizar el diseño urbano por comparación entre distintas opciones, lo cual trae consigo sucesivos análisis que deben ser relativamente ágiles.

En la Figura 3.4 se muestran los pasos seguidos para el desarrollo del modelo, los cuáles se comentarán en los apartados siguientes.

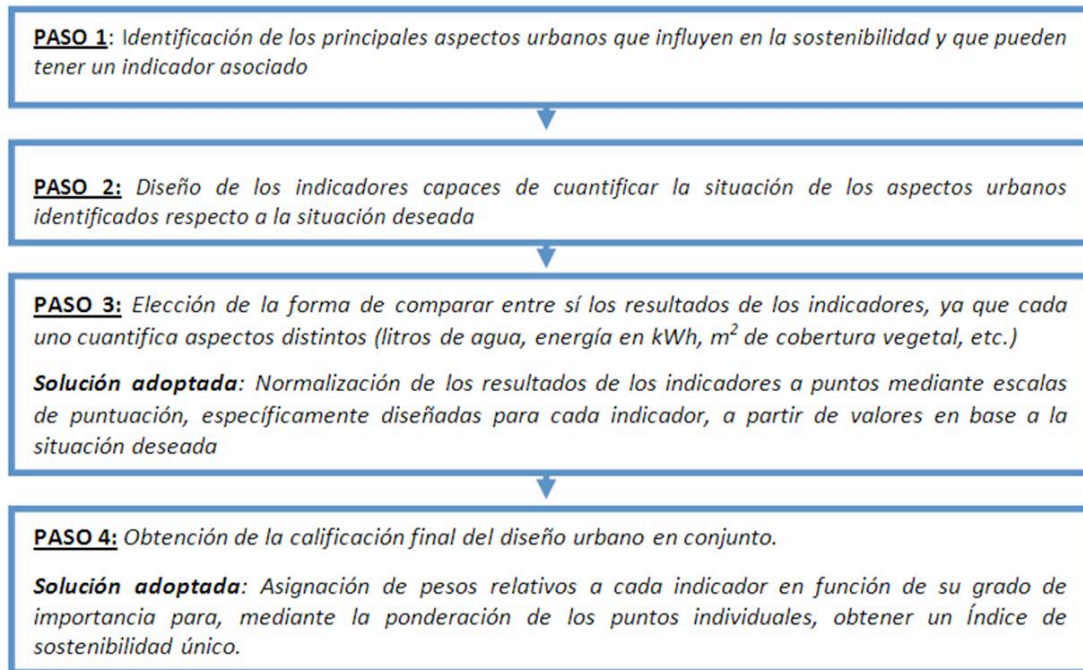


Figura 3.4: Etapas para el desarrollo del Modelo de Evaluación

### 3.2.1. PASO 1: Identificación de los aspectos urbanos que deben tener indicador asociado

En el Capítulo 2 se han comentado los aspectos urbanos de mayor impacto y su problemática. De acuerdo con esto, a continuación se resumen los criterios que debería cumplir un diseño urbano para presentar un equilibrio entre demanda de energía, impactos ambientales y habitabilidad del espacio público, los cuales han servido para la posterior elección de los indicadores:

- Adoptar modelos de ciudad compacta, con **densidades adecuadas que reduzcan la ocupación de nuevo suelo y reutilicen zonas urbanas degradadas**, disminuyendo las necesidades de movilidad, extensión de redes de suministro de agua, alumbrado público, etc.
- Diseño de **edificios de baja demanda de energía**, fomentando la cobertura de ésta con fuentes renovables. En cuanto a los **materiales constructivos** y los **movimiento de tierras**, priorizar que tengan asociado el **menor impacto energético y ambiental posible**.
- Establecer un **modelo de movilidad basado en la reducción del tráfico motorizado** con acciones disuasorias como la disminución de carriles y espacio de aparcamiento, establecer una buena red de transporte público con prioridad, y para recuperar la calle para peatones y ciclistas.
- Fomentar la **recogida selectiva de residuos** para reciclaje proporcionando una infraestructura **accesible y eficiente** que reduzca los consumos asociados a su gestión.
- **Gestión eficiente del agua** mediante sistemas de ahorro y reutilización, redes separativas y uso diferenciado por calidades. Esto permite optimizar los volúmenes de agua a potabilizar, transportar y depurar, reduciendo significativamente el consumo energético correspondiente.
- **Integrar arbolado y zonas con vegetación** en el paisaje urbano para crear microclimas confortables y saludables. Además esto favorece que existan suficientes zonas permeables que garanticen unos niveles mínimos de infiltración de agua de lluvia en el terreno para minimizar el impacto en los acuíferos existentes previos a la urbanización.

- **Integrar espacios públicos de calidad** para que los residentes disfruten de un entorno atractivo para pasear y donde puedan relacionarse (calles peatonales, plazas o parques). Además, debe darse una buena **combinación de usos y actividades** que haga posible la cercanía entre vivienda y comercios, equipamientos básicos, oficinas, etc.

### 3.2.2. PASO 2: Diseño de los Indicadores

A la hora de definir los indicadores a emplear se ha partido de los siguientes condicionantes:

- Debían analizar el grado de cumplimiento de los criterios de diseño sostenibles identificados y de una forma cuantitativa en la medida de lo posible.
- Debían ser sencillos de calcular y la información necesaria para su cálculo debía ser de fácil obtención.
- Debían estar enfocados a los 3 aspectos comentados: la eficiencia energética, el cuidado ambiental y la mejora de la habitabilidad del área urbana.

Así, finalmente se han generado un total de 30 indicadores (Figura 3.5) y se han agrupado de acuerdo con lo comentado en el apartado 2.3 en 3 ámbitos de la manera siguiente:

- **ENERGÍA:** orientada a edificios, alumbrado público, materiales constructivos, recogida de RSU y reparto del vario para el transporte motorizado.
- **MEDIOAMBIENTE:** orientada a ocupación del suelo, generación de emisiones de CO<sub>2</sub>, arbolado viario, reciclaje de residuos y ahorro agua.
- **HABITABILIDAD:** orientada a movilidad del peatón/bicicleta, acceso a servicios básicos, dotación de zonas públicas de relación y dotación de espacios con vegetación.

En el Anexo 2 se recogen las fichas de estos indicadores en las que se aporta la siguiente información para cada uno: Definición, Unidades, Fórmula de cálculo y Escala de Puntuación diseñada.

ÁMBITO	INDICADORES
<b>ENERGÍA</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Demanda de Refrigeración</li> <li>2. Demanda de Calefacción</li> <li>3. Demanda de Agua Caliente Sanitaria</li> <li>4. Demanda Residencial Eléctrica</li> <li>5. Energía contenida en materiales constructivos</li> <li>6. Tierras excavadas reutilizadas en el lugar</li> <li>7. Eficiencia energética del alumbrado público</li> <li>8. Sistema de recogida de residuos sólidos urbanos</li> <li>9. Espacio viario destinado a vehículo privado</li> <li>10. Espacio viario destinado a transporte público</li> </ol>
<b>MEDIOAMBIENTE</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Valor ecológico del suelo ocupado</li> <li>2. Nivel de permeabilidad del suelo urbano</li> <li>3. Densidad de viviendas</li> <li>4. Compacidad</li> <li>5. Climatización cubierta con Renovables</li> <li>6. Masa arbolada en el viario público</li> <li>7. Materiales sostenibles en edificios</li> <li>8. Materiales sostenibles en el viario público</li> <li>9. Distancia media a puntos de Reciclaje</li> <li>10. Uso eficiente del agua</li> </ol>
<b>HABITABILIDAD</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Espacio viario para movilidad peatonal</li> <li>2. Espacio viario para movilidad en bicicleta</li> <li>3. Distancia media a paradas de transporte público</li> <li>4. Distancia media a centros educativos</li> <li>5. Distancia media a tiendas de alimentación</li> <li>6. Distancia media a actividades de ocio</li> <li>7. Distancia media a centros de salud</li> <li>8. Distancia media a instalaciones deportivas</li> <li>9. Densidad de espacios públicos de estancia</li> <li>10. Densidad de zonas verdes por habitante</li> </ol>

Figura 3.5: Conjunto de indicadores adoptados para el modelo agrupados por ámbitos

### 3.2.3. PASO 3: Normalización de los indicadores a puntos

Como cada indicador mide parámetros distintos: energía (kWh), distancia (m), superficie (m<sup>2</sup>), emisiones (kg CO<sub>2</sub>), etc., es necesario normalizarlos a un formato común que permita compararlos entre sí, interpretarlos de forma conjunta y agregarlos en un único valor final. Para ello se han definido escalas de puntuación específicas para cada uno de manera que al resultado dimensional de cada indicador se le asigna una puntuación adimensional de 0 a 5, donde 5 es la puntuación correspondiente a la situación óptima, y 0 la obtenida si no llega al valor mínimo deseable, al que correspondería 1 punto. En la Figura 3.6 se muestra a modo de ejemplo la escala de puntuación correspondiente al indicador “Densidad de espacios vegetales”, de manera que el valor obtenido es normalizado a puntos por interpolación en la escala. En el Anexo 2 se recogen el resto de escalas en las fichas de cada indicador.



Figura 3.6: Ejemplo de Escala de Puntuación

Estas escalas, además de transformar los resultados heterogéneos de los indicadores a un formato común, permiten interpretar el nivel de satisfacción de los resultados obtenidos, ya que por sí solos no tienen ningún sentido hasta que no se comparan con un valor de referencia o deseable a alcanzar.

Para generar cada escala, ha sido necesario en primer lugar buscar valores máximos y mínimos deseables para cada indicador, lo cual no ha sido tarea fácil dada la falta de información al respecto. Para ello se han empleado:

- **Límites marcados por la normativa actual:** En el caso de los indicadores Demanda de Refrigeración, Calefacción y ACS, se han tomado las escalas energéticas de la A a la E empleadas en la Certificación Energética de Edificios, y se les ha asignado las puntuaciones de 5 a 1 respectivamente.
- **Límites recomendados en documentos oficiales:** En los casos en los que no existe normativa al respecto se han empleado valores desables establecidos en documentos respaldados por entidades oficiales, en concreto el documento más empleado en este caso ha sido el titulado “Sistemas de indicadores y condicionantes para ciudades grandes y medianas” promovido por el Ministerio de Medioambiente (*Red de Redes de Desarrollo Local Sostenible, 2010*)
- **Límites calculados a partir de la bibliografía científica:** En ausencia de normativa o recomendaciones oficiales, se han consultado artículos en materia de urbanismo sostenible buscando ratios o valores de los cuales partir para obtener límites razonables. Esto ha sido necesario en el caso de indicadores como Energía contenida en materiales constructivos y pavimento urbano, Sistema de recogida de RSU, Consumo eléctrico en alumbrado público o Consumo de agua potable a nivel residencial y urbano.

Una vez establecida la horquilla de valores máximo y mínimo de referencia para cada indicador se han generado 5 intervalos de valores que permitan puntuar los diferentes grados de mejora obtenidos. En la Figura 3.7 se muestra el criterio que se ha querido tener a la hora de establecer estos 5 intervalos de puntuación.

Puntuación	VALORACIÓN
5	Situación excelente, práctica innovadora
4	Situación muy buena, al día con las últimas innovaciones
3	Situación buena, mejor que la práctica habitual
2	Situación media, algo por encima de la situación mínima deseable
1	Situación límite, cumple escasamente los mínimos exigidos o desesables

Figura 3.7: Valoración considerado para la definición de los intervalos de las escalas de puntuación



Hay que destacar que estas escalas de puntuación diseñadas para cada indicador son bastante exigentes ya que no se concede puntuación hasta que cada indicador no supera un umbral mínimo deseable, situación todavía lejana en la realidad urbana actual pero que sin duda debe ser el punto de referencia hacia el cual avanzar.

### 3.2.4. PASO 4: Obtención del Índice agregado de Sostenibilidad Global

Llegados a este punto ya sería posible hacer un análisis de la situación de cada indicador según las puntuaciones obtenidas, identificando los aspectos peor valorados que necesitan mejorar. Sin embargo, se ha considerado importante obtener también un valor único final que englobe a todos los indicadores y dé una idea del nivel de sostenibilidad alcanzado por el diseño urbano en su conjunto.

Para ello se ha optado por realizar una ponderación de las puntuaciones obtenidas en cada indicador al que se le asigna un peso relativo en función de su grado de importancia, obteniendo un valor del 0 al 10, al que se le ha llamado Índice Global de Sostenibilidad (ISG) del área analizada. A continuación se muestra la tabla de calificación final en base al valor del índice obtenido.

ISG	SITUACIÓN	
> 9 - 10	<b>Excelente</b>	Contempla las mejores actuaciones disponibles actualmente
> 7 - 9	<b>Muy buena</b>	Contempla gran cantidad de actuaciones sostenibles
> 5 - 7	<b>Buena</b>	Introduce algunas actuaciones que mejoran el mínimo exigible
> 3 - 5	<b>Mejorable</b>	En torno a los límites mínimos recomendables
> 0 - 3	<b>Deficiente</b>	No llega a las exigencias mínimas recomendables

Figura 3.8: Tabla de calificación del Índice de Sostenibilidad Global (ISG)

En cuanto a los pesos relativos asignados a cada uno de los indicadores (Figura 3.9), han sido asignados partiendo de los valores medios obtenidos de los sistemas de certificación urbana analizados en el Capítulo 2.

Categorías	MEDIA certificaciones	Reparto	Indicadores	Peso relativo
<b>Eficiencia Energética:</b>				
Edificios	32,8%	25% 40% 25% 10%	1. Demanda Energética de Refrigeración 2. Demanda Energética de Calefacción 3. Producción de ACS con solar térmica 4. Producción fotovoltaica por unidad de superficie disponible	7,4% 11,8% 7,4% 2,9%
Materiales constructivos + Materiales ecológicos	28,4%	60% 40%	5. Energía contenida en los materiales de los edificios 6. Energía contenida en los materiales del pavimento urbano	15,3% 10,2%
Recogida residuos	4,8%	100%	7. Energía asociada al tipo de recogida de RSU	4,3%
Alumbrado público	3,8%	100%	8. Consumo eléctrico del alumbrado viario	3,4%
Transporte motorizado	41,5%	70% 30%	9. Espacio viario destinado a vehículo privado 10. Espacio específico para transporte público	26,1% 11,2%
Total=111%			Total=100%	
<b>Cuidado ambiental:</b>				
Impacto y uso de suelo	23,3%	25% 25% 25% 25%	1. Valor ecológico del suelo edificado 2. Nivel de permeabilidad del suelo urbano 3. Densidad residencial absoluta 4. Densidad residencial relativa	6,6% 6,6% 6,6% 6,6%
Emissiones CO <sub>2</sub>	11,4%	50% 50%	5. Emisiones asociadas a consumo residencial 6. Emisiones asociadas a movilidad	6,5% 6,5%
Vegetación urbana	25,2%	100%	7. Masa arbolada en calles	28,4%
Recogida residuos	4,8%	100%	8. Acceso a depósitos de recogida selectiva para reciclaje	5,5%
Ahorro de agua	23,9%	70% 30%	9. Consumo residencial de agua potable 10. Consumo urbano de agua potable	18,9% 8,1%
Total=89%			Total=100%	
<b>Equipamientos básicos y servicios:</b>				
Movilidad peatonal	24,9%	100%	1. Espacio viario peatonal	24,9%
Movilidad bicicleta	7,8%	100%	2. Espacio viario para circular en bicicleta	7,8%
Servicios básicos	36,2%	17%	3. Proximidad a paradas de transporte público	6,1%
		17%	4. Proximidad a centros educativos	6,1%
		17%	5. Proximidad a tiendas de alimentación	6,1%
		16%	6. Proximidad a lugares de ocio	5,8%
		17%	7. Proximidad a centros de salud	6,1%
Espacios de relación	9,7%	16%	8. Proximidad a instalaciones deportivas	5,8%
		100%	9. Densidad de espacios públicos de relación	9,7%
Espacios naturales	21,4%	100%	10. Densidad de espacios naturales	21,4%
Total=100%			Total=100%	

Figura 3.9: Pesos relativos asignados a los indicadores a partir de la media de las 3 certificaciones

## Capítulo 4

# Validación del modelo de evaluación propuesto: Resultados URSOS vs LEED-ND

El objeto de este Capítulo es comprobar que el método de evaluación propuesto puede considerarse una herramienta funcional y aplicable en el desarrollo urbanístico. Para ello se ha aplicado el programa URSOS con el modelo incorporado y el sistema de certificación LEED-ND a una misma área urbana para comparar el nivel de semejanza entre los resultados obtenidos.

Se ha empleado el sistema LEED-ND como instrumento de comparación, pese a no ser una herramienta oficial en ningún caso, por ser de uso gratuito y ser la certificación más reconocida a nivel internacional, mientras que el sistema BREEAM es solo empleado en Inglaterra y CASBEE en Japón.

En los apartados siguientes se analizan los resultados obtenidos con ambas herramientas al aplicarlas al mismo caso concreto. En este caso, el área de aplicación elegida ha sido un sector del barrio zaragozano de Valdespartera (Figura 4.1) correspondiente a unas 3.800 viviendas, por disponer de información del proyecto urbanístico y al presentar ciertas características susceptibles de valoración que en la mayoría de zonas no se tienen.

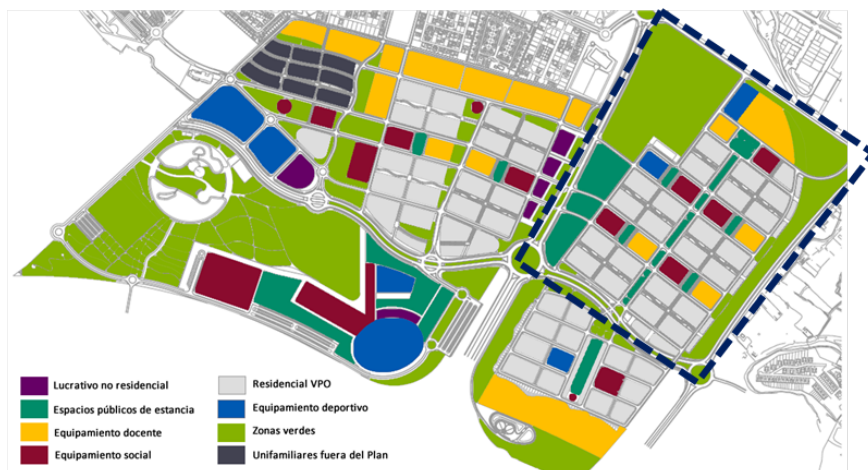


Figura 4.1: Barrio de Valdespartera. En línea punteada se indica el sector evaluado con los dos sistemas

## 4.1. Resultados de la evaluación con URSOS

Definición de todos los aspectos relativos al diseño de la urbanización (edificios y espacio público) tanto de forma gráfica como introduciendo los datos solicitados por el programa en las diferentes ventanas.

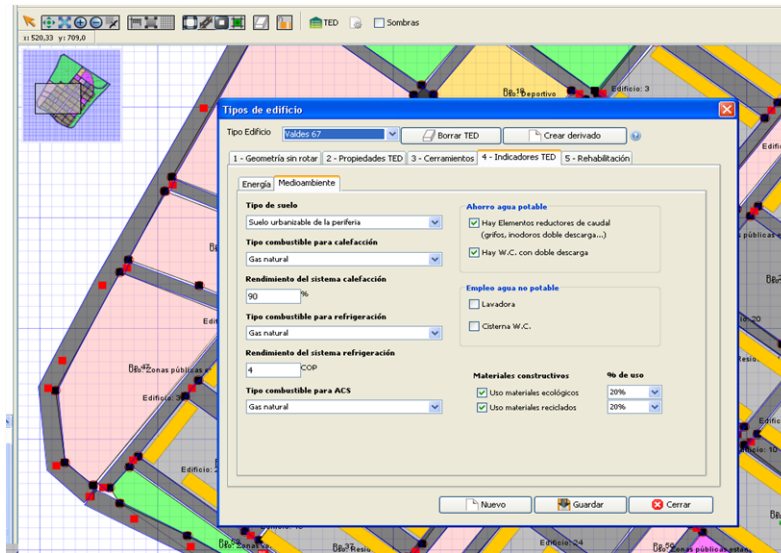
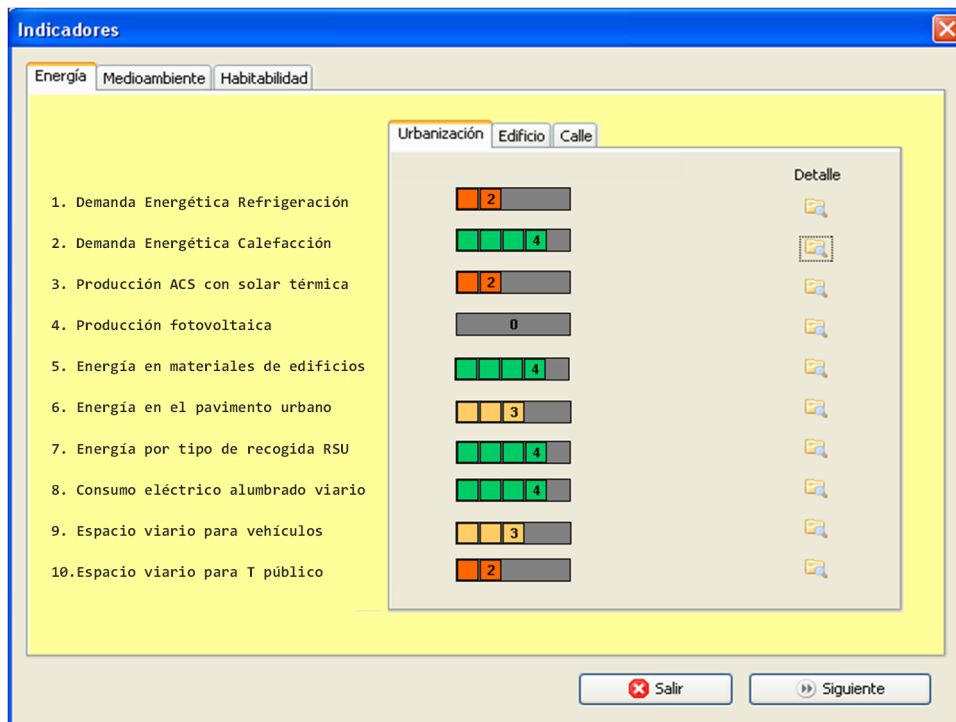


Figura 4.2: Introducción en el programa de información sobre el diseño del barrio

Una vez definida toda la información necesaria, el programa realiza los cálculos correspondientes obteniendo los resultados de los indicadores que son normalizados a puntos del 0 al 5.



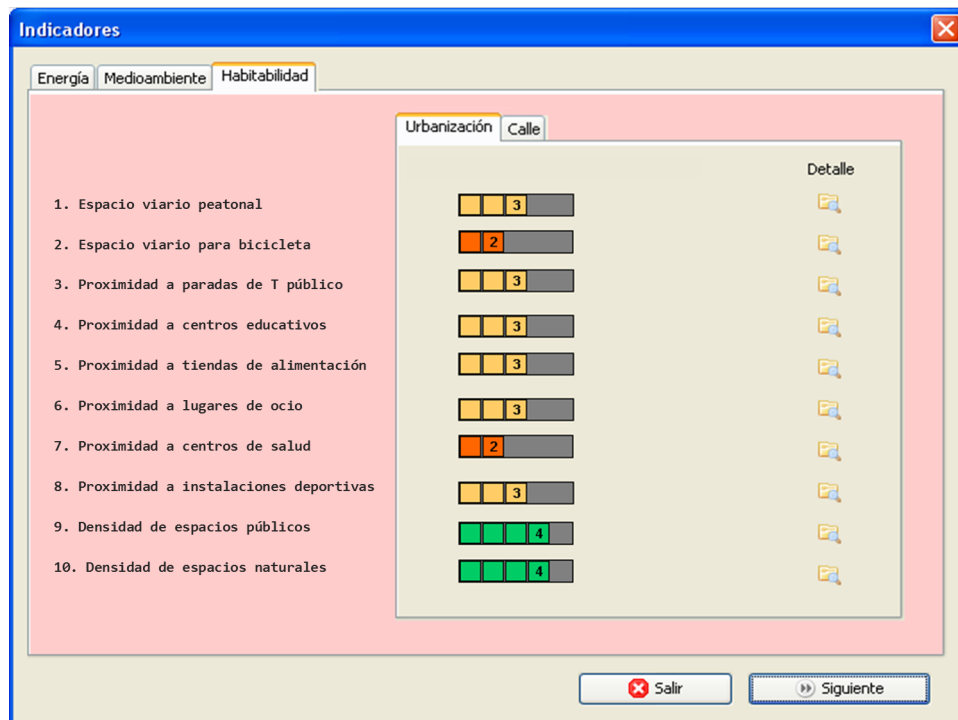
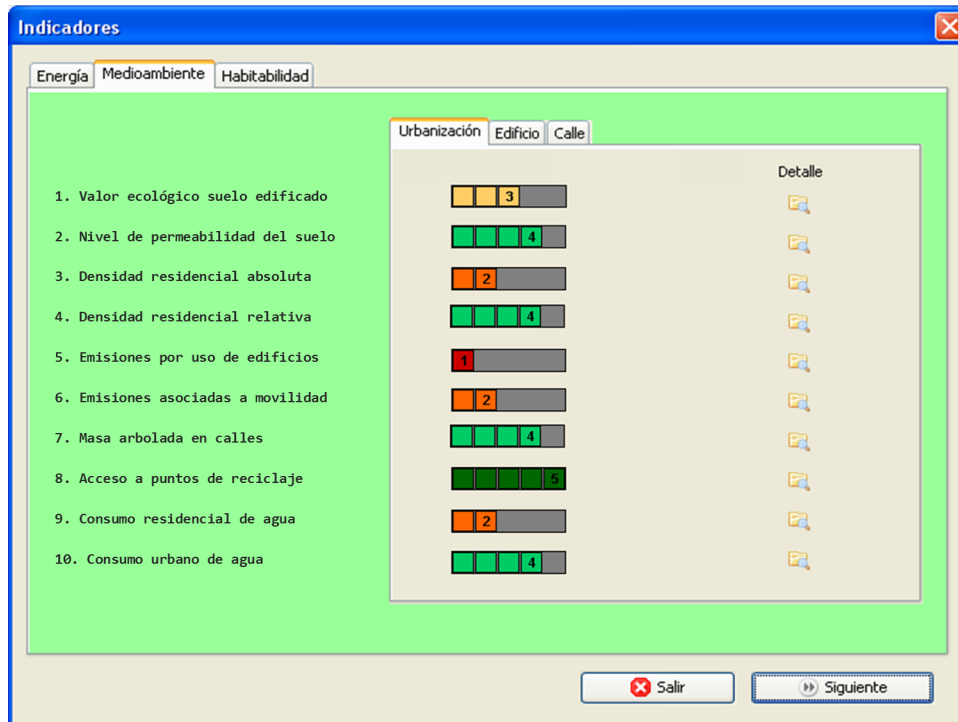


Figura 4.3: Puntuaciones obtenidas en los 30 indicadores agrupados por ámbitos

Tras la obtención de puntos el programa realiza la ponderación de éstos obteniendo el nivel de sostenibilidad obtenido en cada uno de los ámbitos del 0 al 10, así como el valor final promedio de los 3, definido como Índice de Sostenibilidad Global del área analizada.

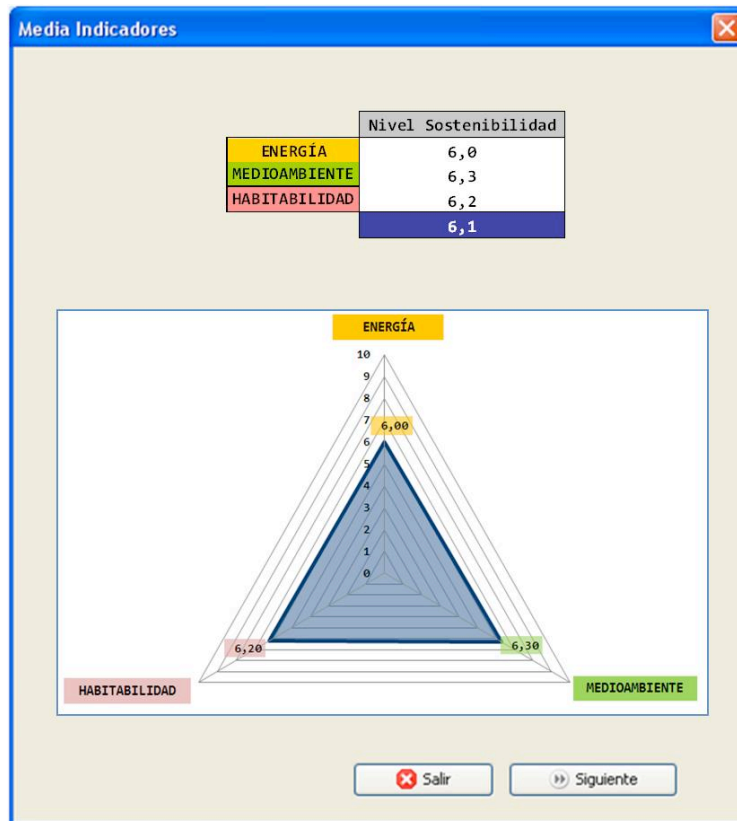


Figura 4.4: Calificación (0-10) por ámbitos y la global (ISG) resultantes de la ponderación de los indicadores

En función del valor alcanzado por el ISG, el programa da la valoración sobre el diseño urbano evaluado como muestra la tabla siguiente.

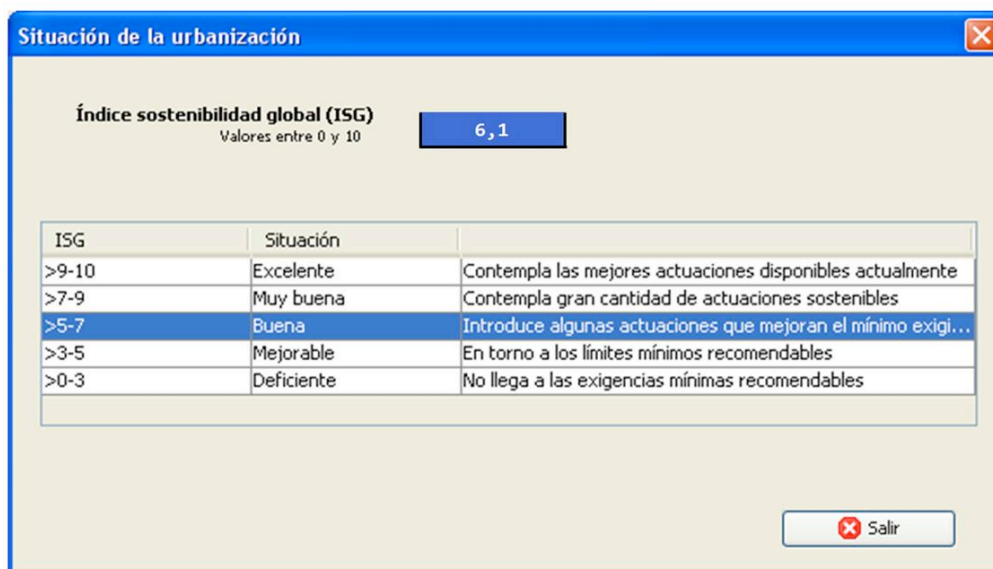


Figura 4.5: Tabla de valoración final del diseño urbano

El resultado de la evaluación con el modelo de URSOS muestra un índice de sostenibilidad global de la urbanización (ISG) de 6,1 sobre 10, lo que corresponde a una situación buena que contempla actuaciones que superan los



mínimos exigidos por las normativas o recomendaciones actuales<sup>1</sup>.

## 4.2. Resultados con la evaluación LEED-ND

Al mismo sector urbano analizado con URSOS, sector NO del barrio de Valdesparera, se ha aplicado el sistema de certificación LEED-ND. Para ello se ha rellenado el checklist<sup>2</sup> en formato excel que utiliza el sistema para la asignación de puntos a los distintos indicadores, en base al manual recogido en el Anexo 2, traducido y resumido. Los resultados obtenidos se muestran en la siguiente Figura:

LEED 2009 for Neighborhood Development Project Scorecard		Project Name:	Ecociudad Valdesparera																																																																																																						
		Date:	may-13																																																																																																						
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Yes</th> <th>?</th> <th>No</th> <th></th> <th></th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>15</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>Smart Location and Linkage</td> <td>27 Points Possible</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		Yes	?	No				15	0	0	Smart Location and Linkage	27 Points Possible		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Yes</th> <th>?</th> <th>No</th> <th></th> <th></th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>Certified Green Buildings</td> <td>5</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		Yes	?	No				2	0	0	Certified Green Buildings	5																																																																															
Yes	?	No																																																																																																							
15	0	0	Smart Location and Linkage	27 Points Possible																																																																																																					
Yes	?	No																																																																																																							
2	0	0	Certified Green Buildings	5																																																																																																					
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Y</th> <th></th> <th></th> <th>Prereq 1</th> <th>Smart Location</th> <th>Required</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Y</td> <td></td> <td></td> <td>Prereq 2</td> <td>Imperiled Species and Ecological Communities</td> <td>Required</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td></td> <td></td> <td>Prereq 3</td> <td>Wetland and Water Body Conservation</td> <td>Required</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td></td> <td></td> <td>Prereq 4</td> <td>Agricultural Land Conservation</td> <td>Required</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td></td> <td></td> <td>Prereq 5</td> <td>Floodplain Avoidance</td> <td>Required</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td></td> <td></td> <td>Credit 1</td> <td>Preferred Locations</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td></td> <td></td> <td>Credit 2</td> <td>Brownfield Redevelopment</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td></td> <td></td> <td>Credit 3</td> <td>Locations with Reduced Automobile Dependence</td> <td>7</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td></td> <td></td> <td>Credit 4</td> <td>Bicycle Network and Storage</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td></td> <td></td> <td>Credit 5</td> <td>Housing and Jobs Proximity</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td></td> <td></td> <td>Credit 6</td> <td>Steep Slope Protection</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td></td> <td></td> <td>Credit 7</td> <td>Site Design for Habitat or Wetland and Water Body Conservation</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td></td> <td></td> <td>Credit 8</td> <td>Restoration of Habitat or Wetlands and Water Bodies</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td></td> <td></td> <td>Credit 9</td> <td>Long-Term Conservation Management of Habitat or Wetlands and Water Bodies</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>31</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>Neighborhood Pattern and Design</td> <td>44 Points Possible</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		Y			Prereq 1	Smart Location	Required	Y			Prereq 2	Imperiled Species and Ecological Communities	Required	Y			Prereq 3	Wetland and Water Body Conservation	Required	Y			Prereq 4	Agricultural Land Conservation	Required	Y			Prereq 5	Floodplain Avoidance	Required	5			Credit 1	Preferred Locations	10	1			Credit 2	Brownfield Redevelopment	2	4			Credit 3	Locations with Reduced Automobile Dependence	7	1			Credit 4	Bicycle Network and Storage	1	1			Credit 5	Housing and Jobs Proximity	3	1			Credit 6	Steep Slope Protection	1	1			Credit 7	Site Design for Habitat or Wetland and Water Body Conservation	1	1			Credit 8	Restoration of Habitat or Wetlands and Water Bodies	1	0			Credit 9	Long-Term Conservation Management of Habitat or Wetlands and Water Bodies	1	31	0	0	Neighborhood Pattern and Design	44 Points Possible		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Yes</th> <th>?</th> <th>No</th> <th></th> <th></th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>3</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>Innovation and Design Process</td> <td>6 Points</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		Yes	?	No				3	0	0	Innovation and Design Process	6 Points	
Y			Prereq 1	Smart Location	Required																																																																																																				
Y			Prereq 2	Imperiled Species and Ecological Communities	Required																																																																																																				
Y			Prereq 3	Wetland and Water Body Conservation	Required																																																																																																				
Y			Prereq 4	Agricultural Land Conservation	Required																																																																																																				
Y			Prereq 5	Floodplain Avoidance	Required																																																																																																				
5			Credit 1	Preferred Locations	10																																																																																																				
1			Credit 2	Brownfield Redevelopment	2																																																																																																				
4			Credit 3	Locations with Reduced Automobile Dependence	7																																																																																																				
1			Credit 4	Bicycle Network and Storage	1																																																																																																				
1			Credit 5	Housing and Jobs Proximity	3																																																																																																				
1			Credit 6	Steep Slope Protection	1																																																																																																				
1			Credit 7	Site Design for Habitat or Wetland and Water Body Conservation	1																																																																																																				
1			Credit 8	Restoration of Habitat or Wetlands and Water Bodies	1																																																																																																				
0			Credit 9	Long-Term Conservation Management of Habitat or Wetlands and Water Bodies	1																																																																																																				
31	0	0	Neighborhood Pattern and Design	44 Points Possible																																																																																																					
Yes	?	No																																																																																																							
3	0	0	Innovation and Design Process	6 Points																																																																																																					
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Y</th> <th></th> <th></th> <th>Prereq 1</th> <th>Walkable Streets</th></tr></thead></table>		Y			Prereq 1	Walkable Streets	Required																																																																																																		
Y			Prereq 1	Walkable Streets																																																																																																					
Y			Prereq 2	Compact Development	Required																																																																																																				
Y			Prereq 3	Connected and Open Community	Required																																																																																																				
12			Credit 1	Walkable Streets	12																																																																																																				
4			Credit 2	Compact Development	6																																																																																																				
2			Credit 3	Mixed-Use Neighborhood Centers	4																																																																																																				
4			Credit 4	Mixed-Income Diverse Communities	7																																																																																																				
0			Credit 5	Reduced Parking Footprint	1																																																																																																				
1			Credit 6	Street Network	2																																																																																																				
1			Credit 7	Transit Facilities	1																																																																																																				
1			Credit 8	Transportation Demand Management	2																																																																																																				
1			Credit 9	Access to Civic and Public Spaces	1																																																																																																				
1			Credit 10	Access to Recreation Facilities	1																																																																																																				
1			Credit 11	Visitability and Universal Design	1																																																																																																				
0			Credit 12	Community Outreach and Involvement	2																																																																																																				
0			Credit 13	Local Food Production	1																																																																																																				
2			Credit 14	Tree-Lined and Shaded Streets	2																																																																																																				
1			Credit 15	Neighborhood Schools	1																																																																																																				
16	0	0	Green Infrastructure and Buildings	29 Points Possible																																																																																																					

Yes	?	No					-----	---	----	--------------------------	----------	--		0	0	0	Regional Priority Credit	4 Points						N			Prereq 1	Certified Green Building		---	--	--	----------	--------------------------		---	--	--	----------	--------------------------			Required
Y			Prereq 2	Minimum Building Energy Efficiency	Required																																						
Y			Prereq 3	Minimum Building Water Efficiency	Required																																						
Y			Prereq 4	Construction Activity Pollution Prevention	Required																																						
Yes	?	No					-----	---	----	--	------------	--		65	0	0	Project Totals (Certification estimates)	110 Points							Certified: 40-49 points, Silver: 50-59 points, Gold: 60-79 points, Platinum: 80+ points																		

Figura 4.6: Resultados del Checklist de certificación LEED-ND

La puntuación final obtenida ha sido de 61 puntos sobre 110 totales, lo que corresponde a un certificado Gold en este sistema.

<sup>1</sup>Si se tiene en cuenta lo comentado sobre la rigurosidad de las escalas al conceder puntuaciones, y que el proyecto de Valdesparera fue diseñado hace 7 años, antes de que saliesen algunas de las actuales normativas españolas en cuanto a eficiencia energética, se debe dar un valor añadido a estos resultados obtenidos.

<sup>2</sup>El checklist se ha obtenido gratuitamente de la página web de la empresa certificadora (<http://new.usgbc.org/credits/neighborhood-development/v2009>)

### 4.3. Comparación de resultados obtenidos con ambos métodos

A la vista de los resultados finales, si se comparan los dos métodos, normalizados sobre una puntuación máxima de 10, se observa que con ambos la calificación final obtenida para el área analizada son bastante similares:

Herramienta de evaluación	Calificación
URSOS	6,1 sobre 10
LEED-ND	5,9 sobre 10 (65 sobre 110)

Este resultado es bastante satisfactorio, y más si se tiene en cuenta que ambos modelos han sido establecidos para contextos diferentes, URSOS para el ámbito nacional y LEED-ND para EEUU, y no es del todo correcto evaluar un mismo caso con dos herramientas diseñadas para realidades distintas sin el ajuste correspondiente. Sin embargo, dada la inexistencia de una herramienta reconocida diseñada para el contexto europeo, para una primera aproximación esta comparación con LEED-ND puede dar por válida la propuesta de Modelo de Evaluación Simplificado de URSOS.



## Capítulo 5

# Conclusiones y Trabajos futuros

---

Con este trabajo se ha desarrollado un Modelo Simplificado para la evaluación del nivel de sostenibilidad asociado al diseño urbano a partir del cálculo de un conjunto de indicadores cuantitativos enfocados a la eficiencia energética, al cuidado ambiental y la dotación de equipamientos básicos. Este modelo ha sido incorporado a URSOS para que sirva de plataforma para realizar diagnósticos de áreas urbanas de forma sencilla y rápida.

Las tareas realizadas para el desarrollo de este Modelo han sido las siguientes:

- Se ha hecho una **revisión** de las **herramientas de evaluación urbana existentes** en cuanto a la metodología empleada en cada uno y los aspectos urbanos que contemplan, analizando a qué conceden mayor importancia. Esta revisión he dejado patente que en la actualidad en materia de sistemas de evaluación de sostenibilidad urbana no existe unanimidad en cuanto a métodos de cálculo ni estándares que tomar como referencia. Además los sistemas de evaluación actuales se basan en gran medida en indicadores cualitativos y en formatos “checklist”, pero no son herramientas que permitan en sí mismas hacer cálculos para la obtención de indicadores.
- Se ha **diseñado un conjunto de indicadores propio** en función de lo que se ha considerado más adecuado según la revisión realizada y el alcance que se quiere tener con URSOS (análisis del diseño urbano de forma sencilla, rápida y para el contexto español). Esta elección de indicadores ha sido una de las cuestiones clave del trabajo, ya que debían ser representativos de la sostenibilidad del planeamiento urbano a la vez que sencillos de calcular, con empleo de información fácil de conseguir y no ser un grupo demasiado numeroso que restara funcionalidad y rapidez a URSOS.
- Se han **creado escalas de puntuación específicas para cada indicador** en base a rangos deseables obtenidos de la revisión documental (normativa, informes, guías, artículos, etc.). Sin duda éste ha sido el punto más complicado del trabajo, fundamentalmente por la reducida o inexistente información de referencia de la cual partir, por ello se ha intentado tener la mayor rigurosidad posible a la hora de establecer los valores de referencia adecuados en cada caso.
- Se ha adoptado un **sistema de ponderación** de los puntos obtenidos en los indicadores individualmente **para la generación de un valor final** del diseño urbano global. Los pesos relativos empleados para este fin han sido obtenidos del análisis previo de las herramientas de certificación actuales para reducir en lo posible la subjetividad asociada a toda ponderación. Independientemente del esfuerzo realizado para conseguir un modelo de evaluación cuantitativa que fuera lo más objetivo posible, se ha constatado que resulta casi imposible eliminar en su totalidad el subjetivismo a la hora de asignar pesos relativos para la agregación a un índice único, así como al realizar los intervalos de las escalas de puntuación, pese a haber mejorado

significativamente el modo de evaluación de tipo “checklist” empleado por los actuales sistemas de certificación.

- **Comprobación de la fiabilidad del Modelo de evaluación propuesto** al comparar los resultados obtenidos en el análisis de un caso real frente a los resultantes de aplicar la herramienta LEED-ND, sistema de certificación urbana más extendido a día de hoy. Esta validación ha permitido comprobar que el Modelo es perfectamente aplicable permitiendo analizar el nivel de sostenibilidad de un área urbana en su conjunto a la vez que se identifican por separado los puntos problemáticos que deben ser mejorados a fin de conseguir el mejor resultado global. Además se ha constatado que arroja resultados muy similares a los obtenidos con el sistema LEED-ND, lo cual da cierta validez al método.

Las líneas de futuro que quedan abiertas tras este trabajo, y que serán continuadas como estudio de tesis, corresponden a la mejora del modelo propuesto para acomodarlo a diferentes contextos urbanos tanto a nivel nacional como europeo. Esto implica establecer escalas de puntuación adaptadas a cada realidad local concreta así como la asignación de pesos relativos para la ponderación final acorde a este contexto local. Todo esto con vistas a convertir finalmente a URSOS en un instrumento estratégico de planificación urbana con criterios de sostenibilidad a nivel europeo, tanto para nuevos desarrollos como para la rehabilitación de áreas urbanas consolidadas, que será la de mayor importancia en los próximos años.

## Capítulo 6

# Anexo 1. Descripción de las herramientas existentes de evaluación urbana

---

### 1.1 Sistemas de indicadores propuestos a nivel nacional e internacional

Existen multitud de propuestas y listados de indicadores sobre sostenibilidad urbana con distintos enfoques y dimensiones, a continuación se exponen algunos de los ejemplos más relevantes de marcos conceptuales a escala nacional e internacional:

#### A nivel internacional:

- **Comisión de las Naciones Unidas (UNCHS/HABITAT)**

Naciones Unidas en 1997 desarrolló un Sistema de Indicadores Urbanos propuesto dentro de su Programa de Indicadores referidos al medio urbano con la intención de servir de base para establecer a nivel mundial una Red de Observatorios Urbanos que permitiera la evaluación y control de la implementación de los Programas Hábitat y Agenda 21.

Esta propuesta consistió en 128 indicadores de los cuales se escogieron 49 como esenciales, organizados en los siguientes temas: Datos básicos de la ciudad, Desarrollo socioeconómico, Infraestructura, Transporte, Gestión medioambiental, Gobierno local y Vivienda.

<b>Datos básicos.</b> D1. Usos de la tierra. D2. Población urbana. D3. Tasa de crecimiento poblacional. D4. Hogares encabezados por mujeres. D5. Tamaño medio de los hogares.		D6. Tasa de creación de hogares. D7. Distribución de rentas. D8. Producto urbano por persona. D9. Tipo de tenencia de la vivienda.	
<b>1. Desarrollo socioeconómico.</b> 1: Hogares por debajo del umbral de pobreza. 2: Empleo informal o sumergido. 3: Camas de hospital. 4: Mortalidad infantil. 5: Esperanza de vida al nacer. 6: Tasa de alfabetización adulta. 7: Tasa de escolarización. 8: N° de aulas escolares. 9: Tasa de criminalidad.		<b>4. Gestión medioambiental.</b> 18: Tratamiento de aguas residuales. 19: Generación de residuos sólidos. 20: Tratamiento de residuos sólidos. 21: Recogida regular de residuos sólidos 22: Viviendas destruidas.	
<b>2. Infraestructuras.</b> 10: conexiones a las redes de abastecimiento de las viviendas. 11: Acceso a agua potable. 12: Consumo de agua. 13: Precio medio del agua.		<b>5. Gobierno local.</b> 23: Principales fuentes de ingreso. 24: Gasto <i>per capita</i> . 25: Intereses por préstamos. 26: Empleados en la administración local. 27: Capítulo presupuestario de salarios 28: Tasa de gasto contractual recurrente. 29: Departamentos administrativos que proveen servicios. 30: Control de los niveles superiores de gobierno.	
<b>3. Transportes.</b> 14: Intercambio modal. 15: Tiempo de desplazamiento. 16: Gasto en infraestructuras viarias. 17: Parque automovilístico.		<b>6. Vivienda.</b> 31: Relación entre el precio de la vivienda y los ingresos. 32: Alquileres en relación con los ingresos. 33: M <sup>2</sup> de la vivienda por persona. 34: Estructuras y suministros permanentes. 35: Vivienda en alquiler. 36: Multiplicador de desarrollo urbanístico. 37: Gasto en infraestructuras. 38: Relación entre hipotecas y créditos totales. 39: Producción de viviendas. 40: Inversión en vivienda.	

Figura 6.1: Indicadores urbanos propuestos por Naciones Unidas (1997)

• **Oficina de Estadística de la Comisión Europea (EUROSTAT)**

Su propuesta desarrollada en 1998 consistió en 60 indicadores agrupados en 10 ámbitos de política medioambiental: Polución del aire, Cambio climático, Pérdida de la biodiversidad, Medio ambiente marino y zonas costeras, Agujero de la capa de ozono, Agotamiento de recursos, Dispersión de sustancias tóxicas, Medio ambiente urbano, Residuos y Contaminación del agua y recursos hídricos.

Ambitos	Indicadores
<i>Económico</i>	PIB por habitante. Participación de las inversiones en el PIB. Parte del valor añadido industrial en el PIB. Consumo anual de energía por habitante. Consumo de recursos energéticos renovables. Índice de duración de las reservas de energía comprobadas. Gastos en protección del medio ambiente como porcentaje del PIB. Inversión extranjera directa. Ayuda pública al desarrollo como porcentaje del PIB.
<i>Social</i>	Tasa de crecimiento de la Población. Tasa neta de migración. Indicador coyuntural de fecundidad. Tasa de mortalidad infantil. Esperanza de vida al nacer. Participación del gasto nacional total de sanidad en el PIB. Tasa de desempleo. Número de mujeres por cada 100 hombres en la fuerza de trabajo. Salarios medios de las mujeres en comparación con los de los hombres. Densidad de población. Población de las zonas urbanas. Tasa de crecimiento de la población urbana. Superficie habitable por habitante. Consumo por habitante de combustibles fósiles en transportes por carretera.
<i>Ambiental</i>	Consumo de sustancias que reducen la capa de ozono. Emisiones de gases responsables del efecto invernadero. Emisiones de óxidos de azufre. Emisiones de óxidos de nitrógeno. Gastos para la disminución de la contaminación atmosférica. Consumo de agua por habitante. Tratamiento de aguas contaminadas. Disminución anual de aguas subterráneas y superficiales. Superficie cultivable por habitante. Cambio de utilización de los suelos. Utilización de energía en la agricultura. Utilización de abonos. Utilización de plaguicidas agrícolas. Residuos sólidos o urbanos. Gastos en gestión de residuos. Índice de reciclado y reutilización de residuos. Evolución de la superficie forestal. Intensidad de explotación forestal. Mantenimiento de bosques (%). Especies amenazadas en porcentaje del total de especies nativas. Superficies protegidas en porcentaje de la superficie total.
<i>Institucional</i>	Gasto en I+D en porcentaje del PIB. Líneas telefónicas principales por cada 100 habitantes.

Figura 6.2: Indicadores urbanos EUROSTAT (1998)

### • Comisión Europea

La Comisión Europea presentó la Iniciativa de Indicadores Comunes Europeos en la tercera Conferencia sobre Ciudades Sostenibles de Hannover (2000). Tras varias propuestas previas, el Grupo de Expertos sobre Medio Ambiente Urbano seleccionó un conjunto cerrado a partir de las sugerencias y comentarios solicitados a las autoridades locales, técnicos municipales e investigadores.

<b>MEDIO AMBIENTE</b>	
<b>Atmósfera</b>	
Calidad atmosférica	Calidad del aire en la localidad.
Efecto invernadero	Contribución al cambio climático global.
<b>Gestión ambiental</b>	
Producción ecológica	Productos que fomentan la sostenibilidad.
Programas de gestión	Gestión sostenible de la autoridad local y de las empresas locales.
<b>Recurso</b>	
Conservación ambiental	Utilización sostenible del suelo.
<b>Ruido</b>	
Afección por ruido	Contaminación sonora.
<b>SOCIALES</b>	
<b>Calidad de vida</b>	
Desplazamientos del niño a la escuela	Desplazamientos del niño entre la casa y la escuela.
Satisfacción del ciudadano	Satisfacción de los ciudadanos con la autoridad local.
<b>URBANISMO</b>	
<b>Dotaciones</b>	
Accesibilidad a las dotaciones	Existencia de zonas verdes públicas y de servicios locales.
<b>Transporte</b>	
Movilidad	Movilidad y transporte de pasajeros.

Figura 6.3: Indicadores comunes europeos (2000)

- **Agencia Europea de Medio Ambiente (AEMA)**

En el informe “Medio Ambiente en Europa” de 1995 de la AEMA se propusieron dentro del apartado urbano 55 indicadores ambientales centrados en 3 temas: Diseño urbano, flujos urbanos y calidad ambiental urbana.

INDICADORES PARA EL DISEÑO URBANO	
<b>Población urbana</b>	
	<b>Población</b>
	1. N° de habitantes en la ciudad. 2. N° de habitantes en la conurbación.
	<b>Densidad de población</b>
	3. Población por Km <sup>2</sup> . 4. Áreas por densidades
<b>Suelo Urbano</b>	
	<b>Area total</b>
	5. Area en Km <sup>2</sup> .
	<b>Area total construida</b>
	6. Área en Km <sup>2</sup> . 7. Por usos.
	<b>Area abierta</b>
	8. Área en Km <sup>2</sup> . 9. % Áreas verdes. 10. % agua.
	<b>Redes de Transporte</b>
	11. Longitud de carreteras en Kms. 12. Longitud de raíles de tren en Kms. 13. % total del área urbana.
<b>Areas abandonadas</b>	
	<b>Area Total</b>
	14. Area en Km <sup>2</sup> . 15. % total del área urbana.
<b>Areas recuperadas urbanas</b>	
	<b>Área Total</b>
	16. Área en Km <sup>2</sup> . 17. % Total del área urbana.
<b>Movilidad urbana</b>	
	<b>Desplazamientos modales</b>
	18. N° desplazamientos en Km. por hab. / modo de transporte/ día. 19. Distancia recorrida en Km. Por habitante por modo de transporte por día.
	<b>Diseño de conmutación</b>
	20. N° de conmutadores de entrada y salida de las conurbaciones. 21. % de población urbana.
	<b>Volumen de trafico</b>
	22. Total en vehículo/Km. 23. Inflow/outflow en vehículos/Km. 24. Número de vehículos en las principales rutas.

(Continúa)

INDICADORES DE FLUJO URBANO	
Agua	
Consumo de Agua	
	25. Consumo por habitante, litros por día. 26. % de aguas subterránea usada como recurso frente al total.
Aguas Residuales	
	27. % de emisarios conectados a sistemas de depuración. 28. N° de plantas de tratamiento por tipo de depuración. 29. Capacidad plantas de tratamiento por tipo de depuración.
Energía	
Consumo de energía	
	30. Uso de electricidad en Gw/h por año. 31. Uso de energía por tipo de combustible y sector.
Plantas de producción de energía	
	32. N° de plantas productoras en las conurbaciones. 33. Tipo de plantas productoras en las conurbaciones.
Materiales y Productos	
Transporte de mercancías	
	34. Cantidad de mercancías movidas como salida y entrada de la ciudad en Kg. Por persona y año.
Residuos	
Producción de residuos	
	35. Cantidad de RSU recogidos en toneladas por persona y año. 36. Composición del residuo.
Reciclaje	
	37. % de residuos reciclados por fracción.
Tratamiento de residuos y deposito	
	38. N° de incineradoras. 39. Volumen incinerado. 40. N° de vertederos. 41. Volumen recibido por tipo de residuo.

(Continúa)



INDICADORES DE CALIDAD AMBIENTAL URBANA	
Calidad del agua	
Agua potable	42. Días al año que los estándares de agua potable exceden los de OMS.
Aguas superficiales	43. Concentración de O <sub>2</sub> en las aguas superficiales en p.p.m. 44. N° de días con pH entre 6 y 9.
Calidad del aire	
Periodo largo de SO <sub>2</sub> +TSP	45. Concentraciones medias anuales.
Concentración en periodo corto de O <sub>3</sub> , SO <sub>2</sub> ,PST	Exceso sobre los valores guías de OMS de O <sub>3</sub> . 47. Exceso sobre los valores guías de OMS de SO <sub>2</sub> . 48. Exceso sobre los valores guías de OMS de Part. Susp. Totales.
Calidad Sonora	
Exposición al ruido (hab. Por periodo de tiempo)	Exposición superior a 65 dB. 50. Exposición superior a 75 dB.
Seguridad de Trafico	
Fatalidades y causas de accidentes de tráfico	N° de personas fallecidas en accidente de trafico cada 10.000 habitantes. N° de personas heridas en accidente de trafico cada 10.000 habitantes.
Calidad de Vivienda	
Superficie edificada por persona	53. m <sup>2</sup> por persona.
Accesibilidad a zonas verdes	
Proximidad a áreas verdes urbanas	54. % personas que tienen a 15 min. caminando una zona verde urbana.
Calidad de Vida Salvaje urbana	
N° de especies de aves	55. N° de especies de aves.

Figura 6.4: Indicadores AEMA (1995)

### • Organización Mundial de la Salud (OMS)

La Organización Mundial para la salud (OMS) desarrolla desde 1986 los denominados indicadores de ciudades saludables como parte del Proyecto de Ciudades Saludables del programa “Salud para Todos”, extendido en más de 500 ciudades en Europa y otras 300 en el resto del mundo. En 1993 los indicadores incluidos fueron 57 agrupados en los siguientes apartados: Salud, Servicios sanitarios, Medio ambiente, Socioeconómico, Información general.

<b>Indicadores de Salud</b>
Tasa de Mortalidad. Causa de fallecimiento. Bajo peso al nacer.
<b>Indicadores de Servicios Sanitarios</b>
Inventario de organizaciones o asociaciones de auto ayuda. Programas de apoyo para las organizaciones de auto ayuda. Programas de educación para la salud. % de niños de 6 años totalmente vacunados. Nº de habitantes por practicante. Nº de habitantes por enfermera. % de población cubierta por seguros sanitarios. % de población con acceso a servicio médico de emergencias en menos de 30 min. en coche. Disponibilidad de salud primaria en lengua extranjera. Comunicación de información sobre salud. Nº de cuestiones relacionadas con salud examinadas por la junta del gobierno local cada año.
<b>Indicadores Medioambientales</b>
Contaminación atmosférica (concentraciones de SO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , O <sub>3</sub> , CO, Plomo y Partículas). Calidad microbiológica de las aguas de abastecimiento. Calidad química de las aguas de abastecimiento. Porcentaje de agua reciclada procedente de aguas residuales. Índice de calidad de la recogida de R.S.U. Índice de calidad del sistema de tratamiento de R.S.U. Cantidad de agua potable usada por habitante y día. Superficie relativa de espacios verdes en la ciudad. Acceso público a espacios verdes. Áreas industriales abandonadas. Deporte y ocio. Calles peatonales. Carriles bici. Transportes públicos. Red de Transportes públicos que cubren la ciudad. Espacio edificado. Confort e higiene. Servicios de emergencia ambiental. Indicador de nivel de contaminación tal y como lo percibe la población.

(Continúa)

Indicadores Socio-Económicos
Espacio edificado/habitante (m <sup>2</sup> ).
% de población con viviendas deficientes.
Nº estimado de sin viviendas.
Tasa de paro.
Tasa de absentismo laboral.
% de familias por debajo de la línea de pobreza nacional.
% del total de empleo generado por las 10 actividades económicas más importantes.
% de hogares unipersonales.
% de familias monoparentales.
% de niños que dejan la educación tras la educación obligatoria.
Tasa de analfabetismo.
% del presupuesto urbano destinado a acciones sociales y sanitarias.
Tasa de criminalidad.
% de viviendas para la tercera edad con instalaciones de asistencia en emergencias.
Principales causas de las llamadas de emergencias.
% de niños en listas de espera de las instalaciones para cuidado de niños.
Edad mediana de las mujeres que dan a luz por primera vez.
Tasa de aborto en relación al nº total de nacimientos.
% de personas por debajo de 18 años bajo vigilancia policial.
% de jubilados de empleo en relación al nº total de jubilados por edad.
Información General
Censo.
Educación.
Categorías profesionales.
Superficie total de la unidad de población.

Figura 6.5: Indicadores OMS (1993)

## A nivel nacional:

- **Observatorio de la Sostenibilidad de España (OSE)**

Organismo independiente, creado en 2005 por un convenio de colaboración entre el Ministerio de Medio Ambiente, la Fundación Biodiversidad y la Fundación General de la Universidad de Alcalá. El OSE elabora Informes anuales de Sostenibilidad en España, sobre 52 indicadores en las dimensiones: ambiental, económica, social, territorial, institucional, global y cultural.

<b>SOSTENIBILIDAD SOCIOECONÓMICA</b>	
<b>Desarrollo económico</b>	PIB y PIB per Cápita Endeudamiento público y privado Productividad laboral por hora trabajada Abandono educativo temprano Inversión en I+D
<b>Consumo y producción sostenibles</b>	Requerimiento de materiales y productividad de los recursos Ecoeficiencia y evolución de la agricultura Ecoeficiencia y evolución de la pesca Ecoeficiencia y evolución del turismo Ecoeficiencia y evolución en el sector industrial Ecoeficiencia y evolución en el sector de la construcción Empleo y cohesión social Tasa de paro Tasa de empleo Brecha salarial Tasa de riesgo de pobreza Tasa de dependencia de personas mayores de 65 años
<b>Salud</b>	Gasto público en sanidad Esperanza de vida y esperanza de vida sin discapacidad Tasa de mortalidad por enfermedades crónicas Tasa bruta de suicidio
<b>SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL Y TERRITORIAL</b>	
<b>Calidad ambiental</b>	Emisiones de sustancias acidificantes y precursores del ozono Emisiones a la atmósfera de partículas Calidad del aire urbano Agua suministrada a la red de abastecimiento público Calidad de aguas continentales Depuración de aguas residuales Generación de residuos urbanos Tratamiento de residuos urbanos
<b>Cambio Climático y Energía</b>	Intensidad de CO <sub>2</sub> de la economía Emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) Consumo de energía primaria y final Intensidad energética de la economía Dependencia energética Participación de energía de fuentes renovables Tasa de pobreza energética
<b>Transporte</b>	Intensidad energética del transporte de viajeros y mercancías Pasajeros en transporte público Transporte de mercancías por ferrocarril Distribución modal del transporte de viajeros y mercancías
<b>Medio Natural y Territorio</b>	Índice de aves comunes Planes de actuación de especies amenazadas Espacios naturales protegidos Incendios forestales Tamaño efectivo de malla (MeffCBC) Cambios de ocupación del suelo Vivienda: precio y carga financiera Infraestructuras de transporte: dimensión e intensidad de uso Artificialización de la franja costera hasta los 10 km
<b>PROCESOS DE SOSTENIBILIDAD Y GOBERNANZA</b>	
<b>Gobernanza empresarial e institucional</b>	Gestión ambiental y ecoetiqueta Responsabilidad y desarrollo empresarial sostenible Grado de cumplimiento de la normativa ambiental

Figura 6.6: Indicadores de Sostenibilidad OSE (2012)

• **Consejería de Medio Ambiente de Andalucía**

Esta propuesta se presentó en 2001, y estaba conformando por una matriz de 80 indicadores agrupados en las siguientes áreas estratégicas y ámbitos específicos:

- Subsistema físico ambiental: Ciclo del agua, Ciclo de la energía, Ciclo de los materiales, Ruido, Atmósfera,

Entorno natural, Biodiversidad.

- Subsistema territorial urbano: Suelo urbano, Transporte y movilidad, Vivienda, Equipamiento urbano, Sistema verde, Paisaje urbano.
- Subsistema Socioeconómico: Población, Educación y formación, Salud pública y Seguridad ciudadana, Participación y diversidad social, Renta y consumo, Actividad económica y empleo, Tecnología y Gestión del medio ambiente.

ÁREAS ESTRATÉGICAS	ÁMBITOS
<i>SUBSISTEMA FÍSICO-AMBIENTAL</i>	
CICLO DEL AGUA	Disponibilidad Abastecimiento y consumo Calidad y Tratamiento
CICLO DE LA ENERGÍA	Producción y distribución Consumo Ahorro energético y energías alternativas
CICLO DE LOS MATERIALES	Entradas Salidas Generación de residuos Tratamiento y reciclaje Balance ecológico
RUIDO	Ruido
ATMOSFERA	Contaminación Confort ambiental
ENTORNO NATURAL	Calidad Deforestación y desertización
BIODIVERSIDAD	Biodiversidad
<i>SUBSISTEMA TERRITORIAL-URBANO</i>	
SUELO URBANO	Superficie Distribución de usos urbanos Áreas urbanas abandonadas Áreas de expansión urbana Distribución de usos urbanos

(Continúa)

TRANSPORTE Y MOVILIDAD	Infraestructuras de transporte Usos modales Volumen de tráfico y congestión
VIVIENDA	Tamaño Tipología Equipamiento Viviendas ecológicas
EQUIPAMIENTO URBANO	Espacios abiertos Salud Telecomunicaciones Aparcamiento Mercado Ocio Cultural Educativo Deportivo Administrativo
SISTEMA VERDE	Cantidad Accesibilidad Calidad
PAISAJE URBANO	Urbanismo Vida urbana
<i>SUBSISTEMA SOCIO-ECONÓMICO</i>	
POBLACIÓN	Población total Densidad Tasa dependencia
EDUCACIÓN Y FORMACIÓN	Educación y formación Educación e información ambiental
SALUD PÚBLICA Y SEGURIDAD CIUDADANA	Salud Seguridad ciudadana
PARTICIPACIÓN Y DIVERSIDAD SOCIAL	Participación Actividad social Solidaridad Asociacionismo
RENTA Y CONSUMO	Renta Bienestar Consumo y ahorro Vivienda
ACTIVIDAD ECONÓMICA Y EMPLEO	Mercado de vivienda Empleo Distribución sectorial VAB y empleo Sector público
TECNOLOGÍA Y GESTIÓN DEL MEDIO AMBIENTE	Administración Empresas Sociedad I+D

(Continúa)

ÁREAS ESTRATÉGICAS	INDICADORES ESENCIALES
POBLACIÓN	Numero de habitantes de la ciudad y de la conurbación. Distribución por sexo y edad.
	Densidad de población.
SUELO URBANO	Superficie total (Km <sup>2</sup> ) de la aglomeración urbana (ciudad compacta + conurbación).
	Usos mayoritarios del suelo (dotacional, residencial, etc.) %.
	% de superficie abandonada o contaminada.
	Área cubierta por infraestructuras de transportes.
VIVIENDA	Áreas verdes y espacios abiertos/ superficie urbana.
	M <sup>2</sup> de vivienda por persona.
	% viviendas con plaza de aparcamiento privada.
TRANSPORTE Y MOVILIDAD	Nº de viviendas con características bioclimáticas (o certificación AENOR)
	Nº de vehículos por habitante y Km <sup>2</sup> .
	Nº de plazas de aparcamiento público por hab.y Km <sup>2</sup> .
	Kms. carril-bici. (y % sobre total de km. carriles bus).
	Nº de desplazamientos cortos diarios. (en km. por hab.) y (% modos de transporte)
	Longitud total del viario y porcentaje de autopistas y vías de doble calzada/ total del área urbana.
	Intensidad media de tráfico en las principales rutas de acceso a la ciudad y en el centro urbano.
	Nº de accidentes de tráfico.
	Gasto e inversión pública en transporte y tráfico.
	AGUA
% Consumo aguas subterráneas sobre el total de consumo.	
Calidad agua. Número de días al año que los estándares de agua potable de la OMS no son cumplidos (aguas superficiales y subterráneas).	
Sequía. Nº de días en que los embalses están por debajo del 30% de su capacidad.	
% Pérdidas en la canalización y distribución de agua urbana.	
% de aguas residuales tratadas (por tipo de tratamiento).	
ENERGÍA	% de agua reciclada o re-utilizada (para riego básicamente).
	Consumo de electricidad (por habitante).
	Consumo de gasolina (por habitante).
	% de edificios con energía solar.
	% energías alternativas sobre el total de consumo energético en la ciudad.

(Continúa)



CICLO DE LOS MATERIALES	Cantidad de mercancías transportadas con origen o destino en la ciudad (en Kg.).
	Volumen de residuos generados (por habitante y composición) al año.
	Cantidad y calidad de residuos peligrosos.
	Recogida selectiva (vidrio, plástico, papel-cartón, pilas). Volumen recogido.
	% de residuos llevados a vertederos incontrolados. Volumen vertido.
RUIDO	% de residuos tratados (por tipo de tratamiento). Volumen incinerado.
	% de residuos recuperados que son reciclados o reutilizados.
	% de población expuesta a niveles de ruido superior a 65dB. y 75 dB.
ATMÓSFERA	Nº de denuncias o sanciones debidas al ruido.
	Días al año que el municipio no supera los estándares de calidad de aire.
ENTORNO NATURAL y BIODIVERSIDAD	Inmisiones totales (por sectores y substancias como CO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , SO <sub>2</sub> , O <sub>3</sub> y PPS).
	Número de especies vegetales con edad superior a 100 años.
	Nº de especies de aves acuáticas/rapaces.
SISTEMA VERDE	% del término municipal ocupado por espacios naturales protegidos.
	M <sup>2</sup> de zonas verde/habitante.
	% de personas a 15 minutos caminando de una zona verde.
	% de zonas verdes con especies autóctonas.
PAISAJE URBANO	% del término municipal ocupado por usos forestales. Superf. parques periurbanos.
	% porcentaje de edificios protegidos del centro histórico.
	Nº de itinerarios turístico/histórico urbanos.
EDUCACIÓN Y FORMACIÓN	%Calles peatonales/viario urbano en centro histórico.
	Niveles educativos de la población urbana (por sexo y edad).
ACTIVIDAD ECONÓMICA	Cursos de formación y educación ambiental (nº de alumnos).
	Empleo. Tasa de paro y empleo (% por sectores).
	Participación laboral de la mujer.
RENTA Y CONSUMO	Tasa de dependencia.
	Nivel de renta media <i>per capita</i> .
	Nº de personas sin hogar.
SALUD Y SEGUR. CIUDADANA	Coste medio de la vivienda.
	% residentes inmigrantes no nacionales.
PARTICIPACIÓN Y DIVERSIDAD SOC.	Tasa criminalidad.
	% Participación en las últimas elecciones locales.
EQUIPAMIENTO	Voluntariado ambiental.
	Nº de pabellones y recintos deportivos multiusos.
	Nº de centros de estudios superiores.
	Nº de camas hospitalarias por habitante.
	Nº museos, galerías de arte y casas-museo.
TECNOLOGÍA Y GESTIÓN DEL M. AMBIENTE	Nº de sesiones de cines y represent. de teatro al año.
	% Gasto en medidas de política ambiental por sectores (agua, residuos, atmósfera, educación, equipamiento, gestión, tasas ambientales, tecnología).
	Nº de empresas especializadas en servicios ambientales o biotecnología.
	Centros I+D ambiental.

Figura 6.7: Indicadores Junta de Andalucía (2001)

### • Red de Redes de Desarrollo Local Sostenible (2010)

El sistema de indicadores, aprobado en Noviembre de 2010 por el Grupo de Trabajo de la Red de Redes de Desarrollo Local Sostenible con el apoyo del Ministerio de Medioambiente, fue diseñado para medir el grado de sostenibilidad de cualquier municipio español bajo los mismos criterios, y diagnosticar el grado de acomodación respecto a un modelo definido por el Grupo. El sistema planteado cuenta con 30 indicadores agrupados por ámbitos: Ocupación del suelo, Complejidad urbana, Movilidad Sostenible y Metabolismo urbano.



<b>OCUPACIÓN DEL SUELO</b>	
<b>Suelo</b>	Ocupación de los usos del suelo Superficie artificial por habitante Superficie artificial en relación a la superficie municipal Superficie urbanizada del término municipal
<b>Usos e intensidad edificatoria</b>	Densidad de población Densidad de viviendas Densidad de población de derecho y flotante Compacidad urbana Dispersión de los núcleos de población Zonas verdes por habitante Zonas verdes públicas y ejecutadas por el planeamiento
<b>COMPLEJIDAD URBANA</b>	
<b>Diversidad de usos y funciones</b>	Complejidad urbana Número de actividades por habitante Equilibrio entre actividad y residencia
<b>MOVILIDAD SOSTENIBLE</b>	
<b>Configuración de la red</b>	Distribución modal del transporte urbano Transporte modal intermunicipal Tiempo y distancia media recorrida según desplazamiento
<b>Funcionalidad</b>	Espacio viario para peatones Proporción del número de calles con prioridad para peatones Espacio viario para bicicletas Proximidad de la población a un carril bici Espacio viario para transporte público Proximidad de la población a una parada de transporte público Número de servicios interurbanos por núcleo urbano
<b>METABOLISMO URBANO</b>	
<b>Agua</b>	Consumo de agua urbano Pérdidas de agua en la red de distribución Depuración de las aguas residuales urbanas Porcentaje de población conectada a sistemas de saneamiento Reutilización de las aguas residuales depuradas Volumen de agua reutilizada por habitante

Figura 6.8: Indicadores de la Red de Redes (2010)

Este Sistema de indicadores, tiene especial interés frente al resto, y es que junto a cada indicador se establece un valor óptimo de referencia que debería cumplirse. Es por eso que durante el desarrollo de este trabajo ha sido activamente referenciado, sobre todo a la hora de diseñar las escalas de calificación de los indicadores adoptados para el Modelo de Evaluación propuesto.

## 1.2 Certificación norteamericana: LEED for Neighborhood Development

Certificación voluntaria, restringida al territorio americano, sin embargo, existen muchos países con proyectos con certificado LEED, que a través de formación de técnicos y auditores en todo el mundo ha conseguido la difusión mundial de la certificación. Para la certificación fuera de Estados Unidos, se realiza una adaptación de los requisitos del sistema estándar mediante un asesor LEED homologado por el USGBC, adaptándose a las condiciones locales del área urbana en la que se realiza la certificación.



Figura 6.9: LEED-ND

### **Metodología de evaluación:**

El modelo de certificación LEED-ND se basa en una lista de verificación (checklist) en plataforma de excel, la cual presenta un listado de 56 indicadores, de los cuales 12 son de obligado cumplimiento para poder obtener la certificación y 44 son indicadores que evalúan aspectos a cumplir opcionalmente, los cuales llevan asociados puntos de forma. Prácticamente todos los temas abordados en los indicadores obligatorios se repiten en los indicadores extra pero con mayores exigencias. El usuario debe verificar si los indicadores obligatorios se cumplen o no con un (Y/N), y los indicadores voluntarios deben puntuarse en función de su grado de cumplimiento con lo establecido en el manual.



40-49 Points CERTIFIED	50-59 Points SILVER	60-79 Points GOLD	80+ Points PLATINUM
---------------------------	------------------------	----------------------	------------------------

Figura 6.12: Escala de calificación final con la certificación LEED-ND

## Categorías e indicadores:

Los requerimientos del LEED-ND están agrupados en cuatro categorías: Localización y conectividad, Diseño de la Urbanización, Infraestructura y edificación verde e Innovación y prioridad regional. En la siguiente tabla se muestra los puntos máximos que tiene cada una de ellas, así como su peso relativo en puntuación final:

Categorías	Puntos totales	Peso en la certificación
Localización y conectividad	27	25 %
Diseño de la urbanización	44	40 %
Infraestructura y edificación verde	29	26 %
Innovación y prioridad regional	10	10 %
<b>Total</b>	<b>110</b>	<b>100%</b>

Figura 6.13: Categorías del sistema de evaluación LEED-ND

A continuación se presentan las diferentes categorías, exponiendo los aspectos que evalúan, el listado de indicadores que emplean para ello así como las puntuaciones máximas alcanzables y su grado de importancia dentro del ámbito expresado en peso relativo porcentual.

### • Localización y Conectividad

Mediante los indicadores agrupados en esta categoría se pretende evaluar la dependencia del vehículo privado, los desplazamientos a pie y en bicicleta, si hay adecuadas infraestructuras básicas y de transporte en lugar del nuevo desarrollo, si se fomenta la renovación urbana, el diseño de espacios seguros y la preservación de las calidades ambientales.

<b>Localización y Conectividad</b>		
<b>Indicadores</b>	<b>Puntos máximos</b>	<b>Peso relativo</b>
Localización y conectividad	Obligatorio (Y/N)	-
Conservación de las comunidades ecológicas y especies	Obligatorio (Y/N)	-
Conservación de acuíferos y humedales	Obligatorio (Y/N)	-
Conservación del terreno agrícola	Obligatorio (Y/N)	-
Prevención de inundaciones	Obligatorio (Y/N)	-
Localizaciones preferibles	10	9,3%
Reurbanización de áreas degradadas	2	1,9%
Localización con reducida dependencia del coche	7	6,5%
Red de carril bici y estacionamiento	1	0,9%
Proximidad vivienda y trabajo	3	2,8%
Protección de suelo escarpado	1	0,9%
Conservación de hábitats naturales	1	0,9%
Restauración de hábitats naturales	1	0,9%
Gestión a largo plazo de hábitats naturales	1	0,9%
<b>Total de la categoría</b>	<b>27</b>	<b>25%</b>

Figura 6.14: Listado de indicadores, puntos máximos alcanzables y peso relativo dentro del ámbito

### • Diseño de la urbanización

Pretende evaluar el grado de desplazamientos motorizados, la conservación del terreno y la convivencia, si los desarrollos son compactos y de uso mixto, abiertos y bien conectados, con transporte eficiente, con diseño de vías seguras y confortables para los peatones y ciclistas, con espacio público seguro y confortable, etc.

<b>Diseño de la urbanización</b>		
<b>Indicadores</b>	<b>Puntos</b>	<b>Peso</b>
Calles peatonales	Obligatorio (Y/N)	-
Desarrollo compacto	Obligatorio (Y/N)	-
Barrio conectado y abierto	Obligatorio (Y/N)	-
Calles peatonales	12	10,9%
Desarrollo compacto	6	5,5%
Barrio de uso mixto	4	3,6%
Barrio diverso y mixto	7	6,4%
Reducción de áreas de aparcamientos	1	0,9%
Red de calles	2	1,8%
Facilidades de transporte	1	0,9%
Gestión de la demanda de transporte	2	1,8%
Acceso al espacio cívico y público	1	0,9%
Acceso a espacio de recreación	1	0,9%
Diseño universal	1	0,9%
Participación de la comunidad	2	1,8%
Producción local de alimentos	1	0,9%
Arbolado y sombreado en calles	2	1,8%
Escuelas en el barrio	1	0,9%
<b>Total de la categoría</b>	<b>44</b>	<b>40%</b>

Figura 6.15: Listado de indicadores, puntos máximos alcanzables y peso relativo dentro del ámbito

• **Infraestructura y Edificación verde**

Evalúa si se incentiva la construcción y rehabilitación de edificaciones que utilicen prácticas de diseño y construcción ecológicas, la conservación histórica, cultural y social del ámbito a certificar, la eficiencia energética y del agua en los edificios e infraestructuras, la prevención de la contaminación por la actividad de construcción y uso. En esta categoría se verifican principalmente los aspectos relacionados con el metabolismo del desarrollo urbano, como los recursos (energía, agua y materiales) y residuos (polución, contaminación, sólidos urbanos, etc.).

<b>Infraestructura y Edificación verde</b>		
<b>Indicadores</b>	<b>Puntos</b>	<b>Peso</b>
Certificación de edificios verdes	Obligatorio (Y/N)	-
Eficiencia energética del edificio	Obligatorio (Y/N)	-
Eficiencia en el agua en el edificio	Obligatorio (Y/N)	-
Prevención de la polución en la construcción	Obligatorio (Y/N)	-
Certificación de edificios verdes	5	4,5%
Eficiencia energética mínima en edificios	2	1,8%
Eficiencia hídrica mínima en edificios	1	0,9%
Eficiencia en el agua para riego	1	0,9%
Reutilización de edificios existentes	1	0,9%
Preservación de edificios históricos y reutilización	1	0,9%
Minimización de impactos en diseño y construcción	1	0,9%
Gestión de aguas de lluvia	4	3,6%
Reducción de la Isla de calor	1	0,9%
Orientación solar de edificios	1	0,9%
Recursos energéticos renovables	3	2,7%
Sistema Urbano de Calefacción y Refrigeración	2	1,8%
Eficiencia energética de las infraestructuras	1	0,9%
Gestión de aguas residuales	2	1,8%
Contenidos reciclados en la estructura	1	0,9%
Infraestructura de gestión de residuos constructivos	1	0,9%
Reducción de la contaminación lumínica	1	0,9%
<b>Total de la categoría</b>	<b>29</b>	<b>26%</b>

Figura 6.16: Listado de indicadores, puntos máximos alcanzables y peso relativo dentro del ámbito

• **Innovación y Prioridad regional**

Evalúa los proyectos ejemplares, las iniciativas innovadoras acordes con los principios del “green building, “smart grow” y “new urbanism”. Además de la consideración de prioridades regionales y la acreditación de profesional LEED asociado al proyecto.

<b>Innovación y Prioridad regional</b>		
<b>Indicadores</b>	<b>Puntos</b>	<b>Peso</b>
Desarrollo ejemplar e innovador	5	4,5%
Profesionales con acreditación LEED	1	0,9%
Prioridad regional	4	3,6%
<b>Total</b>	<b>10</b>	<b>9%</b>

Figura 6.17: Listado de indicadores, puntos máximos alcanzables y peso relativo dentro del ámbito

### 1.3 Certificación británica: BREEAM Communities



Figura 6.18: BREEAM

#### Metodología de evaluación:

El sistema BREEAM de certificación, como en el caso anterior, utiliza la metodología de lista de verificación (checklist). La evaluación se basa en indicadores relacionados con diversos aspectos, como el diseño, la construcción o el metabolismo durante la vida útil del desarrollo urbano.

Los indicadores del sistema BREEAM está formado por un total de 51 indicadores, de los cuales 23 son obligatorios para la certificación y 28 son opcionales. En este caso, a diferencia de lo que ocurre en la certificación LEED-ND, reciben puntuación tanto los indicadores obligatorios como los opcionales.

El resultado final de la certificación, dado por la siguiente escala de porcentajes, será el total de puntos obtenidos en cada indicador ponderados con pesos relativos definidos para cada región:

BREEAM Rating	% score
OUTSTANDING	≥85
EXCELLENT	≥70
VERY GOOD	≥55
GOOD	≥45
PASS	≥30
UNCLASSIFIED	<30

Figura 6.19: Escala de calificación

Para el empleo de la certificación BREEAM, el proyecto a certificar debe cumplir algunos requisitos básicos: estar localizado en una de las regiones inglesas, ser nuevo desarrollo o regeneración de áreas degradadas, ser de tipo residencial o de uso mixto y tener un tamaño mínimo de 10 unidades edificatorias.

## **Categorías e indicadores:**

Los indicadores se encuentran organizados en 8 categorías de las cuales, 7 presentan indicadores de obligatorio cumplimiento para los objetos de evaluación interesados en la certificación final. La cantidad de requerimientos no se encuentran distribuidos igualmente entre las categorías, además, los valores finalmente serán sometidos a ponderaciones con pesos definidos por técnicos asesores BREEAM, según las prioridades establecidas, por lo que la repercusión final de cada categoría puede variar según el valor que se aplique.

<b>Categorías</b>	<b>Puntos</b>	<b>Peso</b>
Clima y Energía	27	20%
Recursos	18	14%
Transporte	24	18%
Ecología y Biodiversidad	9	7%
Negocios	12	9%
Comunidad	12	9%
Diseño del lugar	24	18%
Edificación	6	5%
<b>Total</b>	<b>132</b>	<b>100%</b>

Figura 6.20: Categorías del sistema de evaluación BREEAM Communities

Todos los indicadores, incluso los obligatorios, llevan asignados puntos que incidirán en la clasificación final de la certificación.

La cantidad de puntos es constante para todos los indicadores, pero la metodología prevé un sistema de ponderación que establece valores para las categorías de evaluación en función de las características específicas del emplazamiento o tipo de desarrollo, como medio para ajustar los requisitos al contexto local.

Para cada requerimiento se puede obtener 1, 2 o 3 puntos, según la actuación del objeto respecto a las exigencias o especificaciones técnicas previstas; 1 punto es asignado para el cumplimiento de la mínima exigencia establecida, 2 puntos para una buena actuación y 3 para una actuación excelente. La mayoría de los indicadores son de carácter cualitativo, los cuales identifican las estrategias y acciones que deben ser previstas, implementadas o realizadas.

### **• Clima y Energía**

Objetivos: Reducir la contribución del desarrollo urbano a los impactos presentes y futuros que afectan a los cambios climáticos, además de verificar la adaptabilidad del mismo a estos impactos. Se verifican las actuaciones en los siguientes ámbitos: gestión de inundaciones, eficiencia energética, eficiencia en el uso del agua, uso de energías renovables, provisión de infraestructuras y consideraciones de los principios de diseño pasivo.



<b>Clima y Energía</b>		
<b>Indicadores</b>	<b>Puntos</b>	<b>Peso</b>
Riesgo de inundaciones	3	2,22 %
Gestión de aguas de escorrentía	3	2,22 %
Cubiertas con captación de agua pluvial	3	2,22 %
Estrategias de diseño para reducir la isla de calor	3	2,22 %
Estrategias de diseño para reducir la demanda de energía	3	2,22 %
Demanda energética satisfecha con renovables	3	2,22 %
Flexibilidad de incorporación de tecnologías renovables futuras	3	2,22 %
Adaptación para futuras instalaciones de servicios y redes de comunicación	3	2,22 %
Instalaciones sanitarias con reciclaje del agua de lluvia	3	2,22 %
<b>Total</b>	<b>27</b>	<b>20%</b>

Figura 6.21: Listado de indicadores, puntos máximos alcanzables y peso relativo dentro del ámbito

### • Recursos

Objetivos: Minimizar los impactos relacionados con la utilización de los recursos, verificando las actuaciones respecto a la utilización de los materiales y del agua, gestión de los residuos de construcción y demoliciones y consideración del ciclo de vida de los materiales.

<b>Recursos</b>		
<b>Requerimientos</b>	<b>Puntos</b>	<b>Peso</b>
Materiales de bajo impacto ambiental	3	2,33 %
Materiales de origen local	3	2,33 %
Materiales reciclados	3	2,33 %
Gestión de residuos-Producción de Compost	3	2,33 %
Eficiencia en el uso del agua	3	2,33 %
Gestión del agua subterránea	3	2,33 %
<b>Total máximo</b>	<b>18</b>	<b>14%</b>

Figura 6.22: Listado de indicadores, puntos máximos alcanzables y peso relativo dentro del ámbito

### • Transporte

Objetivos: Promover servicios y oportunidades de elección de medios de transporte alternativo al vehículo privado y estimular los trayectos a pie y en bicicleta, reduciendo la dependencia del coche.

<b>Transporte</b>		
<b>Indicadores</b>	<b>Puntos</b>	<b>Peso</b>
Transporte público: accesibilidad y capacidad	3	2,25 %
Transporte público: disponibilidad y frecuencia	3	2,25 %
Transporte público: Servicios de información	3	2,25 %
Red ciclista	3	2,25 %
Reducción del tráfico del vehículo privado	3	2,25 %
Reducción de zonas de aparcamiento	3	2,25 %
Cantidad de zonas peatonales	3	2,25 %
Impacto de la infraestructura del transporte	3	2,25 %
<b>Total máximo</b>	<b>24</b>	<b>18%</b>

Figura 6.23: Listado de indicadores, puntos máximos alcanzables y peso relativo dentro del ámbito

### • Ecología y Biodiversidad

Objetivos: Conservar y realzar los ecosistemas existentes y promover condiciones para el establecimiento de nuevos hábitats ecológicos a escala local.

<b>Ecología y Biodiversidad</b>		
<b>Indicadores</b>	<b>Puntos</b>	<b>Peso</b>
Estudio ecológico y de la biodiversidad local	3	2,33 %
Mantenimiento del hábitat natural	3	2,33 %
Vegetación autóctona	3	2,33 %
<b>Total máximo</b>	<b>9</b>	<b>7%</b>

Figura 6.24: Listado de indicadores, puntos máximos alcanzables y peso relativo dentro del ámbito

### • Negocios

Objetivos: Proporcionar oportunidades de creación de empresas tanto para la demanda local, como para la creación del empleo local, contribuyendo para la estabilidad económica de la localidad.

<b>Negocios</b>		
<b>Indicadores</b>	<b>Puntos</b>	<b>Peso</b>
Promoción de negocios prioritarios	3	2,25 %
Aprovechamiento y capacitación de los residentes	3	2,25 %
Estudio del impacto en el empleo	3	2,25 %
Ajuste entre oferta y demanda de negocios	3	2,25 %
<b>Total máximo</b>	<b>12</b>	<b>9%</b>

Figura 6.25: Listado de indicadores, puntos máximos alcanzables y peso relativo dentro del ámbito

### • Comunidad

Objetivos: Asegurar la creación de nuevas comunidades dinámicas, accesibles e integradas con el entorno.

<b>Comunidad</b>		
<b>Indicadores</b>	<b>Puntos</b>	<b>Peso</b>
Diseño considerando las necesidades de la comunidad	3	2,25 %
Diseño considerando accesibilidad a espacios y viviendas	3	2,25 %
Guía de usuario e información a la comunidad	3	2,25 %
Acciones de gestión y participación ciudadana	3	2,25 %
<b>Total máximo</b>	<b>12</b>	<b>9%</b>

Figura 6.26: Listado de indicadores, puntos máximos alcanzables y peso relativo dentro del ámbito

### • Diseño urbano

Objetivos: Promover un marco para el diseño de un lugar con identidad a partir del contexto local y sus herencias.

<b>Diseño urbano</b>		
<b>Indicadores</b>	<b>Puntos</b>	<b>Peso</b>
Uso eficiente del suelo	3	2,25 %
Reutilización del suelo	3	2,25 %
Cuidado del Paisaje	3	2,25 %
Diseño y accesibilidad	3	2,25 %
Espacios abiertos y zonas verdes	3	2,25 %
Cobertura de las necesidades demográficas	3	2,25 %
Dotación de vivienda protegida	3	2,25 %
Seguridad en vivienda y espacio público	3	2,25 %
<b>Total máximo</b>	<b>24</b>	<b>18%</b>

Figura 6.27: Listado de indicadores, puntos máximos alcanzables y peso relativo dentro del ámbito

### • Edificación

Objetivos: Contribuir a la sostenibilidad a través del diseño individual de los edificios con altos estándares medioambientales y sociales.

<b>Edificación</b>		
<b>Indicadores</b>	<b>Puntos</b>	<b>Peso</b>
Edificación residencial con certificado	3	2,50 %
Edificación no residenciales con certificado	3	2,50 %
<b>Total máximo</b>	<b>6</b>	<b>5%</b>

Figura 6.28: Listado de indicadores, puntos máximos alcanzables y peso relativo dentro del ámbito

## 1.4 Certificación japonesa: CASBEE for Urban Development

El sistema CASBEE de evaluación y certificación también utiliza la metodología de lista de verificación (checklist) y busca considerar todas las etapas del ciclo de vida del entorno construido en los requerimientos del sistema.

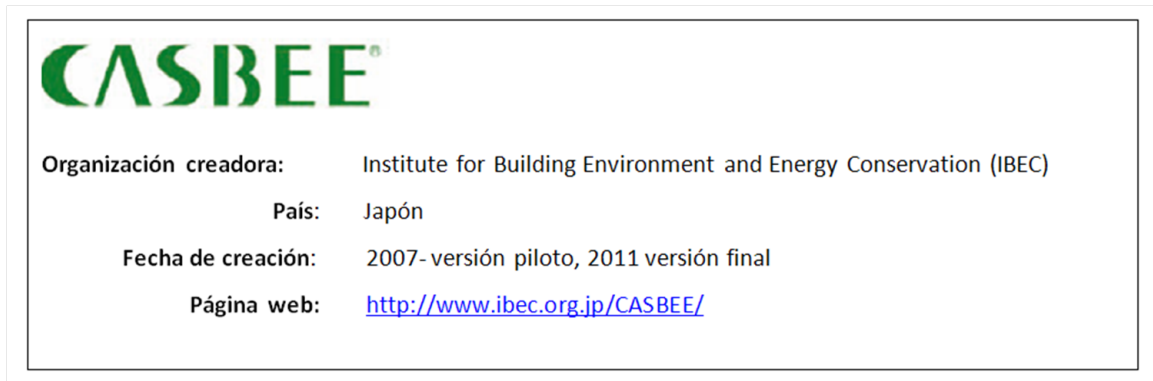


Figura 6.29: Datos del sistema de certificación Casbee

Los parámetros de evaluación son organizados a partir de dos temas conceptuales base, la Calidad ambiental interior del proyecto “Q” (Quality) y la Carga ambiental al exterior “L” (Load), que han sido definidos a partir de los límites de influencia del proyecto evaluado: el límite de la edificación y el límite del área urbana evaluada.

### Metodología de evaluación:

La metodología busca verificar a través de un listado de indicadores la reducción del impacto al exterior y la elevación de las calidades ambientales internas en los límites del desarrollo, en comparación con un objeto de referencia definido a partir de las características básicas del objeto evaluado pero con las estrategias de diseño, gestión y equipamientos estándares utilizados en la práctica habitual en Japón.

Para la evaluación y clasificación del objeto de certificación se ha creado el indicador BEE-Building Environmental Efficiency obtenido a partir de la función Q/L para cada categoría. Según la organización el indicador permite sintetizar el resultado de la evaluación y la presentación de los resultados. Para la presentación de los resultados se utiliza un gráfico que representa “L” (Carga Ambiental) frente a “Q” (Calidad Ambiental) de modo que el valor de BEE final se calcula y visualiza en la pendiente del gráfico de la forma siguiente:

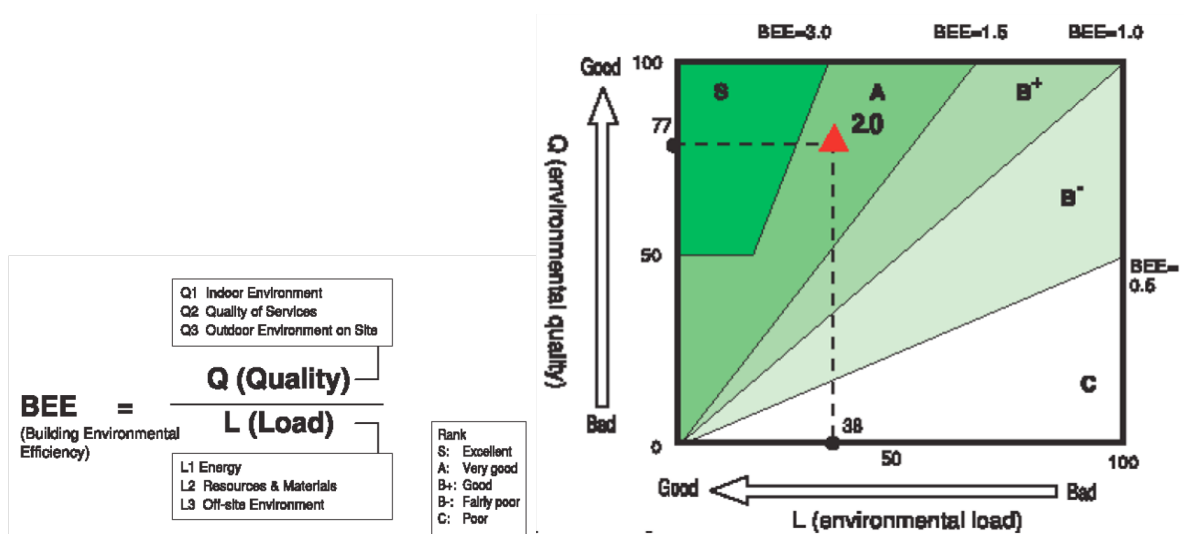


Figura 6.30: Cálculo de BEE y representación gráfica de Q y L

La certificación final se obtiene a partir del valor del indicador BEE final, resultado de la media ponderada de los indicadores BEE de cada categoría.

– BEE = 3.0 o más, Q=50 o más: <i>Excellent (S)</i>	*****	5 estrellas
– BEE entre 1.5 y 3.0: <i>Very Good (A)</i>	***	4 estrellas
– BEE entre 1.0 y 1.5: <i>Good (B+)</i>	**	3 estrellas
– BEE entre 0.5 y 1.0: <i>Fairly Poor (B-)</i>	*	2 estrellas
– BEE menor de 0.5: <i>Poor (C)</i>		1 estrella

Figura 6.31: Calificación de Certificación CASBEE

Los indicadores del sistema de evaluación son en total 83 y están organizados en 6 categorías relacionadas con la calidad ambiental y los impactos ambientales del desarrollo. Las 6 categorías repercuten de modo diferenciado en la evaluación pues son sometidas a pesos que varían en función de la ubicación del objeto evaluado, si está insertado en un tejido urbano consolidado (centro) o si se localiza fuera del área urbana consolidada (general).

Categorías	Puntos	Peso
Medio natural	17	20%
Servicios a escala local	15	18%
Contribución a la comunidad local	8	10%
Impacto ambiental	16	19%
Infraestructura social	14	17%
Gestión del medio ambiente local	13	16%
<b>Total</b>	<b>83</b>	<b>100%</b>

Figura 6.32: Categorías del sistema de evaluación CASBEE for cities

Para la clasificación del objeto evaluado, el sistema prevé un sistema de niveles para el cumplimiento de los indicadores, que varía de 1 a 5, en el cual el nivel 3 es el nivel de referencia, el nivel 1 corresponde a la mínima condición estipulada en base a las normas y leyes pertinentes y el nivel 5 corresponde al mejor rendimiento posible para el requerimiento.

El sistema no establece indicadores obligatorios, apenas determina que se debe identificar los requerimientos cumplidos y el nivel correspondiente según la opción que se cumpla. Además, es necesario identificar cuáles de los indicadores que se consideran con mayor importancia local, lo que modifica el peso relativo, repercutiendo más significativamente en la evaluación final. El procedimiento de evaluación se realiza directamente a través de una hoja excel disponible en la página web de la organización en japonés e inglés, donde se introducen los datos del proyecto y se identifican los requerimientos cumplidos con las estrategias correspondientes.

## Categorías e indicadores:

### • Medio natural (microclima y ecosistemas)

Objetivos: Verificar la consideración de las características ambientales del local, preservación de los sistemas ecológicos (suelo, agua y aire), además de promover la calidad y confort de los espacios exteriores.

<b>Medio natural</b>		
<b>Indicadores</b>	<b>Puntos</b>	<b>Peso</b>
Conservación del microclima en los espacios peatonales	6,0	7,0%
Conservación del terreno	3,4	4,0%
Conservación de los recursos hídricos	2,6	3,0%
Conservación de los hábitats naturales	1,7	2,0%
Otras consideraciones para el medio ambiente local	3,4	4,0%
<b>Total</b>	<b>17</b>	<b>20%</b>

Figura 6.33: Listado de indicadores, puntos máximos alcanzables y peso relativo dentro del ámbito

### • Servicios

Objetivos: Verificar el rendimiento de los sistemas del desarrollo (suministro, tratamiento y información), garantizar la máxima eficiencia y calidad en los servicios, proporcionando confort y seguridad a los usuarios.

<b>Servicios</b>		
<b>Indicadores</b>	<b>Puntos</b>	<b>Peso</b>
Sistemas de suministro y tratamiento	2,3	2,7%
Sistemas de información	2,3	2,7%
Sistemas de transporte	3,0	3,6%
Prevención de desastres y crímenes	2,3	2,7%
Proximidad a servicios básicos	2,3	2,7%
Consideración para el diseño universal	3,0	3,6%
<b>Total</b>	<b>15</b>	<b>18%</b>

Figura 6.34: Listado de indicadores, puntos máximos alcanzables y peso relativo dentro del ámbito

### • Contribución a la comunidad (historia, cultura, paisaje)

Objetivos: Promover la utilización de todos los recursos locales o del entorno, el estímulo a la participación e información, la creación de una comunidad armónica con el entorno y con sus raíces históricas, culturales y sociales.

<b>Contribución a la comunidad</b>		
<b>Indicadores</b>	<b>Puntos</b>	<b>Peso</b>
Uso del recurso a escala local	1,2	1,5%
Infraestructuras sociales	3,6	4,5%
Estimulación de una buena comunidad	1,2	1,5%
Contexto y escenario urbano	2,0	2,5%
<b>Total</b>	<b>8</b>	<b>10%</b>

Figura 6.35: Listado de indicadores, puntos máximos alcanzables y peso relativo dentro del ámbito

• **Impacto ambiental (microclimas, fachadas y paisaje)**

Objetivos: Verificar las actuaciones para la mitigación de los impactos a escala local y fuera del límite del proyecto, considerando el tratamiento y diseño de los espacios exteriores para la creación de locales confortables para el usuario y en armonía con los factores ambientales a escala local y su entorno.

<b>Impacto ambiental</b>		
<b>Indicadores</b>	<b>Puntos</b>	<b>Peso</b>
Reducción del impacto térmico en los espacios exteriores	4,8	5,7%
Mitigación del impacto y degradación del suelo	2,4	2,9%
Reducción de la contaminación del aire	1,6	1,9%
Prevención del ruido, vibraciones y olor	1,6	1,9%
Mitigación de la incidencia del viento y radiación solar	4,0	4,8%
Reducción de la contaminación lumínica	1,6	1,9%
<b>Total</b>	<b>16</b>	<b>19%</b>

Figura 6.36: Listado de indicadores, puntos máximos alcanzables y peso relativo dentro del ámbito

• **Infraestructura social**

Objetivos: Promover el uso eficiente de los recursos en la infraestructura a escala local, considerando técnicas y sistemas que reduzcan los impactos en el medio ambiente interior y exterior al desarrollo.

<b>Infraestructura social</b>		
<b>Indicadores</b>	<b>Puntos</b>	<b>Peso</b>
Reducción del impacto térmico en los espacios exteriores	2,5	3,1%
Reducción de la escorrentía superficial	1,1	1,4%
Reducción de la carga de tratamiento de aguas residuales y grises	1,1	1,4%
Reducción de la carga de tratamiento de residuos sólidos	2,2	2,7%
Reducción de la carga de tráfico	3,5	4,3%
Eficiencia en el uso de la energía	3,5	4,3%
<b>Total</b>	<b>14</b>	<b>17%</b>

Figura 6.37: Listado de indicadores, puntos máximos alcanzables y peso relativo dentro del ámbito

• **Gestión del medio ambiente**

Objetivos: Promover instrumentos de gestión y seguimiento para el uso eficiente de los recursos, considerando tanto los sistemas e infraestructuras a escala local, como adyacentes, verificar el impacto global de las actuaciones a escala local.

<b>Gestión del medio ambiente</b>		
<b>Indicadores</b>	<b>Puntos</b>	<b>Peso</b>
Consideración del calentamiento global	3,3	4,0%
Gestión ambientalmente responsable de la construcción	4,6	5,6%
Planeamiento del transporte local	2,0	2,4%
Monitoreo y supervisión de los sistemas	3,3	4,0%
<b>Total</b>	<b>13</b>	<b>16%</b>

Figura 6.38: Listado de indicadores, puntos máximos alcanzables y peso relativo dentro del ámbito

## 1.5 Análisis de indicadores en los diferentes sistemas de evaluación

### Clasificación de indicadores por temáticas para el cálculo de pesos relativos

A fin de asignar pesos a los indicadores adoptados en el modelo propuesto en este trabajo de forma adecuada y lo menos subjetiva posible, se han agrupado por temáticas los indicadores de las 3 sistemas de certificación para identificar los pesos relativos correspondientes a cada uno. A continuación se muestra cómo se han agrupado por temáticas y los resultados obtenidos de pesos.



Categorías	LEED
<b>Eficiencia energética</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eficiencia energética mínima en edificios</li> <li>• Reducción de la isla de calor</li> <li>• Orientación solar de edificios</li> <li>• Sistema urbano de Calefacción y Refrigeración</li> <li>• Eficiencia energética de las infraestructuras</li> <li>• Localizaciones preferibles</li> <li>• Localizaciones con reducida dependencia del coche</li> <li>• Reducción de áreas de aparcamiento</li> <li>• Red de calles</li> <li>• Facilidades de transporte</li> <li>• Gestión de la demanda de transporte</li> <li>• Diseño universal</li> <li>• Desarrollo ejemplar e innovador</li> <li>• Profesionales con acreditación LEED</li> <li>• Prioridad regional</li> </ul>
<b>Peso relativo = 35,3%</b>	
<b>Cuidado ambiental</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollo compacto</li> <li>• Recursos energéticos renovables</li> <li>• Certificación de edificios verdes</li> <li>• Reurbanización de áreas degradadas</li> <li>• Protección de suelo escarpado</li> <li>• Conservación de hábitats naturales</li> <li>• Restauración de hábitats naturales</li> <li>• Gestión a largo plazo de hábitats naturales</li> <li>• Eficiencia hídrica mínima en edificios</li> <li>• Eficiencia en el agua de riego</li> <li>• Reutilización de edificios existentes</li> <li>• Preservación de edificios históricos y reutilización</li> <li>• Minimización de impactos en diseño y construcción</li> <li>• Gestión de aguas de lluvia</li> <li>• Gestión de las aguas residuales</li> <li>• Contenidos reciclados en la estructura</li> <li>• Infraestructuras de gestión de residuos constructivos</li> <li>• Reducción de la contaminación lumínica</li> </ul>
<b>Peso relativo = 29,1%</b>	
<b>Equipamientos básicos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Barrio de uso mixto</li> <li>• Barrio diverso y mixto</li> <li>• Acceso a espacio cívico y público</li> <li>• Acceso a espacio de recreación</li> <li>• Escuelas en el barrio</li> <li>• Participación de la comunidad</li> <li>• Calles peatonales</li> <li>• Red de carril bici</li> <li>• Proximidad vivienda y trabajo</li> <li>• Arbolado y sombreado en calles</li> <li>• Producción local de alimentos</li> </ul>
<b>Peso relativo = 35,6%</b>	
<b>Peso total = 100%</b>	

Figura 6.39: Agrupación de indicadores por temática en la certificación LEED

Categorías	BREEAM
<b>Eficiencia energética</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estrategias de diseño para reducir la isla de calor</li> <li>• Estrategias para reducir la demanda de energía</li> <li>• Demanda energética satisfecha con renovables</li> <li>• Edificación residencial con certificado</li> <li>• Edificación no residenciales con certificado</li> <li>• Transporte público: accesibilidad y capacidad</li> <li>• Transporte público: disponibilidad y frecuencia</li> <li>• Transporte público: Servicios de información</li> <li>• Reducción del tráfico del vehículo privado</li> <li>• Reducción de zonas de aparcamiento</li> <li>• Diseño y accesibilidad</li> <li>• Flexibilidad de incorporación de tecnologías renovables futuras</li> <li>• Adaptación para futuras instalaciones de servicios y redes de comunicación</li> </ul>
<b>Peso relativo = 27,4%</b>	
<b>Cuidado ambiental</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uso eficiente del suelo</li> <li>• Gestión de aguas de escorrentía</li> <li>• Cubiertas con captación de agua pluvial</li> <li>• Instalaciones sanitarias con reciclaje de aguas de lluvia</li> <li>• Materiales de bajo impacto ambiental</li> <li>• Materiales de origen local</li> <li>• Materiales reciclados</li> <li>• Gestión de residuos-Producción de Compost</li> <li>• Eficiencia en el uso del agua</li> <li>• Gestión del agua subterránea</li> <li>• Estudio ecológico y de la biodiversidad local</li> <li>• Mantenimiento del hábitat natural</li> <li>• Vegetación autóctona</li> <li>• Cuidado del paisaje</li> <li>• Reutilización del suelo</li> <li>• Impacto de la infraestructura del transporte</li> <li>• Riesgo de inundaciones</li> </ul>
<b>Peso relativo = 45,4%</b>	
<b>Equipamientos básicos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Espacios abiertos y zonas verdes</li> <li>• Cobertura de las necesidades demográficas</li> <li>• Promoción de negocios prioritarios</li> <li>• Aprovechamiento y capacitación de los residentes</li> <li>• Estudio del impacto en el empleo</li> <li>• Ajuste entre oferta y demanda de negocios</li> <li>• Diseño considerando las necesidades de la comunidad</li> <li>• Diseño considerando accesibilidad a espacios y viviendas</li> <li>• Guía de usuario e información a la comunidad</li> <li>• Acciones de gestión y participación ciudadana</li> <li>• Seguridad en vivienda y espacio público</li> <li>• Dotación de vivienda protegida</li> <li>• Cantidad de zonas peatonales</li> <li>• Red ciclista</li> </ul>
<b>Peso relativo = 27,2%</b>	
<b>Peso total = 100%</b>	

Figura 6.40: Agrupación de indicadores por temática en la certificación BREEAM

Categorías	CASBEE
<b>Eficiencia energética</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eficiencia en el uso de la energía</li> <li>• Monitoreo y supervisión de los sistemas</li> <li>• Sistemas de transporte</li> <li>• Consideración para el diseño universal</li> <li>• Contexto y escenario urbano</li> <li>• Reducción de la carga de tráfico</li> <li>• Planeamiento del transporte local</li> <li>• Sistemas de suministro y tratamiento</li> <li>• Reducción del impacto térmico en los espacios exteriores</li> </ul>
<b>Peso relativo = 31,3%</b>	
<b>Cuidado ambiental</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conservación del microclima en los espacios peatonales</li> <li>• Conservación del terreno</li> <li>• Conservación de los recursos hídricos</li> <li>• Conservación de los hábitats naturales</li> <li>• Otras consideraciones para el medio ambiente local</li> <li>• Uso del recurso a escala local</li> <li>• Mitigación del impacto y degradación del suelo</li> <li>• Reducción de la contaminación del aire</li> <li>• Prevención del ruido, vibraciones y olor</li> <li>• Mitigación de la incidencia del viento y radiación solar</li> <li>• Reducción de la contaminación lumínica</li> <li>• Reducción de la escorrentía superficial</li> <li>• Reducción de la carga de tratamiento de aguas residuales y grises</li> <li>• Reducción de la carga de tratamiento de residuos sólidos</li> <li>• Consideración del calentamiento global</li> <li>• Gestión ambientalmente responsable de la construcción</li> </ul>
<b>Peso relativo = 48,7%</b>	
<b>Equipamientos básicos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proximidad a servicios básicos</li> <li>• Infraestructuras sociales</li> <li>• Prevención de desastres y crímenes</li> <li>• Sistemas de información</li> <li>• Estimulación de una buena comunidad</li> </ul>
<b>Peso relativo = 20,1%</b>	
<b>Peso total = 100%</b>	

Figura 6.41: Agrupación de indicadores por temática en la certificación CASBEE

Categorías	LEED	BREEAM	CASBEE
<b>Eficiencia energética</b>	35,3%	27,4%	31,3%
<b>Cuidado ambiental</b>	29,1%	45,4%	48,7%
<b>Habitabilidad</b>	35,6%	27,2%	20,1%
<b>Total</b>	100%	100%	100%

Figura 6.42: Resumen de pesos relativos por ámbitos para las distintas certificaciones así como los valores medios obtenidos

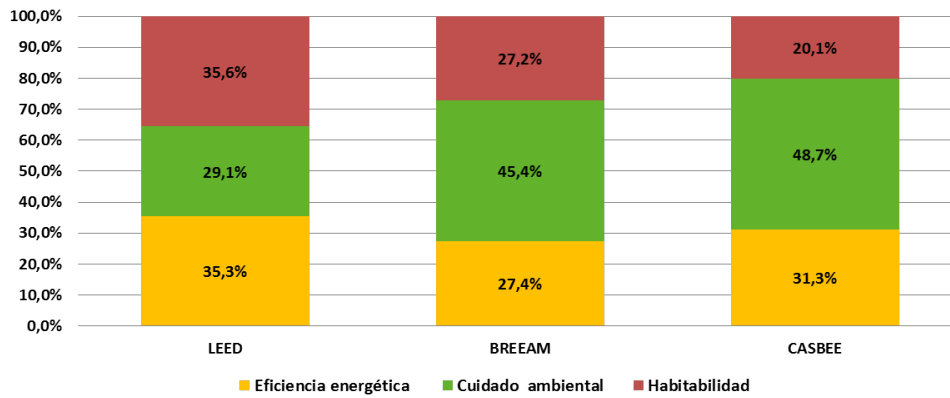
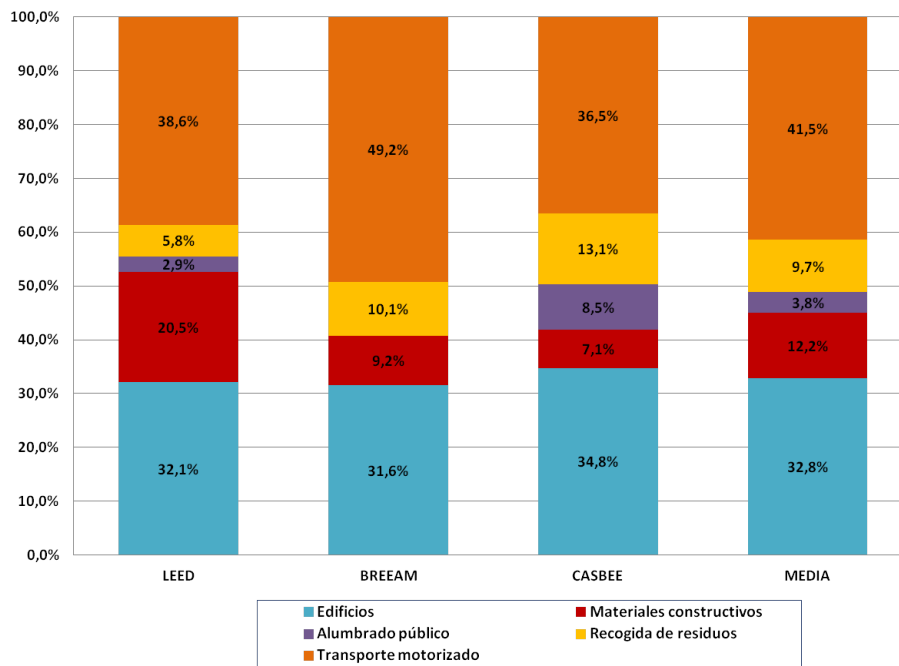


Figura 6.43: Resumen de pesos relativos por ámbitos

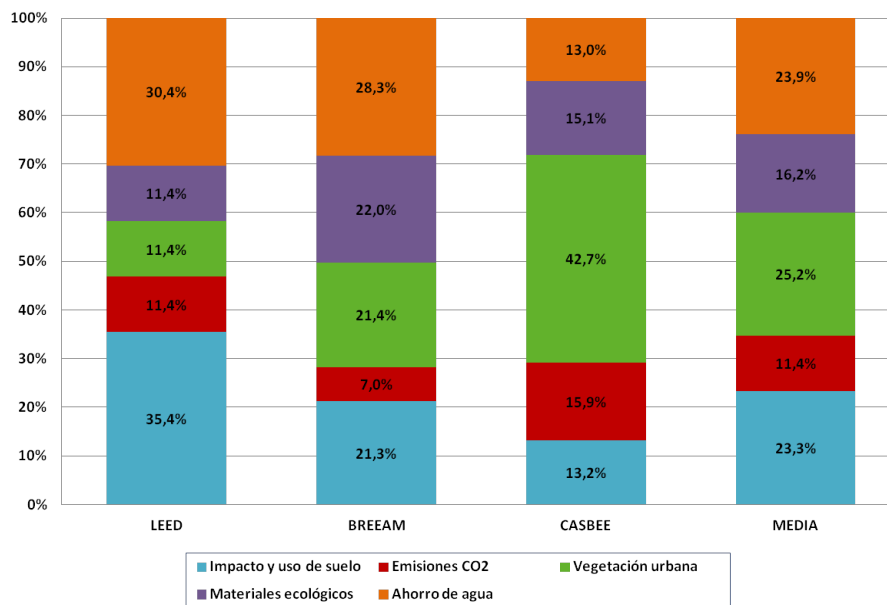
Categorías	LEED	BREEAM	CASBEE	MEDIA
<b>Eficiencia energética:</b>				
Edificios	32,1%	31,6%	34,8%	32,8%
Materiales constructivos	20,5%	9,2%	7,1%	12,2%
Alumbrado público	2,9%	0,0%	8,5%	3,8%
Recogida de residuos	5,8%	10,1%	13,1%	9,7%
Transporte motorizado	38,6%	49,2%	36,5%	41,5%
<b>total</b>	<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>
<b>Cuidado ambiental:</b>				
Impacto y uso de suelo	35,4%	21,3%	13,2%	23,3%
Emisiones CO <sub>2</sub>	11,4%	7,0%	15,9%	11,4%
Vegetación urbana	11,4%	21,4%	42,7%	25,2%
Materiales ecológicos	11,4%	22,0%	15,1%	16,2%
Ahorro de agua	30,4%	28,3%	13,0%	23,9%
<b>total</b>	<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>
<b>Equipamientos básicos y servicios:</b>				
Movilidad peatonal	36,2%	22,0%	16,5%	24,9%
Movilidad bicicleta	6,3%	11,0%	6,1%	7,8%
Servicios básicos	42,5%	22,0%	43,9%	36,2%
Espacios de relación	9,0%	11,0%	9,1%	9,7%
Espacios naturales	6,0%	33,9%	24,4%	21,4%
<b>total</b>	<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>

Figura 6.44: Pesos relativos de indicadores agrupados por temas para las distintas Herramientas

### Eficiencia energética



### Cuidado ambiental



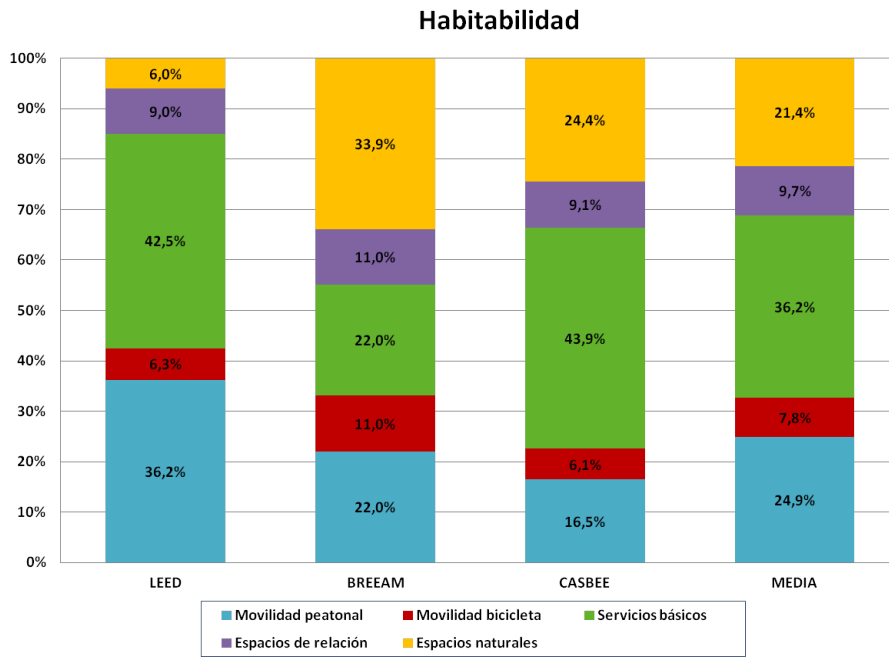


Figura 6.45: Pesos relativos de indicadores agrupados por temas para las distintas certificaciones analizadas y los valores medios obtenidos

## Capítulo 7

# Anexo 2. Fichas de indicadores del modelo de URSOS y sistema de indicadores del modelo LEED-ND

---

### 2.1 Sistema de indicadores de URSOS

A continuación se presentan las fichas de los 30 indicadores diseñados para el Modelo de evaluación urbana planteado:

La información aportada para cada indicador es la siguiente:

- **Definición**
- **Unidades de medida**
- **Cálculo**
- **Escala de Puntuación**

## ÁMBITO: ENERGÍA

### 1 DEMANDA DE REFRIGERACIÓN RESIDENCIAL

#### Definición:

Cantidad de energía anual demandada por el sector residencial para satisfacer las necesidades térmicas de refrigeración. Permite evaluar el adecuado diseño pasivo de los edificios para el clima del lugar.

#### Unidades de medida:

kWh/m<sup>2</sup> de superficie habitable y año

#### Cálculo:

Para el cálculo se aplican balances de energía a la envolvente térmica de los edificios, mediante programas informáticos de simulación que emplean los datos climáticos del lugar (radiación solar, T<sup>a</sup> aire y viento) y las características constructivas (factor de forma, aislamiento térmico, captación solar, elementos sombreantes, ventilación natural, etc.). Se obtiene el resultado para cada edificio individual, y el valor medio de la urbanización.

#### Escala de Puntuación

La escala de puntuación definida está basada en lo establecido en el *Procedimiento básico para la Certificación de Energética de Edificios* aprobada por el RD 47/2007 para garantizar el cumplimiento de los objetivos de la UE respecto al consumo energético en la edificación.

Dado que las demandas de climatización dependen del clima del lugar, se ha establecido una escala de puntuación específica para cada zona climática del ámbito español, según la división climática establecida en el Documento Básico DB-HE de Ahorro de energía del Código técnico de la edificación (CTE).

A modo de ejemplo se muestra la escala de puntuación concreta para la zona climática de Zaragoza.

ZARAGOZA	
Puntos	Demanda Refrigeración (kWh/m <sup>2</sup> año)
5	< 4,2
4	4,2-6,8
3	6,8-10,6
2	10,6-16,3
1	16,3-24,4

**Tabla 1.** Escala de Calificación establecida para la demanda de refrigeración en la zona climática de Zaragoza



<b>2</b>	<b>DEMANDA DE CALEFACCIÓN RESIDENCIAL</b>
----------	---

<b>Definición</b>														
Cantidad de energía anual demandada por el sector residencial para satisfacer las necesidades térmicas de calefacción. Permite evaluar el adecuado diseño pasivo de los edificios para el clima del lugar.														
<b>Unidades de medida:</b>														
kWh/m <sup>2</sup> de superficie habitable y año														
<b>Cálculo:</b>														
<p>Para el cálculo se aplican balances de energía a la envolvente térmica de los edificios, mediante programas informáticos de simulación que emplean los datos climáticos del lugar (radiación solar, T<sup>a</sup> aire y viento) y las características constructivas (factor de forma, aislamiento térmico, captación solar, elementos sombreantes, ventilación natural, etc.).</p> <p>Se obtiene el resultado para cada edificio individual, y el valor medio de la urbanización.</p>														
<b>Escala de Puntuación</b>														
<p>La escala de puntuación definida está basada en lo establecido en el <i>Procedimiento básico para la Certificación de Energética de Edificios</i> aprobada por el RD 47/2007 para garantizar el cumplimiento de los objetivos de la UE respecto al consumo energético en la edificación.</p> <p>Dado que las demandas de climatización dependen del clima del lugar, se ha establecido una escala de puntuación específica para cada zona climática del ámbito español, según la división climática establecida en el Documento Básico DB-HE de Ahorro de energía del Código técnico de la edificación (CTE).</p> <p>A modo de ejemplo se muestra la escala de puntuación concreta para la zona climática de Zaragoza.</p>														
<table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="background-color: #d9ead3;">ZARAGOZA</th> </tr> <tr> <th style="width: 15%;">Puntos</th> <th style="width: 85%;">Demanda Calefacción (kWh/m<sup>2</sup>año)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="background-color: #5499c7; color: white; text-align: center;">5</td> <td style="text-align: center;">&lt; 8,8</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #92d050; text-align: center;">4</td> <td style="text-align: center;">8,8-20,5</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #f1c232; text-align: center;">3</td> <td style="text-align: center;">20,5-37,2</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #e69d00; text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">37,2-62,3</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #cc0000; color: white; text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">62,3-104,2</td> </tr> </tbody> </table>	ZARAGOZA		Puntos	Demanda Calefacción (kWh/m <sup>2</sup> año)	5	< 8,8	4	8,8-20,5	3	20,5-37,2	2	37,2-62,3	1	62,3-104,2
ZARAGOZA														
Puntos	Demanda Calefacción (kWh/m <sup>2</sup> año)													
5	< 8,8													
4	8,8-20,5													
3	20,5-37,2													
2	37,2-62,3													
1	62,3-104,2													
<p><b>Tabla 2.</b> Escala de Calificación establecida para la demanda de Calefacción en la zona climática de Zaragoza</p>														

**3 COBERTURA DE ACS CON ENERGÍA SOLAR TÉRMICA**

<b>Definición:</b>
Parte de la energía demanda por los edificios para la producción de agua caliente sanitaria (ACS) que es abastecida con solar térmica.
<b>Unidades de medida:</b>
% kWh/m <sup>2</sup> habitable y año
<b>Cálculo:</b>
$\text{Cobertura de ACS con solar térmica (\%)} = \frac{\text{ACS}_{\text{solar térmica}}}{\text{ACS}_{\text{total}}}$
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Demanda total de ACS del edificio, según el documento HE4 del CTE (2007):</u> <math display="block">D_{\text{total}} = 365 \cdot \rho \cdot C_p \cdot Q_{\text{ACS}} \cdot \text{Ratio}_{\text{habitantes/m}^2} \cdot (T_{\text{ref}} - T_{\text{af}})</math> </li> </ul> <p>donde:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><math>D_{\text{total}}</math> = demanda anual de energía para ACS (kWh/m<sup>2</sup> año)</li> <li><math>\rho</math> = densidad del agua(kg/litro), se toma el valor 1 kg/litro</li> <li><math>C_p</math> = calor específico del agua (kJ/kgK), se toma el valor 4,18 kJ/kgK</li> <li><math>Q_{\text{ACS}}</math>= Consumo de ACS a la 60°C (litros/habitante año), obtenidos a partir del CTE-HE4 (22 litros/habitante-día para plurifamiliares y 30 litros/habitante-día para unifamiliares)</li> <li><math>T_{\text{ref}}</math> = Tª de referencia (°C) se toma por defecto el valor de 60°C</li> <li><math>T_{\text{af}}</math> = Tª media anual de agua fría de red (°C), se calcula como la media ponderada de las Tª diarias medias mensuales de agua fría, tal y como aparecen recogidas en la Norma UNE-EN 94 002:2005. Para el caso de Zaragoza se toma un valor de 14°C</li> <li><math>\text{Ratio}_{\text{habitantes/m}^2}</math> = 1 habitante por cada 33,3 m<sup>2</sup> de vivienda (tomado del INE (1991-2000))</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Producción de ACS con energía solar térmica:</u> se necesita conocer la siguiente información de la instalación: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Radiación solar del lugar sobre superficie horizontal</li> <li>- Superficie, orientación e inclinación de los colectores</li> <li>- Tipo de colector (plano, de tubos de vacío, etc.)</li> <li>- Capacidad del depósito de acumulación</li> </ul> </li> </ul> <p>Hay disponibles multitud de herramientas y hojas Excel gratuitas que permiten hacer estos cálculos de forma sencilla (CHEQ4 del IDAE, hoja de cálculo del Grupo de Energía y Edificación, etc.)</p>
<b>Escala de Puntuación</b>
Para la definición de la escala de puntuación se ha partido de lo establecido en el documento HE4 del CTE sobre el % de demanda energética de ACS que debe cubrirse con energía solar térmica en función de la zona climática:

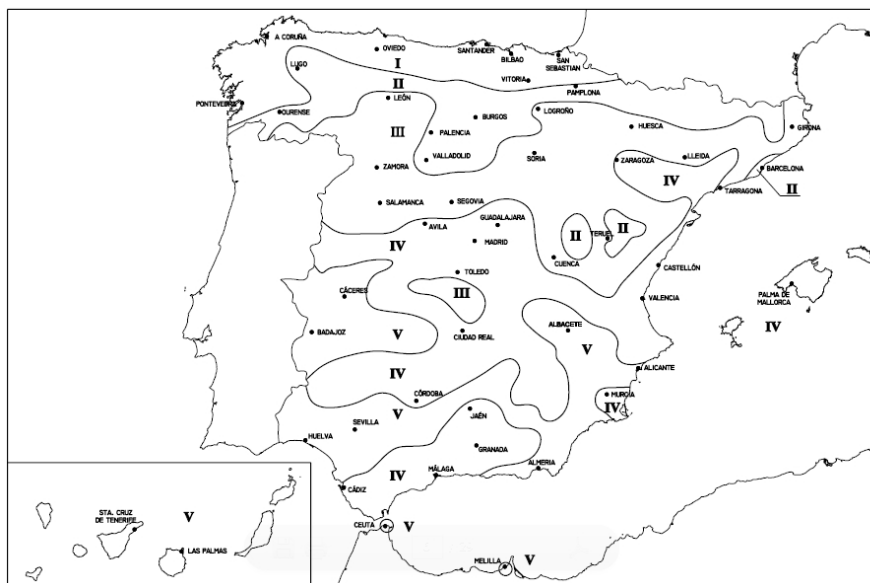
**Tablas 2.1 y 2.2 Contribución solar mínima en % en función de la zona climática para instalación general e instalación con efecto Joule:**

**Caso general** (fuente energética de apoyo es gasóleo, propano o gas natural)

Zona climática				
I	II	III	IV	V
30	30	50	60	70

**Efecto Joule** (fuente energética de apoyo es electricidad mediante efecto Joule)

Zona climática				
I	II	III	IV	V
50	60	70	70	70



Para realizar la escala de este indicador, se ha partido del valor mínimo exigido de demanda cubierta con energía solar marcado por la cobertura solar indicado en las tablas anteriores:

$$D_{\text{mínima a cubrir}} = D_{\text{total}} \cdot \% \text{ cobertura con solar térmica exigido (CTE)}$$

Ejemplo de demanda mínima para el caso de Zaragoza (Zona climática IV):

**Demanda total  $\rightarrow 12,9 \text{ kWh/m}^2 \text{ año}$**

**Producción solar para el 60 % de cobertura exigida  $\rightarrow 7,7 \text{ kWh/m}^2 \text{ año}$**

Siendo rigurosos con la normativa este valor de  $7,7 \text{ kWh/m}^2 \text{ año}$  debería tomarse como producción mínima a generar con solar térmica en cada edificio, y a ésta se le asignaría 1 punto. Sin embargo, en ocasiones no es posible cumplir con la cobertura a exigida por la normativa (por insuficiente superficie de tejado disponible, sombreado por edificios contiguos, barreras arquitectónicas, etc.) llegando a suponer pérdidas de hasta el 50%, por ello la normativa tiene holgura respecto al valor mínimo exigido si la causa lo justifica.

Así, para la generación de la escala de puntuación de este indicador se ha preferido ser un poco permisivos, asignando 2 puntos para el valor mínimo exigible dejando un margen para pérdidas justificadas que puedan acceder a 1 punto.

La escala establecida se muestra a continuación con los intervalos correspondiente a casa puntuación asignada:

ZARAGOZA		
Puntos	Demanda ACS con solar térmica (kWh/m <sup>2</sup> año)	% de cobertura de la demanda total
5	> 10,3	> 80%
4	≤ 10,3 – 9,0	≤ 80 - 70%
3	≤ 9,0 – 7,7	≤ 70 - 60%
2	≤ 7,7 – 6,5	≤ 60 - 50%
1	≤ 6,5 – 5,2	≤ 50 - 40%

**Tabla 3.** Escala de Calificación establecida para la demanda de ACS abastecida con solar térmica para la zona climática de Zaragoza para el caso general

**4 PRODUCCIÓN FOTOVOLTAICA EN EDIFICIOS POR UNIDAD DE SUPERFICIE DE DISPONIBLE**

**Definición:**

Cantidad anual de energía eléctrica producida en los tejados o azoteas de los edificios mediante sistemas fotovoltaicos en función de la superficie disponible para ello en tejados o azoteas.

**Unidades de medida:**

kWh producidos/m<sup>2</sup> de superficie disponible año

**Cálculo:**

El cálculo de este indicador se realiza de la siguiente forma:

$$\text{Producción fotovoltaica por unidad de superficie} = \frac{\text{kWh eléctricos producidos al año}}{\text{m}^2 \text{ disponibles}}$$

La energía eléctrica anual producida se calcula en base a la radiación global anual disponible en el lugar, las características de la instalación (inclinación, orientación, superficie y eficiencia de los paneles), pérdidas por sombreadamiento.

$$\text{Energía eléctrica anual producida} = \frac{\text{Rad}_{\text{global horizontal}} \times f_{\text{inclinación}} \times f_{\text{orientación}} \times f_{\text{sombreamiento}} \times \text{m}^2 \text{ paneles} \times R_{\text{to paneles}}}{\text{m}^2 \text{ disponibles}}$$

**Escala de Puntuación:**

La normativa actual (CTE) no exige una producción eléctrica mínima con sistemas fotovoltaicos para edificios residenciales, solo para el sector terciario, por tanto no hay ningún valor exigido del cual partir.

Para generar la escala de evaluación, se han realizado distintas simulaciones con el programa PVGIS para estimar diferentes producciones en función de la radiación solar disponible, distintas inclinaciones y orientaciones, y paneles de distinta eficiencia, para establecer cuál sería el valor mínimo de producción razonable al que darle 1 punto, cuál sería la situación ideal de producción a partir de la cual asignar 5 puntos, y a partir de éstos realizar la escala.

El valor de este indicador dependerá del recurso solar disponible en cada lugar, por tanto para cada zona climática se ha definido su escala específica. A continuación se muestra la escala correspondiente a la zona climática de Zaragoza:

ZARAGOZA	
Puntos	Producción fotovoltaica (kWh-año/m <sup>2</sup> disponible)
5	> 1200
4	1000-1200
3	800-1000
2	600-800
1	400-600

*Tabla 4. Escala de Calificación establecida para la producción de energía fotovoltaica en superficies disponibles de edificios*

**5 ENERGÍA CONTENIDA EN LOS MATERIALES DE LOS EDIFICIOS**

**Definición**

Estimación de la cantidad de energía invertida en la fabricación de los materiales estructurales de los edificios, incluyendo cimientos y plantas subterráneas.

**Unidades de medida:**

kWh “embebidos” en los materiales constructivos/m<sup>2</sup> de suelo total construido

**Cálculo:**

No existe un método estandarizado para el cálculo de la energía incorporada en los materiales de edificios, así que se ha optado por la siguiente fórmula:

$$\text{Energía en materiales constructivos} = \frac{\sum (\text{kg}_{\text{tipo de material}} \times \frac{\text{kWh}}{\text{kg}_{\text{tipo de material}}})}{\text{m}^2 \text{ totales de suelo construido}}$$

Para este cálculo en URSOS se ha generado una base de datos sobre energía invertida en la fabricación de 1 kg de los materiales más habituales a partir de información del BEDEC del Instituto de tecnología de la construcción de Cataluña (ITeC):

The screenshot displays the ITeC software interface. At the top, there's a navigation bar with 'ITeC' and various menu options like 'Aplicaciones informáticas', 'Bases de datos', 'Certificación', 'Servicios', 'Tienda', and 'Soporte informático'. Below this is a 'metaBase' section with search and filter options. The main area shows a 'Modificar parámetros' window for 'Actualizaciones'. The selected item is 'E451\_01 - HORMIGONADO DE PILAR (E)'. A table titled 'Consumo' provides the following data:

Consumo	Peso Kg	Coste energético MJ	kwh	Emisión CO2 Kg
Componentes constitutivos de materiales	2.539,07	1.308,64	363,51	235,56
agua	170,63	1,02	0,28	0,049
árido	2.105,95	315,89	87,75	16,85
cemento	262,50	991,73	275,48	218,66
Componentes constitutivos de maquinaria	-	142,42	39,56	37,20
gasoil	-	142,42	39,56	37,20
Total	2.539,07	1.451,06	403,07	272,76

Además será necesario definir en el programa la composición y espesores de la envolvente de cada edificio para que el programa calcule la masa total de los distintos materiales.

### Escala de Puntuación

El contenido energético asociado a los materiales constructivos no está regulado en la normativa, por tanto no hay ningún valor de referencia establecido.

Para definir la escala de puntuación de este indicador se ha revisado la bibliografía existente en busca de ratios de contenido energético en la edificación para tomar como referencia.

Finalmente se ha partido de los datos dados por *Vázquez Espi, 2001*, que establece una horquilla de contenido energético por materiales para un edificio de 50 años de vida entre 1000 y 2000 kWh/m<sup>2</sup>suelo construido, incluyendo cimientos y excavación. De acuerdo a estos valores se ha tomado un valor de máximo de partida de 1500 kWh/m<sup>2</sup>suelo al cual darle 1 punto.

Puntos	Energía en materiales (kWh/m <sup>2</sup> construido)
5	< 375
4	375 - 500
3	500 - 750
2	750 - 1125
1	1125 - 1500

**Tabla 5.** Escala de Calificación establecida para el contenido energético en la estructura material por unidad de superficie construida

**6 ENERGÍA CONTENIDA EN EL PAVIMENTO URBANO**

Definición						
Estimación de la cantidad media de energía invertida en la fabricación de los materiales constructivos de los diferentes tipos pavimento que presenta el conjunto del viario público.						
Unidades de medida:						
kWh “embebida” en materiales/m <sup>2</sup> de pavimento urbano						
Cálculo:						
No existe un método estandarizado para el cálculo de la energía contenida en los materiales del pavimento, así que se ha optado por la siguiente fórmula:						
$\text{Energía en pavimento urbano} = \sum (\text{m}^2_{\text{tipo pavimento}} \times \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2_{\text{tipo pavimento}}})$						
Para este cálculo en URSOS se ha generado una base de datos de diferentes tipologías de pavimento urbano y de sobre su contenido unitario energía contenida por m <sup>2</sup> de pavimento construido. Esta base de datos se ha obtenido a partir de la información presente en la tesina “Evaluación del impacto ambiental de los pavimentos urbanos exteriores” (da Silva, 2010):						
PAVIMENTOS URBANOS EXTERIORES - EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL (para 1 m2 de						
Característica	Sección representativa	Materiales por capas	Dimensiones		Peso (kg)	Energía incorporada (MJ)
			Espesor medio (m)	Volumen (m3)		
Embaldoso rígido		1 Baldosa de hormigón	0,07	0,65	577,35	1065,82
		2 Mortero de cemento	0,03			
		3 Hormigón en masa	0,15			
		4 Terreno compactado	0,40			
Losas perforadas de hormigón		1 Losa de hormigón armado perforada	0,12	0,65	529,06	464,59
		2 Arena	0,03			
		3 Grava y gravilla	0,15			
		4 Terreno compactado	0,40			
Adoquinado flexible		1 Adoquín de ladrillo cerámico	0,05	0,63	632,30	361,46
		2 Arena	0,03			
		3 Grava	0,10			
		4 Grava gruesa	0,15			
		5 Terreno compactado	0,30			
Escala de Puntuación						
El contenido energético asociado a los materiales constructivos no está regulado en la normativa, por tanto no hay ningún valor de referencia establecido. Así que para definir la escala de puntuación de este indicador se ha revisado la bibliografía en busca de ratios de contenido energético en el pavimento urbano para tomar como referencia, pero la información al respecto es escasa, por lo que se ha empleado el trabajo de da Silva, 2010. Para hacer la escala de puntuación primero se ha revisado el contenido energético de los diferentes tipos de pavimentos, que oscilan:						

400-500 kWh/m<sup>2</sup> → los tipo hormigonado o cerámico  
 150-250 kWh/m<sup>2</sup> → los de tipo plástico  
 10-50 kWh/m<sup>2</sup> → los de tipo natural (madera, árido compactado, suelo vegetal, etc.)

En base a esto, se ha optado por tomar el valor de 450 kWh/m<sup>2</sup> como valor máximo al cual darle 1 punto, resultando la escala de puntuación siguiente:

Puntos	Energía pavimento urbano (kWh/m <sup>2</sup> )
5	< 90
4	90-180
3	180-270
2	270-360
1	360-450

**Tabla 6.** Escala de Calificación establecida para el contenido energético del pavimento urbano por unidad de superficie construida

**7 SISTEMA DE RECOGIDA DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS**

**Definición**

Valoración de la idoneidad del sistema de recogida de residuos adoptada en base al ratio de energía asociada al transporte por unidad de peso recogida.

**Unidades de medida:**

kWh asociado al transporte para la recogida/Tonelada de residuos recogidos año

**Cálculo:**

$$\text{Energía anual por recogida de residuos} = \sum \left( \% \text{ peso}_{\text{tipo residuo}} \times \frac{\text{kWh}}{\text{Tonelada}_{\text{tipo residuo}}} \right)$$

Tipo de residuo	% en peso de tipo de residuo
Materia orgánica	61
Papel-cartón	17
Envases	15
Vidrio	5,5

*\*Encuesta sobre recogida y tratamiento de residuos, INE 2010*

Para el cálculo el usuario debe definir el tipo de recogida para cada tipo de residuo y el programa asignará los siguientes ratios:



Tipo de recogida	Ratio de energía por recogida considerando una determinada frecuencia y plena carga	Frecuencia de recogida considerada
Contenedores en viario	350 kWh/ Tonelada	5-7 veces/semana
Puerta a puerta	150 kWh/ Tonelada	2-3 veces/semana
Neumática	50 kWh/ Tonelada	Cuando está lleno

*\* Estos datos sólo incluyen el consumo asociado al transporte de recogida de residuos desde los puntos de depósito hasta la estación de transferencia, y suponen una situación óptima de plena carga. Ratios calculados a partir de datos de Punkkinen et al., 2012.*

**Escala de Puntuación**

En base a los ratios energéticos estimados para las diferentes tipologías de recogida, se ha optado por tomar el valor de 350 kWh/m<sup>2</sup> como valor máximo al cual darle 1 punto, resultando la escala de puntuación siguiente:

Puntos	Energía por recogida (kWh/Tonelada año)
5	< 100
4	100-150
3	150-200
2	200-250
1	250- 350

**Tabla 7.** Escala de Calificación establecida para la energía asociada a la recogida de RSU por unidad de peso gestionada

**8 CONSUMO ELÉCTRICO DEL ALUMBRADO PÚBLICO**

Definición
Consumo de energía eléctrica asociada al alumbrado público en función del tipo de sistema y luminarias empleadas.
Unidades de medida:
kWh/m <sup>2</sup> de viario público año
Cálculo:
El cálculo sólo atiende al consumo de energética asociado al tipo de luminarias empleadas en función de su potencia nominal y el número de horas de funcionamiento dado por el tipo de sistema de encendido y apagado.
$\text{Energía alumbrado} = \frac{\sum ( \text{nº luminarias} \times \text{KW}_{\text{tipoluminaria}} \times \text{horas anuales}_{\text{funcionamiento}} )}{\text{m}^2 \text{ totales viario público}}$
<i>* Los niveles de iluminación deben estar adecuados a lo que marca el Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior y sus Instrucciones técnicas complementarias EA-01 a EA.</i>

Escala de Puntuación	
<p>A falta de un ratio de consumo de alumbrado de referencia del cual partir, ya que en la normativa actual este aspecto no está limitado, se han analizado los ratios con los sistemas de iluminación convencional obteniendo valores entre 4-5 kWh/m<sup>2</sup>. En base a estos valores, para definir la escala de puntuación, se ha tomado 3,5 kWh/m<sup>2</sup> como valor máximo al cual asignar 1 punto, y a partir de ahí definir la escala siguiente:</p>	
Puntos	Energía alumbrado público (kWh/m <sup>2</sup> año)
5	< 0,9
4	0,9-1,8
3	1,8-2,7
2	2,7-3,6
1	3,6-4,5

**Tabla 8.** Escala de Calificación establecida para la energía consumida por alumbrado público

**9 ESPACIO VIARIO DESTINADO A VEHÍCULO PRIVADO**

Definición
<p>Porcentaje de superficie viaria para uso de vehículos privados (calzadas contando franjas de aparcamiento), en relación a la superficie total viaria de la urbanización. Este indicador evalúa si la distribución del viario da prioridad a los desplazamientos en vehículo privado frente a otros medios de transporte.</p>
Unidades de medida:
% espacio vehículos
Descripción y Cálculo:
$\% \text{ viario para vehículos} = \frac{\text{m}^2 \text{ calzadas (carriles+zona aparcamiento)}}{\text{m}^2 \text{ totales viario público}} \times 100$
Escala de Calificación
<p>La limitación de la superficie destinada al vehículo privado es una apuesta para reducir su uso a favor de los desplazamientos en transporte público, a pie y en bicicleta. La normativa actual no limita la superficie destinada a este fin, por lo que para diseñar la escala se ha partido de valores recomendados por la bibliografía consultada. En concreto se ha tomado el valor propuesto en (Red de Redes, 2010) que establece como valor ideal de espacio viario para vehículo privado de &lt; 25% del total. Así que se ha tomado este valor como máximo para asignar 5 puntos, y a partir de ahí se ha realizado la escala de la forma siguiente:</p>

Puntos	% espacio para vehículos
5	< 25
4	25-35
3	35-45
2	45-55
1	55-65

*Tabla 9. Escala de Calificación establecida para la proporción del espacio viario destinado al vehículo privado*

**10 ESPACIO VIARIO DESTINADO A TRANSPORTE PÚBLICO**

**Definición**

Proporción de espacio público destinado específicamente a la movilidad con transporte público (carriles exclusivos o con prioridad) en relación a la superficie total viaria de la urbanización.

**Unidades de medida:**

% espacio TP

**Cálculo:**

Este indicador evalúa si la distribución del viario da prioridad a los desplazamientos en transporte público frente al vehículo privado. La existencia de carriles específicos o de prioridad para el transporte público mejora la fluidez de este tipo de desplazamiento y por tanto hace más atractivo su uso.

$$\% \text{ viario para TP} = \frac{\text{m}^2 \text{ carriles específicos}}{\text{m}^2 \text{ totales viario público}} \times 100$$

**Escala de Puntuación**

En este caso no existen valores recomendados que tomar como referencia, por lo tras algunas valoraciones, analizando casos de ciudades europeas, sobre el valor óptimo razonable al cual asignarle los 5 puntos, se ha tomado el 20%, y a partir de aquí se ha realizado el resto de escala.

Puntos	% espacio para TP
5	> 20
4	15-20
3	10-15
2	5-10
1	1-5

*Tabla 10. Escala de Calificación establecida para la proporción del espacio viario destinado al Transporte público*

**ÁMBITO: MEDIOAMBIENTE**

<b>1</b>	<b>VALOR ECOLÓGICO DEL SUELO EDIFICADO</b>
----------	--

<b>Definición</b>												
Valoración del tipo de suelo ocupado en la construcción de los edificios en cuanto a su calidad ambiental.												
<b>Unidades de medida:</b>												
Indicador cualitativo												
<b>Cálculo:</b>												
<p>Se ha asignado una puntuación ente 0 y 5 en función del tipo de suelo ocupado en cada parcela de la siguiente forma:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>0- Suelo natural protegido</b></li> <li><b>1-Suelo urbanizable de la periferia de la ciudad</b></li> <li><b>2-Suelo urbanizable del casco urbano</b></li> <li><b>3-Suelo urbanizado de la periferia de la ciudad</b></li> <li><b>4-Suelo urbanizable del casco urbano</b></li> <li><b>5-Suelo degradado</b></li> </ul> <p>La puntuación se obtiene promediando los puntos asignados a cada parcela según su superficie y tipo de suelo, obteniendo la puntuación media del conjunto de área urbana analizada:</p> $\text{Valor ecológico suelo} = \frac{\sum m^2_{\text{parcela}} \times \text{Puntuación}_{\text{tipo de suelo parcela}}}{m^2_{\text{totales suelo urbano}}}$												
<b>Escala de Puntuación</b>												
<p>La escala se ha definido de la siguiente forma:</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th style="width: 15%;">Puntos</th> <th style="width: 85%;">Valor ecológico del suelo ocupado</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="background-color: #5499c7; color: white;">5</td> <td>Suelo degradado</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #92d050; color: white;">4</td> <td>Suelo urbanizado del casco urbano</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #f1c232; color: white;">3</td> <td>Suelo urbanizado de la periferia</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #f4a460; color: white;">2</td> <td>Suelo urbanizable del casco urbano</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #e74c3c; color: white;">1</td> <td>Suelo urbanizable de la periferia</td> </tr> </tbody> </table> <p align="center"><i>Tabla 11. Escala de Calificación establecida para el tipo de suelo ocupado</i></p>	Puntos	Valor ecológico del suelo ocupado	5	Suelo degradado	4	Suelo urbanizado del casco urbano	3	Suelo urbanizado de la periferia	2	Suelo urbanizable del casco urbano	1	Suelo urbanizable de la periferia
Puntos	Valor ecológico del suelo ocupado											
5	Suelo degradado											
4	Suelo urbanizado del casco urbano											
3	Suelo urbanizado de la periferia											
2	Suelo urbanizable del casco urbano											
1	Suelo urbanizable de la periferia											

**2**

**FACTOR DE PERMEABILIDAD DEL SUELO**

**Definición**

Valor de permeabilidad del suelo, indica la facilidad para que agua se infiltre a través del terreno. Trata de valorar la alteración del ciclo hidrológico del agua de lluvia debido a la artificialización del terreno.

**Unidades de medida:**

Adimensional

**Cálculo:**

Factor de permeabilidad (FP) según el tipo de suelo:

**FP=1,0**→ Suelos permeables: suelos en estado natural sin compactar (parques, jardines, descampados). A los lagos y los ríos se los considera dentro de este tipo.

**FP=0,5**→ Suelos semipermeables: Suelos que sin estar en estado natural mantienen parcialmente sus funciones. Pavimentos que permiten el paso de agua. Han perdido total o parcialmente la función biológica.

**FP=0,0**→ Suelos impermeables: calles asfaltadas, parcelas edificadas, etc.

El valor de permeabilidad del área urbana analizada se obtiene promediando los FP de cada tipo de suelo según su superficie mediante el cálculo siguiente:

$$\text{Factor de permeabilidad suelo} = \frac{\sum m^2_{\text{parcela}} \times \text{FP}_{\text{tipo de suelo parcela}}}{m^2_{\text{totales suelo urbano}}}$$

**Escala de Puntuación**

Para la realización de la escala se ha partido del valor de mínimo exigible de FP=0,1 (*Red de Redes, 2010*), quedando de la siguiente manera:

Puntos	Factor de permeabilidad del suelo
<b>5</b>	> 0,8
<b>4</b>	0,6-0,8
<b>3</b>	0,4-0,6
<b>2</b>	0,2-0,4
<b>1</b>	0,1-0,2

**Tabla 12.** Escala de Calificación establecida para el factor de permeabilidad del suelo ocupado

**3**

**DENSIDAD RESIDENCIAL ABSOLUTA**

**Definición**

Número de viviendas por hectárea de suelo urbanizado. El indicador refleja el grado de dispersión y la funcionalidad del modelo de ocupación de cara a necesidades de movilidad y dotación de espacios públicos de relación.

**Unidades de medida:**

Viviendas/hectárea

**Cálculo:**

$$\text{Densidad residencial absoluta} = \frac{\text{n}^\circ \text{ viviendas}_{\text{total}}}{\text{m}^2 \text{ totales suelo urbano}}$$

**Escala de Puntuación**

Para hacer la escala no se ha partido de la normativa actual<sup>1</sup>, sino del rango recomendado de densidad de población de 200-400 habitantes/ha (*Red de Redes, 2010*) lo que se traduce en una densidad entre 80-160 viviendas/ha.

Las densidades que están muy por encima o por debajo de estos valores no son deseables, ya que la sobredensificación genera escasez de espacios públicos y servicios por habitante, y las bajas densidades suponen una tipología edificatoria demasiado dispersa que conlleva mayor ocupación de suelo y necesidad de movilidad. Partiendo de la horquilla de densidades recomendables se ha establecido la escala de puntuación de la siguiente forma:

<b>Puntos</b>	<b>Densidad residencial absoluta</b>
<b>5</b>	150-170
<b>4</b>	130-150
<b>3</b>	110-130
<b>2</b>	90-110
<b>1</b>	70-90

**Tabla 13.** Escala de Calificación establecida la densidad residencial absoluta

<sup>1</sup> La legislación española en materia urbanística marcó un límite de densidad en nuevos desarrollos de 75 viviendas/ha (artículo 47 del RD 2159/1978, por el que se aprueba el Reglamento de Planeamiento para el Desarrollo y Aplicación de la Ley sobre Régimen del Suelo y Ordenación Urbana), desde entonces la mayor parte de la legislación autonómica ha establecido sus propios límites de densidad máxima que deben cumplirse, a pesar de que muchas zonas de la ciudad presentan densidades mayores, sobre todo en los centros de ciudad.

**4 DENSIDAD RESIDENCIAL RELATIVA**

<b>Definición</b>													
Superficie de viviendas total construido por m <sup>2</sup> de suelo ocupado para la construcción de edificios residenciales. El indicador refleja la eficiencia en el uso del suelo residencial para la creación de viviendas.													
<b>Unidades de medida:</b>													
m <sup>2</sup> viviendas/m <sup>2</sup> suelo residencial													
<b>Cálculo:</b>													
$\text{Densidad relativa} = \frac{\text{m}^2 \text{ totales de viviendas}}{\text{m}^2 \text{ suelo ocupado por edificios}}$													
Este indicador se calcula para cada parcela residencial, y también obtiene el valor medio para el área total analizada.													
<b>Escala de Puntuación</b>													
Para hacer la escala, no se contaba con valores de referencia, por lo que se ha calculado a partir de análisis de casos reales de parcelas edificadas para obtener los valores que se han considerado adecuados: <b>Mínimo deseable: 4 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup> → Ej: 4 plantas, 2 viviendas/planta (90 m<sup>2</sup>), 15% descansillos.</b> <b>Valor eficiente: 8 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup> → Ej: 9 plantas, 3 viviendas por planta (90 m<sup>2</sup>), 15% descansillos.</b>													
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Puntos</th> <th>Densidad residencial relativa</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="background-color: #006400; color: white;">5</td> <td>&gt; 8</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #90EE90;">4</td> <td>7-8</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #FFD700;">3</td> <td>6-7</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #FF8C00;">2</td> <td>5-6</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #FF0000; color: white;">1</td> <td>4-5</td> </tr> </tbody> </table>		Puntos	Densidad residencial relativa	5	> 8	4	7-8	3	6-7	2	5-6	1	4-5
Puntos	Densidad residencial relativa												
5	> 8												
4	7-8												
3	6-7												
2	5-6												
1	4-5												
<i>Tabla 14. Escala de Calificación establecida para la densidad residencial relativa</i>													

**5 EMISIONES ASOCIADAS AL CONSUMO RESIDENCIAL**

<b>Definición</b>	
Emisiones de CO <sub>2</sub> equivalente por unidad de superficie habitable y año. Este indicador pretende valorar tanto el rendimiento de las instalaciones como el nivel de cobertura del consumo energético residencial (térmico y eléctrico) con fuentes renovables en lugar de combustibles fósiles.	
<b>Unidades de medida:</b>	
kg CO <sub>2</sub> -eq /m <sup>2</sup> habitable año	

**Cálculo:**

El cálculo se realiza con las fórmula siguiente:

$$\text{Emisiones}_{\text{totales}} = \text{Emisiones}_{\text{Calefacción}} + \text{Emisiones}_{\text{Refrigeración}} + \text{Emisiones}_{\text{ACS}} + \text{Emisiones}_{\text{Electricidad}}$$

Siendo:

$$\text{Emisiones}_{\text{Calefacción}} = \frac{\text{kWh}_{\text{demandados}}}{\text{m}^2 \text{ año}} \times \text{Rto}_{\text{instalación}} \times \frac{\text{kg CO}_{2\text{-eq}}}{\text{kWh}_{\text{combustible}}}$$

$$\text{Emisiones}_{\text{Refrigeración}} = \frac{\text{kWh}_{\text{demandados}}}{\text{m}^2 \text{ año}} \times \text{Rto}_{\text{instalación}} \times \frac{\text{kg CO}_{2\text{-eq}}}{\text{kWh}_{\text{mix eléctrico}}}$$

$$\text{Emisiones}_{\text{ACS}} = \frac{\text{kWh}_{\text{sin solar}}}{\text{m}^2 \text{ año}} \times \text{Rto}_{\text{instalación}} \times \frac{\text{kg CO}_{2\text{-eq}}}{\text{kWh}_{\text{combustible}}}$$

$$\text{Emisiones}_{\text{Electricidad}} = \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \text{ año}} \times \frac{\text{kg CO}_{2\text{-eq}}}{\text{kWh}_{\text{mix eléctrico}}}$$

Este indicador se calcula para cada edificio, y también se obtiene el valor medio para el área total analizada.

**Escala de Puntuación**

El valor de referencia para establecer este indicador se ha tomado de (*Red de Redes, 2010*) que establece como valor deseable < 20 kg CO<sub>2-eq</sub>/m<sup>2</sup>año. A partir de esto, la escala generada es la siguiente:

Puntos	Emisiones de CO <sub>2-eq</sub> (kg CO <sub>2-eq</sub> / m <sup>2</sup> año)
5	< 20
4	20-30
3	30-40
2	40-50
1	50-60

*Tabla 15. Escala de Calificación establecida para las emisiones asociadas al consumo residencial*

**6 EMISIONES ASOCIADAS A MOVILIDAD**

**Definición**

Estimación del ratio de emisiones diarias por habitante asociadas a la movilidad en función de las prioridades dadas por el diseño viario a los diferentes modos de transporte.



<b>Unidades de medida:</b>																																								
kg CO <sub>2</sub> /habitante-día																																								
<b>Cálculo:</b>																																								
$\text{Ratio emisiones diario por habitante} = \sum \left( \frac{\text{km}}{\text{día}} \times \frac{\text{kg CO}_{2\text{-eq}}}{\text{hab - km}} \times \% \text{ hab}_{\text{en ese medio de transporte}} \right)$																																								
<p>Para el cálculo de este indicador, se ha partido de un reparto modal de referencia en función de la distancia a recorrer. El siguiente gráfico representa el reparto modal de referencia del cual se ha partido para hacer las estimaciones de emisiones:</p>																																								
<table border="1"> <caption>Datos estimados del gráfico de reparto modal</caption> <thead> <tr> <th>Distancia (km)</th> <th>a pie (%)</th> <th>bici (%)</th> <th>a motor (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>100</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>58</td><td>38</td><td>5</td></tr> <tr><td>2</td><td>32</td><td>48</td><td>20</td></tr> <tr><td>3</td><td>15</td><td>48</td><td>40</td></tr> <tr><td>4</td><td>5</td><td>38</td><td>60</td></tr> <tr><td>5</td><td>0</td><td>28</td><td>72</td></tr> <tr><td>6</td><td>0</td><td>20</td><td>78</td></tr> <tr><td>7</td><td>0</td><td>18</td><td>80</td></tr> <tr><td>8</td><td>0</td><td>18</td><td>80</td></tr> </tbody> </table>	Distancia (km)	a pie (%)	bici (%)	a motor (%)	0	100	0	0	1	58	38	5	2	32	48	20	3	15	48	40	4	5	38	60	5	0	28	72	6	0	20	78	7	0	18	80	8	0	18	80
Distancia (km)	a pie (%)	bici (%)	a motor (%)																																					
0	100	0	0																																					
1	58	38	5																																					
2	32	48	20																																					
3	15	48	40																																					
4	5	38	60																																					
5	0	28	72																																					
6	0	20	78																																					
7	0	18	80																																					
8	0	18	80																																					
<p>Reparto modal en función de la distancia a recorrer. <b>Fuente:</b> Krag T, 2002.</p>																																								
<p>Se han considerado estas distribuciones como las razonables, sin embargo esto no es lo que ocurre en la realidad, sino que el vehículo es el modo de transporte más empleado tanto para distancias largas, como para medias e incluso cortas; y la configuración del espacio viario tiene mucho que ver en cómo es este reparto modal. En general, a mayor espacio destinado a carriles más flujo de tráfico a motor se produce.</p>																																								
<p>Así, siguiendo con esta filosofía, para relacionar <i>distribución del espacio viario</i> con <i>emisiones asociadas a los desplazamientos motorizados (kg CO<sub>2</sub>-eq/habitante-día)</i> se ha generado una hoja de cálculo para estimar cuál sería el uso esperable de cada medio de transporte en función de cómo van variando el espacio viario destinado a cada uno de ellos, y de este modo estimar las emisiones generadas por los desplazamientos.</p>																																								
<p>Para las estimaciones del reparto modal se ha partido del gráfico anterior mostrado como referencia y se ha ido repartiendo los desplazamientos a motor en TP o vehículo privado en función del espacio destinado a cada modo de transporte en base a lo razonable.</p>																																								
<p>Una vez realizado el reparto de los desplazamientos en base a la distribución viaria, se ha estimado las emisiones asociadas a los distintos desplazamientos diarios en función de las distancia a recorrer en <b>kg CO<sub>2</sub>-eq/habitante-día</b>, a continuación se muestra una imagen de la hoja excel empleada para los cálculos de emisiones para distintas configuraciones:</p>																																								



Los factores de conversión empleados para el cálculo de emisiones han sido los siguientes:

Vehículo	Consumo	Factor de conversión	Ocupación media (habitante/vehículo)	kg CO <sub>2</sub> /habitante-km
Coche gasolina	10 litros/100 km	2,3 kg CO <sub>2</sub> /litro	1,5	0,153
Coche diésel	7 litros/100 km	2,6 kg CO <sub>2</sub> /litro	1,5	0,121
<b>Coche medio (diésel-gasolina)</b>	-	-	-	<b>0,137</b>
Tranvía	5 kWh/km	0,38 kgCO <sub>2</sub> /kWh	200	0,010
Autobús	28 litros/100km	2,6 kg CO <sub>2</sub> /litro	31	0,023
<b>TP medio (bus-tranvía)</b>	-	-	-	<b>0,016</b>

\* Elaboración propia a partir de datos del IDAE

En total se han evaluado 36 escenario de reparto viario recogidos en la tabla siguiente:

Reparto espacio viario				
%peatón	%bici	% TP	% coche	kg CO <sub>2</sub> /habitante-día
30	0	70	0	0,5
		60	10	1,1
		50	20	1,6
		40	30	2,1
		30	40	2,7
		20	50	2,5
		10	60	3,8
		0	70	4,3
25	5	70	0	0,4
		60	10	0,7
		50	20	1,1
		40	30	1,5
		30	40	1,9
		20	50	1,7
		10	60	2,6
		0	70	3,0

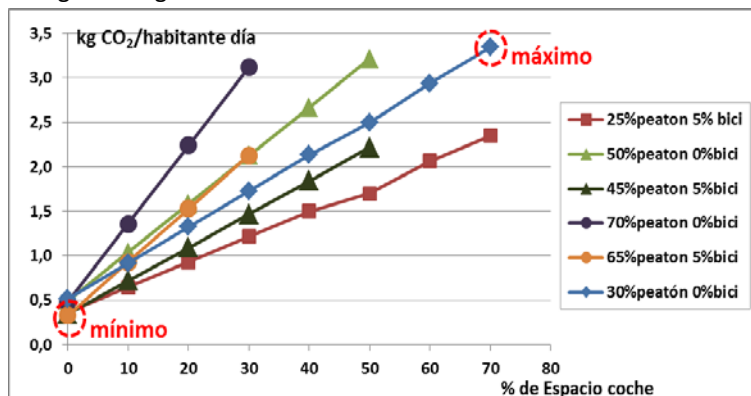
50	0	50	0	0,5
		40	10	1,2
		30	20	1,9
		20	30	2,7
		10	40	3,4
		0	50	4,1
45	5	50	0	0,3
		40	10	0,8
		30	20	1,3
		20	30	1,8
		10	40	2,3
		0	50	2,8
70	0	30	0	0,5
		20	10	1,7
		10	20	2,8
		0	30	4,0
65	5	30	0	0,3
		20	10	1,1
		10	20	1,9
		0	30	2,7

### Escala de Puntuación

Para establecer la escala de puntuación el valor máximo y mínimo obtenido en las estimaciones:

- *Máximo* (3,3 kg CO<sub>2</sub>/hab día): 30%peatón , 0% bici, 0% T público, 50% coche
- *Mínimo* (0,3 kg CO<sub>2</sub>/hab día): 65% peatón , 5%bici, 30% T público, 0% coche

El resto de configuraciones tendrán unos consumos dentro de esta horquilla de valores, como se muestra en el gráfico siguiente:



En base a estos límites se ha diseñado la escala de puntuación de la forma siguiente:

Puntos	Emisiones movilidad (kg CO <sub>2</sub> /habitante día)
5	< 1
4	1 - 1,5
3	1,5 - 2
2	2 - 2,5
1	2,5 - 3

**Tabla 16.** Escala de Calificación establecida para las emisiones asociadas a movilidad según la distribución viaria

7

**MASA ARBOLADA EN VIARIO PÚBLICO**

**Definición**

Volumen de masa vegetal en las calles respecto al volumen de viario total.

**Unidades de medida:**

% masa arbolada

**Cálculo:**

$$\% \text{ Masa arbolada en viario} = \sum \left( \frac{\text{m}^3 \text{ masa arbolada}}{\text{m}^3 \text{ totales de calle}} \right) \times 100$$

Donde:

$$\text{m}^3 \text{ masa arbolada} = 4/3 \times \pi \times (\text{Diámetro}_{\text{copa}}/2)^3$$

$$\text{m}^3 \text{ calle} = \text{longitud}_{\text{calle}} \times \text{anchura}_{\text{calle}} \times 8\text{m de altura}$$

**Escala de Puntuación**

El valor de referencia para este indicador, así como la fórmula de cálculo se ha tomado de (*Red de Redes, 2010*) el cual establece un valor mínimo de 10% de volumen verde en más del 50% de los tramos de calle. Para nuestra escala se ha cogido como mínimo el 5% en el 100% de los tramos de calle, quedando la siguiente escala:

Puntos	% masa arbolada
5	> 25
4	20 - 25
3	15 - 20
2	10 - 15
1	5 - 10

*Tabla 17. Escala de Calificación establecida para la proporción de masa arbolada en el varío*

8

**PROXIMIDAD A PUNTOS DE RECOGIDA DE RECICLAJE**

**Definición**

% de viviendas que están a menos de 150 m del punto de recogida selectiva de residuos para reciclaje más cercano. La disponibilidad de este servicio a distancias cortas de los hogares incrementa el porcentaje de recogida selectiva tanto a nivel de cantidad como de calidad, facilitando el cierre del ciclo de materiales.

**Unidades de medida:**

% viviendas con accesibilidad adecuada

<b>Cálculo:</b>													
<p>Para el cálculo de este indicador, URSOS calcula la distancia desde cada edificio al punto de recogida más cercano, y contabiliza la cantidad de viviendas que están a una distancia menor a 150 m respecto del total.</p> $\% \text{ viviendas con buen acceso}_{\text{puntosreciclaje}} = \frac{\text{n}\% \text{ viviendas}_{a \leq 150\text{m}}}{\text{n}\% \text{ viviendas}_{\text{total}}} \times 100$													
<b>Escala de Puntuación</b>													
<p>Para establecer el valor de referencia para este indicador se ha partido de (<i>Red de Redes, 2010</i>) que recomienda un valor 90-100% de las viviendas con una distancia máxima de 150 m de acceso al depósito de fracciones, resultando la siguiente escala:</p>													
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Puntos</th> <th>% viviendas</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td align="center">5</td> <td align="center">&gt;90</td> </tr> <tr> <td align="center">4</td> <td align="center">80-90</td> </tr> <tr> <td align="center">3</td> <td align="center">70-80</td> </tr> <tr> <td align="center">2</td> <td align="center">60-70</td> </tr> <tr> <td align="center">1</td> <td align="center">50-60</td> </tr> </tbody> </table>	Puntos	% viviendas	5	>90	4	80-90	3	70-80	2	60-70	1	50-60	
Puntos	% viviendas												
5	>90												
4	80-90												
3	70-80												
2	60-70												
1	50-60												
<p><i>Tabla 18. Escala de Calificación para la accesibilidad a los puntos de recogida selectiva de RSU</i></p>													

<b>9</b>	<b>CONSUMO RESIDENCIAL DE AGUA POTABLE</b>
----------	--

<b>Definición</b>
<p>Estimación del consumo de agua potable del conjunto de edificios de la zona urbana analizada. Se valora la existencia de sistemas que permitan el ahorro de agua potable (tecnologías de ahorro y/o reutilización, existencia de red separativa según calidades y usos).</p>
<b>Unidades de medida:</b>
<b>Litros de agua potable/habitante día</b>
<b>Cálculo:</b>
<p>La estimación del consumo de agua potable por persona se realiza a partir del consumo promedio nacional (144 litros/hab día) al que se aplican reducciones en función de la existencia de sistemas de ahorro, redes separativas, sistemas que permitan el uso aguas grises regeneradas, etc.</p> $\text{Consumo diario} = 144 \frac{\text{litros}}{\text{hab día}} - \% \text{ ahorro}_{\text{equipoeficientes, uso aguas grises o pluviales}}$
<b>Escala de Puntuación</b>
<p>Para definir la escala de puntuación, se ha partido del estudio de la tendencia mundial de consumo hídrico residencial en diferentes países, que establece como valor máximo admisible de consumo total de agua de 100 litros/habitante día (<i>Van den Berg, et al, 2010</i>). El cual si es analizado por calidades, se puede ver que más del 50% de las necesidades de agua del hogar pueden ser satisfechas con agua no potable.</p>

En base a esto, se ha establecido como valor de consumo óptimo de agua potable <60 litros/habitante-día para vivienda en bloque (Palma Carazo, I. J, 2012).

De esta manera, se ha generado la escala siguiente:

Puntos	Litros/habitante-día
5	< 60
4	60-70
3	70-80
2	80-90
1	90-100

**Tabla 19.** Escala de Calificación establecida para el consumo de agua potable residencial

\*El consumo mínimo de agua potable para subsistir se sitúa entre los 15-20 litros/habitante-día para beber, cocinar e higiene personal según datos de la OMS. Éste suministro debería quedar garantizado.

**10**

**CONSUMO URBANO DE AGUA POTABLE**

**Definición**

Estimación del consumo de agua potable en los usos urbanos (limpieza viaria y riego de parques, jardines y arbolado) que no requieren de agua potable. Este indicador expresa la cobertura mediante agua no potable.

**Unidades de medida:**

Litros/m<sup>2</sup> totales área urbana día

**Cálculo:**

$$\text{Consumo urbano diario} = \frac{(2 \frac{\text{litros riego}}{\text{m}^2 \text{ día}} \times \text{m}^2 \text{ a regar}) + (5 \frac{\text{litros limpieza}}{\text{m}^2 \text{ día}} \times \text{m}^2 \text{ zonas peatonales}) \times (100 - \% \text{ uso agua no potable})}{\text{m}^2 \text{ totales área urbana}}$$

Riego	2 litros/m <sup>2</sup> día
Limpieza viaria	5 litros/m <sup>2</sup> día

Ratios de consumo considerados. \*Fuente: iAgua

**Escala de Puntuación**

Puntos	litros/m <sup>2</sup> día
5	< 1
4	2-1
3	3-2
2	4-3
1	5-4

**Tabla 20.** Escala de Calificación establecida para el consumo de agua potable a nivel urbano

ÁMBITO: HABITABILIDAD

**1 ESPACIO VIARIO DESTINADO A MOVILIDAD PEATONAL**

<b>Definición</b>													
Proporción de espacio público destinado a los desplazamientos del peatón en relación a la superficie total viaria del área.													
<b>Unidades de medida:</b>													
% espacio peatonal													
<b>Cálculo:</b>													
Este indicador evalúa si la distribución del viario proporciona espacios peatonales de calidad que hagan agradable y atractivo este tipo de desplazamiento para cubrir distancias medias y cortas.													
$\% \text{ viario para peatones} = \frac{\text{m}^2 \text{ espacio peatonal}}{\text{m}^2 \text{ totales viario público}} \times 100$													
<b>Escala de Puntuación</b>													
La normativa actual no limita la superficie a este fin, así que el valor que se ha tomado como base para la generación de la escala ha sido el propuesto por ( <i>Red de Redes, 2010</i> ) que plantea un mínimo del 60% del espacio viario para peatón en más del 50% de los tramos de calle y como valor óptimo más del 75% del espacio viario para peatón en más del 50% de los tramos de calle.													
A partir de estos datos se ha realizado la escala de calificación siguiente considerando un mínimo del 30% de espacio para peatón en el 100% de las calles respecto a todo el espacio viario del espacio analizado.													
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Puntos</th> <th>% espacio peatonal</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="background-color: #006400; color: white;">5</td> <td>&gt; 70</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #90EE90;">4</td> <td>60-70</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #FFD700;">3</td> <td>50-60</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #FF8C00;">2</td> <td>40-50</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #FF0000; color: white;">1</td> <td>30-40</td> </tr> </tbody> </table>		Puntos	% espacio peatonal	5	> 70	4	60-70	3	50-60	2	40-50	1	30-40
Puntos	% espacio peatonal												
5	> 70												
4	60-70												
3	50-60												
2	40-50												
1	30-40												
<p><b>Tabla 21.</b> Escala de Calificación establecida para la proporción del espacio viario destinado a movilidad peatonal</p>													

**2 ESPACIO VIARIO PARA MOVILIDAD EN BICICLETA**

<b>Definición</b>	
Proporción de espacio público destinado a la movilidad ciclista en relación a la superficie total viaria. Se consideran espacios para desplazamiento ciclista tanto los carriles específicos para bici como las vías pacificadas de tráfico compartido con velocidad reducida a 30 km/h. En estos casos se considera el 50% del espacio para vehículos a motor y 50% para bicicletas.	

<b>Unidades de medida:</b>																																
% espacio ciclista																																
<b>Cálculo:</b>																																
<p>Este indicador evalúa si la distribución del viario proporciona espacios peatonales de calidad que hagan agradable y atractivo este tipo de desplazamiento para cubrir distancias medias y cortas.</p> $\% \text{ viario para ciclistas} = \frac{\text{m}^2 \text{ espacio ciclistas}}{\text{m}^2 \text{ totales viario público}} \times 100$																																
<b>Escala de Puntuación</b>																																
<p>A falta de datos de referencia para establecer la escala de calificación, ya que la normativa no establece límites para este fin, se ha estimado la superficie destinada a bicicleta en diferentes ciudades sensibilizadas con este medio de transporte en base a los km de carriles bici respecto a los km totales de calles:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Ciudad</th> <th>km carril bici</th> <th>km calles</th> <th>% espacio bici*</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Sevilla</td> <td>120</td> <td>1100</td> <td>1,6</td> </tr> <tr> <td>Zaragoza</td> <td>100</td> <td>1259</td> <td>1,2</td> </tr> <tr> <td>Barcelona</td> <td>180</td> <td>1259</td> <td>2,1</td> </tr> <tr> <td>Vitoria</td> <td>148</td> <td>486</td> <td>4,6</td> </tr> </tbody> </table> <p align="center">*No incluye calles de velocidad reducida (Fuente: Ministerio de Fomento, 2010)</p> <p>A partir de estos datos se ha generado la escala de calificación siguiente:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Puntos</th> <th>% espacio ciclista</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>5</td> <td>&gt; 5</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>4-5</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>3-4</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>2-3</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1-2</td> </tr> </tbody> </table> <p align="center"><b>Tabla 22.</b> Escala de Calificación establecida para la proporción del espacio viario destinado a movilidad en bicicleta</p>	Ciudad	km carril bici	km calles	% espacio bici*	Sevilla	120	1100	1,6	Zaragoza	100	1259	1,2	Barcelona	180	1259	2,1	Vitoria	148	486	4,6	Puntos	% espacio ciclista	5	> 5	4	4-5	3	3-4	2	2-3	1	1-2
Ciudad	km carril bici	km calles	% espacio bici*																													
Sevilla	120	1100	1,6																													
Zaragoza	100	1259	1,2																													
Barcelona	180	1259	2,1																													
Vitoria	148	486	4,6																													
Puntos	% espacio ciclista																															
5	> 5																															
4	4-5																															
3	3-4																															
2	2-3																															
1	1-2																															

<b>3</b>	<b>ACCESO A PARADAS DE TRANSPORTE PÚBLICO</b>
----------	---

<b>Definición</b>
<p>% de viviendas que están a menos de 300 m de la parada de transporte público más cercana. Potenciar la cercanía de la población a los sistemas de transporte público es un criterio básico para garantizar un acceso cómodo que fomente su uso reduciendo el tráfico motorizado privado.</p>
<b>Unidades de medida:</b>
% viviendas con buen acceso



<b>Cálculo:</b>												
<p>Para el cálculo de este indicador, URSOS calcula la distancia desde cada edificio a la parada más cercana, y contabiliza la cantidad de viviendas que están a una distancia menor a 300 m respecto del total.</p> $\% \text{ viviendas con buen acceso}_{\text{paradas TP}} = \frac{\text{n}^{\circ} \text{ viviendas}_{a \leq 300m}}{\text{n}^{\circ} \text{ viviendas}_{\text{total}}} \times 100$												
<b>Escala de Puntuación</b>												
<p>Para establecer el valor de referencia para este indicador se ha partido de (<i>Red de Redes, 2010</i>) que recomienda un valor 90-100% de las viviendas con una distancia máxima de 300 m (5 minutos a pie) de acceso a las paradas, resultando la siguiente escala:</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>Puntos</th> <th>% viviendas</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="background-color: #2e7d32; color: white;">5</td> <td>&gt; 90</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #9ccc65;">4</td> <td>80-90</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #ffc107;">3</td> <td>70-80</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #ff9800;">2</td> <td>60-70</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #f44336;">1</td> <td>50-60</td> </tr> </tbody> </table> <p align="center"><i>Tabla 23. Escala de Calificación establecida para la accesibilidad de la población a paradas de Transporte Público</i></p>	Puntos	% viviendas	5	> 90	4	80-90	3	70-80	2	60-70	1	50-60
Puntos	% viviendas											
5	> 90											
4	80-90											
3	70-80											
2	60-70											
1	50-60											

<b>4</b>	<b>PROXIMIDAD A CENTROS EDUCATIVOS</b>
----------	--

<b>Definición</b>
<p>% de viviendas que están a menos de 600 m al centro educativo más cercano. Como centros educativos se incluyen: centros de primaria y secundaria, y bachillerato.</p> <p>La disposición de los equipamientos en un radio de proximidad adecuado es la primera condición para que se dé una distribución equitativa de las dotaciones en el territorio, y reducir la movilidad motorizada.</p>
<b>Unidades de medida:</b>
<b>% viviendas con buen acceso</b>
<b>Cálculo:</b>
<p>Para el cálculo de este indicador, URSOS calcula la distancia desde cada edificio al centro educativo más cercano, y contabiliza la cantidad de viviendas que están a una distancia menor a 600 m respecto del total.</p> $\% \text{ viviendas con buen acceso}_{\text{centros educativos}} = \frac{\text{n}^{\circ} \text{ viviendas}_{a \leq 600m}}{\text{n}^{\circ} \text{ viviendas}_{\text{total}}} \times 100$

<b>Escala de Puntuación</b>	
Para establecer el valor de referencia para este indicador se ha partido de ( <i>Red de Redes, 2010</i> ) que recomienda un valor 90-100% de las viviendas con una distancia máxima de 600 m (10 minutos a pie) , resultando la siguiente escala:	
<b>Puntos</b>	<b>% viviendas</b>
5	> 90
4	80-90
3	70-80
2	60-70
1	50-60

**Tabla 24.** Escala de Calificación establecida para la accesibilidad a centros educativos

<b>5</b>	<b>PROXIMIDAD A TIENDAS DE ALIMENTACIÓN</b>
----------	---

<b>Definición</b>
% de viviendas que están a menos de 300 m de la tienda de alimentos básicos más cercana (supermercado, gran superficie, tienda de barrio).
<b>Unidades de medida:</b>
% viviendas con buen acceso
<b>Cálculo:</b>
Para el cálculo de este indicador, URSOS calcula la distancia desde cada edificio al establecimiento de venta de alimentos básicos más cercano, y contabiliza la cantidad de viviendas que están a una distancia menor a 300 m respecto del total.
$\% \text{ viviendas con buen acceso}_{\text{tiendas alimentación}} = \frac{\text{n}^{\circ} \text{ viviendas}_{\text{a} \leq 300\text{m}}}{\text{n}^{\circ} \text{ viviendas}_{\text{total}}} \times 100$
<i>* En el caso de evaluar nuevos desarrollos urbanos, en el cálculo del indicador se debe incluir también los establecimientos que no pertenezcan al nuevo desarrollo pero que estén dentro del área de influencia. De este modo su ubicación se diseñará de acuerdo a las necesidades de la población teniendo en cuenta la existencia previa de otros en su área de proximidad.</i>
<b>Escala de Puntuación</b>
Para establecer el valor de referencia para este indicador se ha partido de ( <i>Red de Redes, 2010</i> ) que recomienda un valor 90-100% de las viviendas con una distancia máxima de 300 m (5 minutos a pie) , resultando la siguiente escala:

Puntos	% viviendas
5	> 90
4	80-90
3	70-80
2	60-70
1	50-60

**Tabla 25.** Escala de Calificación establecida para la accesibilidad de la población a tiendas de alimentación

6

**PROXIMIDAD A ESPACIOS CUBIERTOS DE OCIO**

**Definición**

% de viviendas que están a menos de 1000 m del lugar o centro de ocio más cercano (bar, cafetería, centro cívico o cultural, cine o teatro).

**Unidades de medida:**

% viviendas con buen acceso

**Cálculo:**

Para el cálculo de este indicador, URSOS calcula la distancia desde cada edificio al lugar de ocio más cercano, y contabiliza la cantidad de viviendas que están a una distancia menor a 1000 m respecto del total.

$$\% \text{ viviendas con buen acceso}_{\text{lugares ocio}} = \frac{\text{n}^{\circ} \text{ viviendas}_{a \leq 1000\text{m}}}{\text{n}^{\circ} \text{ viviendas}_{\text{total}}} \times 100$$

\* En el caso de evaluar nuevos desarrollos urbanos, en el cálculo del indicador se debe incluir también los establecimientos que no pertenezcan al nuevo desarrollo pero que estén dentro del área de influencia. De este modo su ubicación se diseñará de acuerdo a las necesidades de la población teniendo en cuenta la existencia previa de otros en su área de proximidad.

**Escala de Puntuación**

Para establecer el valor de referencia para este indicador se ha partido de (Red de Redes, 2010) que recomienda un valor 90-100% de las viviendas con una distancia máxima de 1000 m, resultando la siguiente escala:

Puntos	% viviendas
5	> 90
4	80-90
3	70-80
2	60-70
1	50-60

**Tabla 26.** Escala de Calificación establecida para la accesibilidad de la población a lugares cubiertos de ocio

7

**PROXIMIDAD A CENTROS SANITARIOS**

**Definición**

% de viviendas que están a menos de 1000 m del centro sanitario más cercano (hospital, centro de salud, urgencias)

**Unidades de medida:**

% viviendas con buen acceso

**Cálculo:**

Para el cálculo de este indicador, URSOS calcula la distancia desde cada edificio al centro sanitario más cercano, y contabiliza la cantidad de viviendas que están a una distancia menor a 1000 m respecto del total.

$$\% \text{ viviendas con buen acceso}_{\text{centros sanitarios}} = \frac{\text{n}^{\circ} \text{ viviendas}_{a \leq 1000\text{m}}}{\text{n}^{\circ} \text{ viviendas}_{\text{total}}} \times 100$$

*\* En el caso de evaluar nuevos desarrollos urbanos, en el cálculo del indicador se debe incluir también los establecimientos que no pertenezcan al nuevo desarrollo pero que estén dentro del área de influencia. De este modo su ubicación se diseñará de acuerdo a las necesidades de la población teniendo en cuenta la existencia previa de otros en su área de proximidad.*

**Escala de Puntuación**

Para establecer el valor de referencia para este indicador se ha partido de (*Red de Redes, 2010*) que recomienda un valor 90-100% de las viviendas con una distancia máxima de 1000 m, resultando la siguiente escala:

Puntos	% viviendas
5	> 90
4	80-90
3	70-80
2	60-70
1	50-60

**Tabla 27.** Escala de Calificación establecida para la accesibilidad de la población a centros sanitarios

8

**PROXIMIDAD A INSTALACIONES DEPORTIVAS**

**Definición**

% de viviendas que están a menos de 1000 m de la instalación deportiva más cercana (pista al aire libre, pabellón o polideportivo).

<b>Unidades de medida:</b>												
% viviendas con buen acceso												
<b>Cálculo:</b>												
<p>Para el cálculo de este indicador, URSOS calcula la distancia desde cada edificio a la instalación deportiva más cercana, y contabiliza la cantidad de viviendas que están a una distancia menor a 1000 m respecto del total.</p> $\% \text{ viviendas con buen acceso}_{\text{zonas deportivas}} = \frac{\text{n}^{\circ} \text{ viviendas}_{\text{a} \leq 1000\text{m}}}{\text{n}^{\circ} \text{ viviendas}_{\text{total}}} \times 100$												
<b>Escala de Puntuación</b>												
<p>Para establecer el valor de referencia para este indicador se ha partido de (<i>Red de Redes, 2010</i>) que recomienda un valor 90-100% de las viviendas con una distancia máxima de 1000 m, resultando la siguiente escala:</p>												
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Puntos</th> <th>% viviendas</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>5</td> <td>&gt; 90</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>80-90</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>70-80</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>60-70</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>50-60</td> </tr> </tbody> </table>	Puntos	% viviendas	5	> 90	4	80-90	3	70-80	2	60-70	1	50-60
Puntos	% viviendas											
5	> 90											
4	80-90											
3	70-80											
2	60-70											
1	50-60											
<p><b>Tabla 28.</b> Escala de Calificación establecida para la accesibilidad de la población a instalaciones deportivas públicas</p>												

**9 DOTACIÓN DE ESPACIOS PÚBLICOS DE ESTANCIA**

<b>Definición</b>
Superficie de espacios públicos de relación (paseos, parques o plazas) por habitante en el área urbana analizada. Una adecuada dotación de estos espacios tiene gran importancia en la calidad de vida de los ciudadanos, como zonas donde relajarse y relacionarse socialmente.
<b>Unidades de medida:</b>
m <sup>2</sup> /habitante
<b>Cálculo:</b>
$\text{Dotación}_{\text{espacios públicos de relación}} = \frac{\text{m}^2 \text{ espacios de estancia}}{\text{total de viviendas} \times 33,3 \frac{\text{m}^2}{\text{habitante}}}$
<p>* El cálculo de habitantes se obtiene asignando 1 habitante por cada 33,3 m<sup>2</sup> de vivienda (<i>INE, 2010</i>)</p>

<b>Escala de Puntuación</b>	
Para establecer el valor de referencia para este indicador se ha partido de ( <i>Red de Redes, 2010</i> ) que recomienda una dotación mínima de 10 m <sup>2</sup> de espacio de estancia por habitante. De esta manera la escala generada ha sido la siguiente:	
<b>Puntos</b>	<b>m<sup>2</sup>/habitante</b>
<b>5</b>	> 30
<b>4</b>	25-30
<b>3</b>	20-25
<b>2</b>	15-20
<b>1</b>	10-15

**Tabla 29.** Escala de Calificación establecida para la dotación de espacios públicos de relación

<b>10</b>	<b>DOTACIÓN DE ESPACIOS NATURALES</b>
-----------	---------------------------------------

<b>Definición</b>												
Superficie de espacios naturales (parques y jardines y otros espacios públicos dotados de cobertura vegetal y/o arbolado con (más del 50% de su superficie. No se consideran las superficies verdes ligadas isletas de tráfico).												
Una adecuada dotación de estos espacios tiene gran importancia por los beneficios que reporta en el bienestar físico y emocional de las personas y por su papel en el medio ambiente y la biodiversidad urbana según la Organización Mundial de la Salud (OMS).												
<b>Unidades de medida:</b>												
<b>m<sup>2</sup>/habitante</b>												
<b>Cálculo</b>												
$\text{Dotación}_{\text{espacios naturales}} = \frac{\text{m}^2_{\text{espacios naturales}}}{\text{total de viviendas} \times 33,3 \frac{\text{m}^2}{\text{habitante}}}$												
* El cálculo de habitantes se obtiene asignando 1 habitante por cada 33,3 m <sup>2</sup> de vivienda (INE,2010)												
<b>Escala de Puntuación</b>												
La OMS establece como rango aceptable 9-14 m <sup>2</sup> de superficie verde por habitante. En base a esto y a las dotaciones consultadas para ciudades actuales, cuyo valor medio ronda los 6 m <sup>2</sup> /habitante, se ha establecido la siguiente escala:												
<table border="1"> <thead> <tr> <th><b>Puntos</b></th> <th><b>m<sup>2</sup>/habitante</b></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td align="center"><b>5</b></td> <td align="center">&gt; 25</td> </tr> <tr> <td align="center"><b>4</b></td> <td align="center">20-25</td> </tr> <tr> <td align="center"><b>3</b></td> <td align="center">15-20</td> </tr> <tr> <td align="center"><b>2</b></td> <td align="center">10-15</td> </tr> <tr> <td align="center"><b>1</b></td> <td align="center">5-10</td> </tr> </tbody> </table>	<b>Puntos</b>	<b>m<sup>2</sup>/habitante</b>	<b>5</b>	> 25	<b>4</b>	20-25	<b>3</b>	15-20	<b>2</b>	10-15	<b>1</b>	5-10
<b>Puntos</b>	<b>m<sup>2</sup>/habitante</b>											
<b>5</b>	> 25											
<b>4</b>	20-25											
<b>3</b>	15-20											
<b>2</b>	10-15											
<b>1</b>	5-10											
<b>Tabla 30.</b> Escala de Calificación establecida para la dotación de zonas naturales con vegetación												

## 2.2 Sistema de indicadores de LEED-ND

A continuación se presenta el resumen traducido del manual de aplicación de la Certificación LEED-ND, donde se describen los distintos indicadores y la forma en la que se puntúan.

### • Smart Location and Linkage

#### **SLL Prerequisite 1: Smart Location (Required)**

Ubicación del desarrollo urbano en un lugar que cuente con infraestructura de abastecimiento de agua y red de saneamiento. Y además que se cumpla al menos una de las 3 premisas siguientes:

- En un emplazamiento que se encuentre junto a suelo anteriormente urbanizado
- Localizar en un sitio con servicio de transporte existente y planificado de realizar de tal manera que al menos el 50 % de las unidades de vivienda y entradas de edificios no residenciales en un radio de 0,25 millas a pie la distancia de las paradas de transporte público.
- Que cuente con un componente público igual al menos el 30 % del total de metros cuadrados de construcción del proyecto, y ubicar el proyecto cerca de las tiendas de barrio, los usos existentes y las instalaciones de forma que el límite del proyecto está a una distancia de 0,25 millas a pie de al menos cinco diversos utiliza.

#### **SLL Prerequisite 2: Imperiled Species and Ecological Communities Conservation (Required)**

Se cumple con alguna de las siguientes opciones:

- El lugar del desarrollo no cuenta con especies animales o vegetales en peligro o amenazadas.
- Existen especies amenazadas pero se cumple con un plan de conservación del hábitat aprobado bajo la Ley de Especies en Peligro de Extinción de cada especie identificada o de la comunidad ecológica.
- Existen especies amenazadas pero se trabaja con un biólogo calificado, una organización conservacionista no gubernamental, o el estado adecuado, regional, o agencia local para crear e implementar un plan de conservación.

#### **SLL Prerequisite 3: Wetland and Water Body Conservation (Required)**

Se cumple con alguna de las siguientes opciones:

- El proyecto no se localiza en un lugar con humedales naturales o ni cuerpos de agua.
- Contiene humedales y cuerpos de agua, pero éstos no se ven afectados el nuevo desarrollo, a menos que sea para mejorarlo o esté en suelo previamente urbanizado.

**SLL Prerequisite 4: Agricultural Land Conservation (Required)**

El proyecto no está dentro de emplazamiento de preservación agrícola designado localmente, a menos que los cambios realizados en el sitio cumplan con los requisitos para el desarrollo dentro del distrito.

Y además se debe cumplir una de las opciones siguientes:

- El desarrollo del proyecto no perturbe el estado del suelo como recurso natural
- Se ubica en un lugar degradado
- El proyecto perturba el estado del suelo pero se proporciona protección a otro suelo comparable ubicado en otro lugar en función de la intensidad edificatoria

**SLL Prerequisite 5: Floodplain Avoidance (Required)**

Se debe cumplir una de las opciones siguientes:

- Localización en un lugar que no contiene ninguna zona con riesgo algo o moderado de inundación de 100 años.
- Se plantean riesgos de inundación pero el desarrollo solo se realiza en las partes que no están en la zona de inundación, o que han sido desarrolladas anteriormente, o que se encuentran en una área lejana del río o llanura de inundación costera.

**SLL Credit 1: Preferred Locations (1–10 points)**

Puntuación en base a la combinación las siguientes opciones:

**Tipo de ubicación**

- 1 punto: Emplazamiento desarrollado previamente que no es adyacente al resto de ciudad
- 2 puntos: Emplazamiento adyacente al resto de ciudad que es además un sitio previamente desarrollado
- 3 puntos: Un emplazamiento degradado que no es un sitio desarrollado previamente
- 5 puntos: Un emplazamiento degradado que es también un sitio desarrollado previamente

**Conectividad**

El proyecto se localiza en un lugar con una conectividad existente:

Intersections per square mile	Points
≥ 200 and < 250	1
≥ 250 and < 300	2
≥ 300 and < 350	3
≥ 350 and < 400	4
≥ 400	5



### **SLL Credit 2: Brownfields Redevelopment (1–2 points)**

Puntuación en base a la combinación las siguientes tres opciones:

- Regeneración de terrenos industriales abandonados (1 punto)
- Regeneración de terrenos industriales abandonados y además sea un área de regeneración de alta prioridad dado el grado de degradación o contaminación (2 puntos)

### **SLL Credit 3: Locations with Reduced Automobile Dependence (1–7 points)**

Puntuación en base a lo siguiente:

- El proyecto en un lugar con servicio de transporte existente de tal manera que al menos el 50 % de las entradas a edificios residenciales y edificios públicos están a una distancia a pie de 0,25 millas de las paradas transporte público.

Tabla. Puntuación obtenida según el servicio de transporte diario mínimo

Weekday trips	Weekend trips	Points
60	40	1
76	50	2
100	65	3
132	85	4
180	130	5
246	150	6
320	200	7

### **SLL Credit 4: Bicycle Network and Storage (1 point)**

Puntuación en base al cumplimiento de al menos uno de los tres requisitos siguientes:

- Presencia de una red de bicicleta de al menos 5 millas continuas de longitud
- Si el proyecto es 100 % residencial, una red de bicicletas existente comienza a una distancia de 0,25 millas desde los límites del proyecto y se conecta a una escuela o centro de trabajo dentro de la distancia de 3 millas.
- Una red de bicicletas existente dentro de la distancia en bicicleta de 0,25 millas de los límites del proyecto se conecta con al menos diez diversos usos a poca distancia en bicicleta 3 millas

### **SLL Credit 5: Housing and Jobs Proximity (1–3 points)**

Puntuación en base al cumplimiento de al menos uno de los tres requisitos siguientes:

- 1 punto: Que el proyecto cuente con un área de al menos el 30 % de la superficie total del proyecto sin incluir zonas de aparcamiento, y esté dispuesto de tal manera que el centro está a una distancia de paradas de transporte público <0,5 millas que conduzcan a puestos de trabajo de cantidad igual o mayor que el 50 % del número de unidades de vivienda del proyecto.

- 2 puntos: Que el proyecto cuente con un área de al menos el 30 % de la superficie total del proyecto sin incluir zonas de aparcamiento, y esté dispuesto de tal manera que el centro está a una distancia accesible a pie (<0,5 millas) de puestos de trabajo de cantidad igual o mayor que el número de unidades de vivienda del proyecto
- 3 puntos: Se cumple con el punto anterior y además y cumplen los requisitos necesarios para obtener al menos 1 punto en el crédito 4.

### **SLL Credit 6: Steep Slope Protection (1 point)**

Puntuación en base al cumplimiento de al menos uno de los tres requisitos siguientes:

- La ubicación no contiene pendientes existentes de más de 15 %, o bien se evitar actuar sobre zonas con pendientes mayores de 15 %.
- La ubicación es un desarrollo existente que contenía pendientes mayores que 15 %, pero con el nuevo desarrollo se restauran empleando especies vegetales autóctonas o adaptadas no invasivas.
- La ubicación contiene pendientes mayores de 15 %, pero el nuevo desarrollo va a reducir las actuaciones:
  - No actuando en pendientes superiores al 40 %
  - Limitando el desarrollo a no más de 40 % de pendientes del 25-40 % y a no más de 60 % de pendientes del 15-25 %.

### **SLL Credit 7: Site Design for Habitat or Wetland and Water Body Conservation (1 point)**

Puntuación en base al cumplimiento de al menos uno de los tres requisitos siguientes:

- El emplazamiento del proyecto no presenta un hábitat natural significativo
- El emplazamiento del proyecto presenta un hábitat natural significativo, pero se trabaja con una organización conservacionista para garantizar que no se perturba el entorno y que las condiciones se mantienen como antes del proyecto o en mejor condición por un mínimo de tres años después de que el desarrollo se construya.

### **SLL Credit 8: Restoration of Habitat or Wetlands and Water Bodies (1 point)**

Puntuación en base al cumplimiento de lo siguiente:

- Realización de una regeneración de las especies vegetales autóctonas, el hábitat de vida silvestre, humedales y cuerpos de agua previos al desarrollo que han sido afectadas por las actividades humanas actividades.

### **SLL Credit 9: Long-Term Conservation Management of Habitat or Wetlands and Water Bodies (1 point)**

Puntuación en base al cumplimiento de lo siguiente:

- Compromiso de implementación a largo plazo (por lo menos de diez años) de un Plan de gestión para el cuidado del hábitat natural, cuerpos de agua, humedales y sus reservas. Será realizado por un biólogo calificado o un profesional de una agencia de recursos naturales.

## • Neighborhood pattern and design

### **NP D Prerequisite 1: Walkable Streets (Required)**

Se cumple si el diseño y construcción del proyecto logra algún aspecto de los siguientes:

- El 90 % de los edificios tienen su entrada principal que da directamente a un espacio público, como una calle, plaza, parque o paseo, (no incluye zonas de aparcamientos), y está conectado a las aceras o disposiciones equivalentes para caminar. La plaza, parque o plaza deben tener por lo menos 50 pies de ancho en un punto perpendicular a cada entrada.
- Al menos el 15 % de las calles tienen una relación anchura-altura media de los edificios de 1:3
- Aceras continuas o disposiciones equivalentes para caminar se proporcionan a ambos lados de 90 % de las calles. Nuevas aceras de al menos 8 pies de ancho en los bloques comerciales o de uso mixto y por lo menos 4 pies de ancho en el resto. Los callejones, calzadas y aceras existentes reconstruidas están excluidos de estos cálculos.

### **NP D Prerequisite 2: Compact Development (Required)**

Se debe cumplir cumple los siguientes aspectos:

- Densidades de viviendas en función de las distancias a pie hasta la servicio de transporte público:
  - Para las zonas residenciales con distancias hasta paradas de transporte adecuadas para ir a pie, la densidad media debe ser de 12 o más vivienda por acre de suelo con uso residencial.
  - Para las zonas residenciales que quedan fuera de las distancias a pie: densidad de 7 o más unidades de vivienda por acre de suelo con uso residencial

\* La superficie residencial no incluye zonas de aparcamiento. La densidad especificada debe lograrse dentro de los cinco años siguientes al fin de la construcción.

### **NP D Prerequisite 3: Connected and Open Community (Required)**

Se debe cumplir lo siguiente:

- Conectividad interna del proyecto de al menos 140 intersecciones por milla cuadrada. Las calles para el requisito de conectividad deben estar disponibles para el público en general y no cerradas.

### **NpD Credit 1: walkable Streets (1–12 points)**

Puntuación en base al número de aspectos cumplidos según la tabla siguiente:

- Al menos el 80 % de los metros lineales totales de calles entre edificios no deben estar a más alejadas de 25 pies de la línea de propiedad de la parcela residencial
- Al menos el 50 % de los metros lineales totales de calles entre edificios no deben estar a más alejadas de 18 pies de la línea de propiedad de la parcela residencial

- Al menos 50 % de los pies lineales totales de uso mixto frente fachadas de los edificios se encuentran a menos de 1 pie de una acera o disposición equivalente para caminar.
- Las entradas a los edificios se sitúan a una distancia media de 75 pies a lo largo de edificios no residenciales o de uso mixto.
- Las entradas a los edificios se sitúan a una distancia media de 30 pies a lo largo de edificios no residenciales o de uso mixto.
- Los locales de usos comerciales a nivel de calle tienen vidrio claro de al menos el 60 % de sus fachadas.
- Las fachadas que se extiendan a lo largo de una acera, no deben de tener más de 50 metros de muro sin puertas ni ventanas.
- Cualquier escaparate o ventanas comerciales a nivel de suelo deben mantenerse visible en la noche, esto se debe estipular en los convenios, condiciones y restricciones u otros documentos vinculantes.
- Se deben proporcionar aparcamientos en el 70 % de las calles a ambos lados
- Se deben proporcionar aceras continuas o disposiciones equivalentes para caminar a lo largo de ambos lados de todas las calles del proyecto. Las nuevas aceras deben tener al menos 10 pies en calles de uso comercial y al menos 5 metros de ancho en el resto.
- Si el proyecto cuenta con viviendas de planta baja, al menos el 50 % de ellas deben tener una elevación mínima de 24 pulgadas sobre el nivel de calle.
- En los proyectos no residenciales o de uso mixto, al menos el 50 % de los edificios de oficinas, el 100 % de los edificios de uso mixto, deben incluir el 60 % de la longitud de la fachada a nivel de calle para uso comercial para poder acceder directamente desde las aceras desde el espacio público.
- Al menos el 40 % de las calles deben cumplir con un coeficiente mínimo de anchura calle-altura de edificios de 1:3
- El 75 % de las calles solo accesible para residentes deben tener una velocidad limitada a 20 mph
- El 70 % de las calles de uso mixto deben tener una velocidad limitada a 25 mph.
- Las intrusiones en aceras para vehículos de paso o de residentes serán menores al 10 % de la longitud de las aceras dentro del proyecto.

Items achieved	Points
2-3	1
4-5	2
6-7	3
8-9	4
10	7
11	8
12	9
13	10
14	11
15-16	12

**NP D Credit 2: Compact Development (1–6 points)**

Puntuación en base a la densidad por hectárea de suelo urbanizable (excluyendo las zonas dedicadas a aparcamiento) establecidos en la tabla siguiente:

Residential density (DU/acre)	Nonresidential density (FAR)	Points
> 10 and ≤ 13	> 0.75 and ≤ 1.0	1
> 13 and ≤ 18	> 1.0 and ≤ 1.25	2
> 18 and ≤ 25	> 1.25 and ≤ 1.75	3
> 25 and ≤ 38	> 1.75 and ≤ 2.25	4
> 38 and ≤ 63	> 2.25 and ≤ 3.0	5
> 63	> 3.0	6
DU = dwelling unit; FAR = floor-area ratio.		

\* Las densidades especificadas deben lograrse dentro de los cinco años siguientes a la ocupación de los primeros edificios construidos.

**NP D Credit 3: Mixed-Use Neighborhood Centers (1–4 points)**

El 50 % de las viviendas deben estar a una distancia a pie de 0,25 millas de al menos un uso de cada una de las cuatro categorías siguientes:

- Venta de alimentación
- Supermercado
- Ultramarinos
- Venta de productos
- Tienda de ropa, muebles, informática..
- Farmacia
- Servicios
- Banco
- Gimnasio
- Restaurante- cafetería
- Peluquería
- Tintorería
- Instalaciones cívicas
- Centro de mayores
- Centros culturales
- Centro educativo (guardería, escuela, instituto universidad)

- Pabellón deportivo
- Lugar de culto
- Biblioteca pública
- Parque público

\* Los puntos se dan en función de la tabla siguiente:

Points	Diverse uses
1	4-6
2	7-10
3	11-18
4	≥ 19

#### **NP D Credit 4: Mixed-Income Diverse Communities (1–7 points)**

- El proyecto presenta una variedad suficiente de tamaños y tipos de que el Índice de Diversidad de Simpson es mayor que 0,5.

El índice de diversidad de Simpson calcula la probabilidad de que dos vivienda viviendas cualquiera elegida al azar sean de distinto tipo.

$$\text{Índice Diversidad de Simpson} = 1 - \sum (n / N)^2$$

Siendo:

n = total de vivienda de una categoría, y N = el número total de viviendas

La puntuación de este aspecto se obtiene en base al valor del índice según la siguiente tabla:

Simpson Diversity Index score	Points
> 0.5 to < 0.6	1
≥ 0.6 to < 0.7	2
≥ 0.7	3

Los tipos de vivienda se definen de acuerdo a los pies cuadrados netos de la unidad de vivienda mostrados en la Tabla 2.

Type	Square feet
Detached residential, large	> 1,250
Detached residential, small	≤ 1,250
Duplex or townhouse, large	> 1,250
Duplex or townhouse, small	≤ 1,250
Dwelling unit in multiunit building with no elevator, large	> 1,250
Dwelling unit in multiunit building with no elevator, medium	> 750 to ≤ 1,250
Dwelling unit in multiunit building with no elevator, small	≤ 750
Dwelling unit in multiunit building with elevator, 4 stories or fewer, large	> 1,250
Dwelling unit in multiunit building with elevator, 4 stories or fewer, medium	> 750 to ≤ 1,250
Dwelling unit in multiunit building with elevator, 4 stories or fewer, small	≤ 750
Dwelling unit in multiunit building with elevator, 5 to 8 stories, large	> 1,250
Dwelling unit in multiunit building with elevator, 5 to 8 stories, medium	> 750 to ≤ 1,250
Dwelling unit in multiunit building with elevator, 5 to 8 stories, small	≤ 750
Dwelling unit in multiunit building with elevator, 9 stories or more, large	> 1,250
Dwelling unit in multiunit building with elevator, 9 stories or more, medium	> 750 to ≤ 1,250
Dwelling unit in multiunit building with elevator, 9 stories or more, small	≤ 750
Live-work space, large	> 1,250
Live-work space, small	≤ 1,250
Accessory dwelling unit, large	> 1,250
Accessory dwelling unit, small	≤ 1,250

### **NP D Credit 5: Reduced Parking Footprint (1 point)**

Se deben cumplir las 3 premisas siguientes:

- No construir plazas de aparcamiento en las calles principales, situarlos en la parte lateral o trasera de los edificios, dejando fachadas de los edificios frente a calles libres de los aparcamientos en superficie.
- No usar más de 20 % del área total del desarrollo para los nuevos aparcamientos en superficie (no se incluyen los subterráneos o los garajes particulares en bajos de edificios)
- Proporcionar aparcamiento de bicicletas y capacidad de almacenamiento de la siguiente manera:
  - Edificios residenciales: Proporcionar plazas para aparcar bicicletas con plazas para al menos el 30 % de la ocupación prevista.
  - Edificios comerciales: Proporcionar al menos 1 plaza para aparcar bicicletas por cada 5,000 pies cuadrados de espacio comercial
- Proporcionar aparcamiento exclusivos para vehículos con 2 o más ocupantes de al menos el 10 % del total de aparcamiento de automóviles.

### **NP D Credit 6: Street Network (1–2 points)**

La puntuación se hace en base al cumplimiento de las siguientes premisas:

- Localizar y o diseñar el proyecto de tal manera que su conectividad interna (intersecciones por milla cuadrada) se inscriba en uno de los rangos indicados en la Tabla 1.

Street intersections per square mile	Points
> 300 and ≤ 400	1
> 400	2

- Todas las calles y aceras que se cuentan para el requisito de conectividad deben estar disponibles para el público en general.

### **NP D Credit 7: Transit Facilities (1 point)**

Para obtener el punto se debe cumplir la siguiente premisa:

- Trabaja con la agencia de transporte urbano para identificar el proyecto parada de tránsito en lugares más adecuados. Las paradas deben tener marquesinas cubiertas, para proteger del viento y lluvia.

### **NP D Credit 8: Transportation Demand Management (1–2 points)**

Asignación de un punto por cada opción cumplida de las siguientes, estando exentos las áreas urbanas existentes, los puntos máximos son 2:

- Crear un programa de gestión de la demanda de transporte para el proyecto que reduzca el los viajes semanales de vehículos de motor por lo menos 20 % en comparación con el caso base de partida.
- Proporcionar pases de tránsito, a la mitad del precio normal o más barato, para cada residente del área evaluada durante los tres primeros años de ocupación del proyecto o más.
- Implantar un programa de compartido de vehículo (car-sharing) a través de carteles y otros medios, para dar a conocer a los residentes de los proyectos del disponibilidad y los beneficios del programa de vehículo compartido:
  - Si el proyecto tiene más de 100 unidades de vivienda cuenta con un servicio mínimo de transporte de 60 viajes diarios entre semana y 40 viajes diarios de fin de semana, por lo debe darse un vehículo compartido y plaza específica de aparcamiento por cada 100 unidades de vivienda.
  - Si el proyecto cuenta con más de 100 unidades de vivienda y / o empleados, pero no tiene el servicio de transporte en las frecuencias especificado anteriormente, por lo menos un vehículo adicional y plaza de aparcamiento por cada 200 unidades de vivienda y / o empleados debe estar disponible.

### **NP D Credit 9: Access to Civic and Public Space (1 point)**

Se deben cumplir lo siguiente:

- Localización de un espacio público (parques, plazas, etc) de al menos, 0,17 acres a una distancia a pie de 0,25 millas del 90 % de las viviendas.



**NP D Credit 10: Access to Recreation Facilities (1 point)**

Se deben cumplir lo siguiente:

- Localización de un centro de recreación deportiva al aire libre de al menos de 1 hectárea o una instalación recreativa cubierta de al menos 25.000 pies cuadrados, se encuentra dentro de una distancia a pie de 0,5 milla del 90 % de las viviendas.

**NP D Credit 12: Community Outreach and Involvement (1–2 points)**

Se deben cumplir los siguientes requisitos:

- 1 punto: Trabajar directamente con el gobierno local para tener una comunidad abierta, que generar comentarios sobre el diseño del proyecto desde el principio, y poder modificar el diseño conceptual del proyecto, como resultado directo de la participación de la comunidad, o si no se hacen modificaciones, explicar por qué la opinión de la comunidad no generó modificaciones de diseño.
- 1 punto: Realizar talleres interactivo de al menos dos días y abierto a la opinión pública que incluya como mínimo la participación de un grupo representativo de los residentes, empresarios y trabajadores en la elaboración de planos y dibujos de proyectos conceptuales.

**NP D Credit 13: Local Food Production (1 point)**

Se deben cumplir con la siguiente premisa:

- Proporcionar espacios para la producción agrícola dentro del proyecto de acuerdo a la Tabla 1 (exclusivo a viviendas existentes). Facilitar el acceso de sol, sistemas de riego, espacio de almacenamiento seguro para herramientas y acceso peatonal para estos espacios.

Project density (DU/acre)	Growing space (sf/DU)
> 7 and ≤ 14	200
> 14 and ≤ 22	100
> 22 and ≤ 28	80
> 28 and ≤ 35	70
> 35	60
DU = dwelling unit; sf = square feet.	

**NP D Credit 14: Tree-Lined and Shaded Streets (1–2 points)**

Puntuación en base al cumplimiento de los siguientes criterios:

- Disposición de árboles a ambos lados de al menos el 60 % de las calles en calles el proyecto a intervalos de no más de 40 pies.
- Los árboles proporcionan sombra sobre al menos el 40 % de la longitud de aceras, antes de los 10 años de su colocación.

### **NP D Credit 15: Neighborhood Schools (1 point)**

Se debe cumplir el siguiente requisito:

- Incluir centros educativos en el proyecto de manera que al menos el 50 % de las viviendas estén a una distancia a pie de 0,5 de la entrada del edificio de primaria, o a una distancia a pie de 1 milla de un escuela de secundaria.

### **• Green Infrastructure and Buildings**

#### **GIB Prerequisite 1: Certified Green Building (Required)**

Se debe cumplir con lo siguiente:

- Al menos el 75 % de los edificios evaluados tienen que estar certificados con LEED en sus diferentes versiones (LEED para nuevos edificios , LEED para edificios existentes: Operaciones y Mantenimiento, LEED para unifamiliares, LEED para escuelas, LEED para oficinas y comercios, etc..) o bien a través de otro sistema de clasificación “verde” de edificios bajo la revisión de organismos certificadores independientes e imparciales..

#### **GIB Prerequisite 2: Minimum Building Energy Efficiency (Required)**

Se debe cumplir con lo siguiente:

- Al menos el 90 % de la superficie construida de edificios que formen parte del proyecto o sometidos a reformas importantes deben mejorar como mínimo de media el 10 % el rendimiento energético (consumo de energía final) en relación con un edificio de referencia. El cálculo del rendimiento energético del edificio de referencia se realizará utilizando un programa de simulación según lo especificado en el Apéndice G de ANSI/ASHRAE/IESNA Standard 90.1-2007

#### **GIB Prerequisite 3: Minimum Building Water Efficiency (Required)**

Se debe cumplir con lo siguiente:

- El uso de agua en los edificios nuevos y edificios objeto de reformas importantes, como parte del proyecto debe ser un promedio de 20 % menos que en los edificios de referencia. El uso de línea de base se basa en los requisitos de la Ley de Política Energética de 1992 y las resoluciones posteriores por parte del Departamento de Energía de los requisitos de la Ley de Política Energética de 2005.
- Los cálculos incluyen instalaciones y accesorios urinarios, lavamanos, duchas, cocina grifos de lavabo, quedando fuera lavadoras y lavavajillas.

Tabla 1. National efficiency baselines

Residential Fixtures, Fittings, and Appliances	Baseline water usage
Residential toilet	1.6 gpf <sup>3</sup>
Residential lavatory (bathroom) faucet	2.2 gpm at 60 psi
Residential kitchen faucet	
Residential showerhead	2.5 gpm at 80 psi per shower stall <sup>4</sup>

#### **GIB Prerequisite 4: Construction Activity Pollution Prevention (Required)**

Se debe cumplir lo siguiente:

Establecimiento y ejecución de un plan de control para cumplir con los siguientes objetivos:

- Evitar la erosión y pérdida de terreno durante la excavación
- Prevención de la contaminación del aire con polvo y partículas durante la construcción
- Preservación y almacenamiento de la tierra vegetal inicial extraída para su reutilización posterior

#### **GIB Credit 1: Certified Green Buildings (1–5 points)**

Puntuación en base a lo siguiente:

- Porcentaje de la superficie total edificada (pies cuadrados) que cumpla con el certificado LEED de construcción ecológica o a través de un sistema de clasificación de edificios “verde” similar, que cuente con la revisión de organismos de certificación independientes e imparciales. Puntuación en base a la siguiente tabla:

Percentage of square footage certified	Points
≥ 10% and < 20%	1
≥ 20% and < 30%	2
≥ 30% and < 40%	3
≥ 40% and < 50%	4
≥ 50%	5

#### **GIB Credit 2: Building Energy Efficiency (2 points)**

La puntuación se establece en base a lo siguiente:

- 1 punto: El 90 % de la superficie de todos edificios deben mostrar una mejora media que alcance el 18 % si son nuevos y el 14 % si son respecto al análisis energético establecido en el apéndice G de la normativa ANSI / ASHRAE / IESNA 90.1-2007
- 2 puntos: El 90 % de la superficie de todos edificios deben mostrar una mejora media que alcance el 26 % si son nuevos y el 24 % si son rehabilitados respecto al análisis energético establecido en el apéndice G de la normativa ANSI / ASHRAE / IESNA 90.1-2007

### **GIB Credit 3: Building Water Efficiency (1 point)**

Puntuación en base al cumplimiento del requisito siguiente:

- El uso de agua en los edificios nuevos y con reformas importantes debe ser un promedio del 40 % menos que en edificios de referencia. El uso de línea de base se basa en los requisitos de la Ley de Política Energética de 1992 y las resoluciones posteriores por parte del Departamento de Energía de los requisitos de la Ley de Política Energética de 2005.

\*Los cálculos incluyen instalaciones y accesorios urinarios, lavamanos, duchas, cocina grifos de lavabo, quedando fuera lavadoras y lavavajillas.

Tabla 1. National efficiency baselines

Residential Fixtures, Fittings, and Appliances	Baseline water usage
Residential toilet	1.6 gpf <sup>3</sup>
Residential lavatory (bathroom) faucet	2.2 gpm at 60 psi
Residential kitchen faucet	
Residential showerhead	2.5 gpm at 80 psi per shower stall <sup>4</sup>

### **GIB Credit 4: Water-Efficient Landscaping (1 point)**

Puntuación en base al cumplimiento del requisito siguiente:

- Reducir el consumo de agua para riego de jardines públicos y privados en un 50 % con respecto al caso de referencia calculado para verano.

La reducción puede atribuirse a cualquier combinación de las siguientes estrategias:

- Adopción de especies de vegetales con bajas demandas de agua, clima del lugar
- La eficiencia del sistema de riego
- Uso de agua no potable como la de lluvia recogida, aguas residuales regeneradas, o con otras procedencias.

### **GIB Credit 5: Existing Building Reuse (1 point)**

Puntuación obtenida en base al cumplimiento del requisito siguiente:

- Reutilización de edificios existentes, logrando aprovechar al menos un 50 % de la estructura del edificio

### **GIB Credit 6: Historic Resource Preservation and Adaptive Use (1 point)**

Puntuación obtenida en base al cumplimiento de los requisitos siguientes (para ello, al menos un edificio histórico o paisaje cultural deben estar presentes en el proyecto):

- No demoler ningún edificio histórico, o partes de los mismos, ni alterar los paisajes culturales como parte del proyecto.
- Si un edificio histórico del proyecto se rehabilita debe contar con la aprobación de la comisión de conservación o junta de revisión arquitectónica correspondiente de las alteraciones externas.

**GIB Credit 7: Minimized Site Disturbance in Design and Construction (1 point)**

Puntuación obtenida con el cumplimiento de alguna de las dos opciones siguientes:

- El 100 % del desarrollo se ubica en zonas ya urbanizadas previamente
- No se ocupa un porcentaje de suelo nuevo límite establecido en función de la densidad del proyecto mostrados en la tabla siguiente:

Residential density (DU/acre)	Nonresidential density (FAR)	Minimum area left undisturbed
< 15	< .50	20%
15 – 21	.50 – 1.0	15%
> 21	> 1.0	10%
DU = dwelling unit; FAR = floor-area ratio.		

**GIB Credit 8: Stormwater Management (1–4 points)**

Puntuación obtenida con el cumplimiento de los requerimientos siguientes:

- Implementar un plan integral de gestión de aguas pluviales que permita retener y reutilizar un % de agua de lluvia respecto al volumen total caído en el lugar (estimado en base a datos históricos recopilados por las bases nacionales en los últimos 20-40 años).
- La puntuación es dada por la tabla siguiente, en base al % de agua pluvial recogida respecto al total caído estimado:

Percentile rainfall event (determines total volume from development footprint to be retained)	Points
80th percentile	1
85th percentile	2
90th percentile	3
95th percentile	4

**GIB Credit 9: Heat Island Reduction (1 point)**

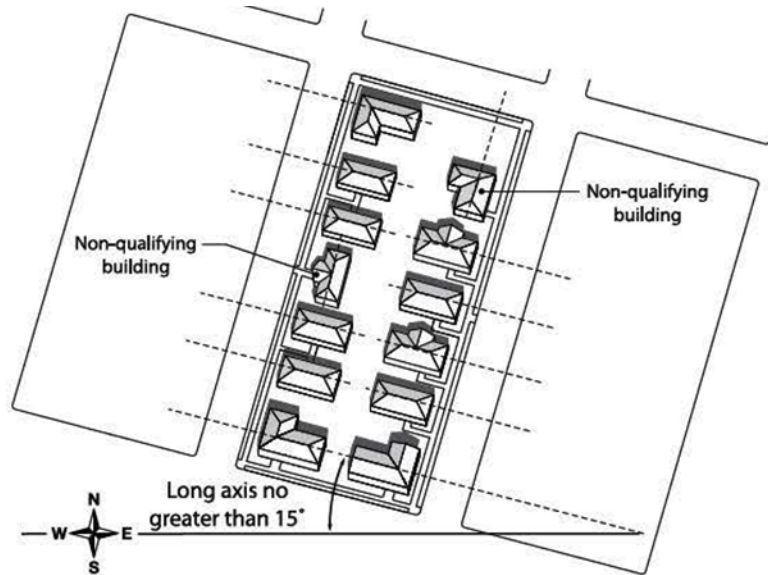
Puntuación en base al cumplimiento de una de las siguientes opciones:

- Uso de estrategias para que el 50 % de la superficie horizontal del proyecto (pavimentos y cubiertas de edificios) cumpla con alguno de los siguientes aspectos:
  - tengan sombreado en los meses de verano dado por pérgolas, arbolado, etc.
  - se componga de materiales con un valor de albedo de al menos 0.3
  - o bien se componga de un sistemas permeables (suelos vegetales, cubiertas verdes, etc)

**GIB Credit 10: Solar Orientation (1 point)**

Puntuación en base al cumplimiento de lo siguiente:

- Al menos el 75 % de los edificios tienen una orientación de su eje principal en la dirección E-O  $\pm 15^\circ$ , de manera que las fachadas mayores tengan orientación N-S.



**GIB Credit 11: On-Site Renewable Energy Sources (1–3 points)**

Puntuación en base al % de energía eléctrica y térmica producida con tecnologías renovables, en función de la tabla siguiente:

Percentage of annual electrical and thermal energy cost	Points
5%	1
12.5%	2
20%	3

**GIB Credit 12: District Heating and Cooling (2 points)**

Puntuación en función del cumplimiento de los siguientes requisitos:

- 1 punto: Al menos el 80 % del consumo anual de calefacción y refrigeración debe ser proporcionada con climatización de distrito, quedando excluidos los edificios existentes y viviendas unifamiliares.
- 2 puntos: si además el rendimiento del sistema es al menos un 10 % mejor que el especificado por los requisitos de la norma eficiencia ANSI / ASHRAE / IESNA 90.1-2007.

### **GIB Credit 13: Infrastructure Energy Efficiency (1 point)**

Puntuación en base al cumplimiento de lo siguiente:

- Diseño de infraestructuras eficientes (alumbrado viario y de tráfico, bombas de distribución de agua de red que permitan una reducción del consumo energético anual del 15 % del estimado con una infraestructura convencional de referencia..

### **GIB Credit 14: Wastewater Management (1–2 points)**

Puntuación en base al cumplimiento de lo siguiente:

- Diseño de sistemas de regeneración de agua residual que permita reutilizar parte del agua residual generada anualmente (excluyendo los edificios existentes) y permitiendo así reducir el uso de agua potable. La puntuación se asigna en base al % de agua residual regenerada, como indica la tabla siguiente:

Percentage of wastewater reused	Points
25%	1
50%	2

### **GIB Credit 15: Recycled Content in Infrastructure (1 point)**

Puntuación en base al cumplimiento del siguiente requerimiento:

- El contenido de materiales reciclados en la infraestructura del proyecto constituye al menos el 50 % de la masa total de la infraestructura. En el cálculo de esta cantidad se incluye:
  - calzadas, aparcamientos, pavimentos y aceras.
  - Tanques de retención y tuberías de distribución de agua

\*El contenido reciclado se define de acuerdo con la ISO/ IEC 14021, Etiquetas ecológicas y declaraciones ambientales de producto.

### **GIB Credit 16: Solid Waste Management Infrastructure (1 point)**

Puntuación en base al cumplimiento de todos los requisitos siguientes:

- Incluir dentro del proyecto una estación dedicada a la separación, recolección y almacenamiento de materiales para el reciclaje. Los materiales reciclables deben incluir, papel- cartón, vidrio, plástico y metal.
- Incluir en el proyecto un punto limpio para la recogida residuos peligrosos del hogar. Los residuos peligrosos incluyen pinturas, disolventes, aceites y baterías.
- Incluir en el proyecto una estación de compostaje dedicada a la recogida y compostaje de desechos de alimentos y del jardín.
- En cada manzana de la urbanización o cada 800 pies colocar contenedores de reciclaje

**GIB Credit 17: Light Pollution Reduction (1 point)**

Puntuación en base al cumplimiento de todos los requisitos siguientes:

- En las zonas residenciales, por lo menos el 50 % de las luminarias exteriores debe tener controles de iluminación con sensores de movimiento para reducir los niveles de luz en al menos un 50 %.
- En todas las zonas comunes, instalar controles automáticos que apaguen la iluminación exterior cuando hay luz natural suficiente y cuando no se requiera durante las horas nocturnas, estas luces deben cumplir con las exigencias de iluminación exterior de la Tabla 3.

**Table 1. Lighting zones**

Zone	Definition
LZ0	Undeveloped areas within national parks, state parks, forest land and rural areas and sites immediately adjacent to areas officially recognized as ecologically sensitive by the local zoning authority.
LZ1	Developed areas within national parks, state parks, forest land and rural areas.
LZ2	Areas predominantly consisting of residential zoning, neighborhood business districts, light industrial with limited nighttime use, and residential mixed-use areas.
LZ3	All other areas not included in LZ0, LZ1, LZ2, or LZ4 (including commercial-industrial and high-density residential).
LZ4	High-activity commercial districts in major metropolitan areas (as designated by local jurisdiction, such as local zoning authority).

**Table 3. Allowable lighting power densities, by lighting zone**

	Lighting zone				
	LZ0	LZ1	LZ2	LZ3	LZ4
All exterior improved areas (except those listed below)	0.04 W/sf	0.04 W/sf	0.06 W/sf	0.10 W/sf	0.13 W/sf
Walkways	0.7 W/lf	0.7 W/lf	0.7 W/lf	0.8 W/lf	1.0 W/lf
Landscaping	No allowance	0.04 W/sf	0.05 W/sf	0.05 W/sf	0.05 W/sf
Entrance door (per linear foot of doorway)	20W	20W	20W	30W	30W
Entry canopy	0.25 W/sf	0.25 W/sf	0.25 W/sf	0.40 W/sf	0.40 W/sf
Illuminated building façade	No allowance	No allowance	2.5W/lf	3.75W/lf	5.0W/lf

sf = square feet; lf = linear feet.  
 Note: The total exterior lighting power density allowance for all shared exterior applications is the sum of the specified allowances for individual illuminated areas. The following lighting is exempted when its controls meet the above requirements and are independent of the controls for nonexempt lighting:  
 a. Specialized signal, directional, and marker lighting associated with transportation.  
 b. Advertising and directional signage.  
 c. Lighting integral to equipment or instrumentation and installed by its manufacturer.  
 d. Lighting for theatrical purposes, including performance, stage, film, and video.  
 e. Lighting for athletic playing fields.  
 f. Temporary lighting (installed for no more than 30 days and then removed for at least 30 days).  
 g. Lighting for industrial production, material handling, transportation sites, and associated storage areas.  
 h. Theme elements in theme or amusement parks.  
 i. Lighting to highlight features of public monuments and registered *historic buildings* or landmark structures.

**• Innovation and Design Process**

**IDP Credit 1: Innovation and Exemplary Performance (1–5 points)**

Puntuación en base al cumplimiento del requisito siguiente:



- Se concede 1 punto por cada desempeño innovador en relación a la construcción ecológica, el crecimiento inteligente o nuevas técnicas urbanistas no abordado específicamente por el método LEED. Se debe demostrar el cumplimiento al certificador LEED. No se podrán obtener más de 5 puntos en esta categoría.

### **IDP Credit 2: LEED Accredited Professional (1 point)**

Puntuación en base al cumplimiento al menos uno de los requisitos siguientes:

- Al menos uno de los miembros principales del equipo del proyecto debe ser un Profesional Acreditado LEED.
- Al menos uno de los miembros principales del equipo de diseño del proyecto debe ser un profesional que está acreditado en el crecimiento inteligente según lo determinado por el Consejo de Defensa de los Recursos Naturales de EEUU.
- Al menos uno de los miembros principales del equipo de diseño del proyecto debe ser un profesional que está acreditado según lo determinado por el Congreso para el Nuevo Urbanismo.

### **• Regional Priority Credit**

#### **RP C Credit 1: Regional Priority (1–4 points)**

Puntuación en base al cumplimiento de los requisitos siguientes:

- Se concede 1 punto por cada desempeño que tenga relación con los objetivos con prioridad regional, identificados por los expertos en la material del Green Building Council. No se podrán obtener más de 4 puntos en esta categoría.

## Capítulo 8

# Referencias

---

- Agencia Europea de Medio Ambiente (AEMA)** "La expansión urbana descontrolada en Europa", 2006.
- Bartolomé Pacheco, Ignacio.** "Análisis comparativo del impacto ambiental y energético entre la recogida de basuras neumática y la recogida convencional, usando la herramienta del análisis del ciclo de vida". PFC Universidad de Zaragoza, 2012.
- Berrini, Maria, and Lorenzo Bono.** "Measuring urban sustainability: Análisis of the European Green Capital Award 2010 and 2011 application round." Ambiente Italia, 2010.
- Brown, Robert D., and Terry J. Gillespie.** "Microclimatic landscape design: creating thermal comfort and energy efficiency". John Wiley & Sons, 1995.
- Brundtland, Gro Harlem.** "Sustainable development: the challenges ahead." The European Journal of Development Research, 1991
- Carmen Arroyos, Carlos.** "Desarrollo rural sostenible en la Unión Europea, el nuevo FEADER 2007-2013". Ministerio de agricultura, pesca y alimentación, 2007.
- Castro Bonaño, Juan Marcos.** "Indicadores de desarrollo sostenible urbano. Una aplicación para Andalucía". Instituto de Estadística de Andalucía, 2004.
- Celemín, Juan Pablo.** "Contribución metodológica a la ponderación de variables: Aplicación desde una perspectiva geográfica". Revista Geográfica Venezolana, 2010.
- Cobacho, Ricardo, Enrique Cabrera y Miguel Ángel Pardo.** "Necesidad de mejorar la eficiencia en la distribución y el uso de agua y energía." Exposición Internacional de Zaragoza, 2008.
- Da Silva, Beatriz Francalacci.** "Evaluación del impacto ambiental de los pavimentos urbanos exteriores", 2010.
- De la Torre, José Manuel.** "La Vegetación como instrumento para el control microclimático". Universidad Politècnica de Catalunya, 1999.
- European Commission.** "State of European Cities Report. Adding Value to the European Urban Audit", study contracted by the European Commission prepared by ECOTEC Research and Consulting Ltd, in cooperation with NordRegio and Eurofutures, 2007.
- Gallardo Izquierdo, Antonio y Prades Marti.** "Estudio de los modelos de recogida selectiva de residuos urbanos implantados en ciudades españolas: grado de separación de materiales en origen", 2009.
- Girardet, Herbert.** "Atlas gaia: ciudades alternativas para una vida urbana sostenible". Celeste Ediciones, 1992.

- Grupo de Energía y Edificación (GEE).** "Work package 2, Annual Report year 7". Renaissance Project, 2012.
- Hernández Sánchez, Juan Manuel.** "Consumo energético y emisiones asociadas del sector residencial", 2012.
- Hueting, Roefie, and Lucas Reijnders.** "Broad sustainability contra sustainability: the proper construction of sustainability indicators." Ecological Economics, 2004.
- iAgua-** Web del sector del agua <http://www.iagua.es/>
- Instituto de Tecnología de la Construcción de Cataluña (ITEC)** <http://www.itec.es>
- Isaza, Fabio Giraldo.** "Hábitat y pobreza: los Objetivos de Desarrollo del Milenio desde la ciudad". Alfredo Bateman, 2006.
- Krag, Thomas.** "Urban cycling in Denmark. Planning for cycling: principles, practice, and solutions for urban planners", 2002.
- Lammers, P, and A. J. Gilbert.** "Towards Environmental Pressure Indicators for the EU." European Commission and Eurostat, 1999.
- Ludlow, D., C. Mitchell, and M. Webster.** "European Common Indicators: Towards a Local Sustainability Profile", 2003.
- Meadows, Donella H.; Dennis L. Meadows, and Jørgen Randers.** "Más allá de los límites del crecimiento". Aguilar, 1992.
- Ministerio de Medio Ambiente.** "Libro Verde del Medio Ambiente Urbano", 2007.
- Observatorio Sostenibilidad en España (OSE).** "Informe de España", 2009.
- Palma Carazo, Ignacio Javier.** "Las aguas residuales en la arquitectura sostenible", 2012.
- PNUMA, ONU.** "Agenda 21" Río de Janeiro, Brasil, 1992.
- Punkkinen, Henna.** "Environmental sustainability comparison of a hypothetical pneumatic waste collection system and a door-to-door system" Waste Management, 2012.
- Red de Redes de Desarrollo Local Sostenible.** "Sistemas de indicadores y condicionantes para ciudades grandes y medianas", 2010.
- Rodríguez Herranz, Isabel.** "Contaminación lumínica y Evolución de la iluminación en la UCM", 2010.
- Sanz Alduán, Alfonso, y Eduardo Molina Soto.** "Transporte en modos no motorizados" Ciudad y territorio: Revista de ciencia urbana, 1992.
- Schettino Porto, Mateus.** "Transporte público urbano", 2011.
- Svensson, Marie K. and Ingegärd Eliasson.** "Diurnal air temperatures in built-up areas in relation to urban planning." Landscape and urban planning , 2002.
- Suzuki, Michiya; Tatsuo Oka and Kiyoshi Okada.** "The estimation of energy consumption and CO<sub>2</sub> emission due to housing construction in Japan" Energy and Buildings, 1995.
- Terrén Molina, José .** "Criterios para reducir el impacto ambiental asociado a la Urbanización", 2000.
- Valenzuela Rubio, Manuel.** "Progresos hacia un modelo urbano español más sostenible en el siglo XXI" Nuevos aires de la Geografía Española del siglo XXI: Contribución española al 32º Congreso de la Unión Geográfica Internacional, 2012.
- Vázquez Espí, Mariano.** "Construcción e impacto sobre el ambiente: el caso de la tierra y otros materiales" Tecnología y Construcción, 2001.
- Wilson, Jeffrey; Peter Tyedmers and Ronald Pelot.** "Contrasting and comparing sustainable development indicator metrics" Ecological Indicators, 2007.

## Capítulo 9

# Bibliografía consultada

---

**Agencia de Ecología Urbana de Barcelona.** *“Plan Especial de Indicadores de Sostenibilidad Ambiental de la Actividad Urbanística de Sevilla”*, 2007.

**Alonso, Nerea M.** *“Ecobarrio”*. Ciudades para un Futuro más sostenible, 2011. (<http://habitat.aq.upm.es>).

**Böhringer, Christoph and Patrick EP.** *“Measuring the immeasurable: A survey of sustainability indices”*. Ecological Economics, 2007.

**Carmen, Carlos A.** *“Desarrollo rural sostenible en la Unión Europea, el nuevo FEADER 2007-2013”*. Ministerio de agricultura, pesca y alimentación, 2007.

**Council, US Green Building.** *“LEED for Neighborhood Development rating system: Technical Manual”*, 2009.

**Gaffron, Ph., Huismans, G. y Skala, F.** Proyecto Ecocity. *“Manual para el diseño de ecociudades en Europa. Libro I. La ecociudad: un lugar mejor para vivir y Libro II La ecociudad: cómo hacerla realidad”*, Ministerio de vivienda, 2008.

**Global, BRE.** *“BREEAM Communities. Technical Guidance Manual”*, 2009.

**Hak, Tomas; Jan Kovanda and Jan Weinzettel.** *“A method to assess the relevance of sustainability indicators: Application to the indicator set of the Czech Republic’s Sustainable Development Strategy. Ecological Indicators”*, 2012.

**Higuera, Esther.** *“Metodología para la evaluación de la sostenibilidad en nuevas planificaciones urbanas”*. SB10mad-Sustainable Building Conference, 2010.

**Huang, Shu-Li; Jui-Hao Wong and Tzy-Chuen Chen.** *“A framework of indicator system for measuring Taipei’s urban sustainability”*. Landscape and Urban Planning, 1998.

**Huetting, Roefie and Lucas Reijnders.** *“Broad sustainability contra sustainability: the proper construction of sustainability indicators”*. Ecological Economics, 2004.

**Institute for Building Environment and Energy Conservation (Japan).** *“CASBEE for Urban Development. Technical Manual”*, 2011.

**Japan Sustainable Building Consortium.** *“CASBEE (Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency) for Urban Development Technical Manual”*, 2007.

**Mori, Koichiro and Aris Christodoulou.** *“Review of sustainability indices and indicators: Towards a new City Sustainability Index (CSI)”*. Environmental Impact Assessment Review, 2012.

**Pozueta, Julio.** *“Movilidad y planeamiento sostenible: hacia una consideración inteligente del transporte y la movilidad en el planeamiento y en el diseño urbano”*. Cuadernos de Investigación Urbanística, 2011.

**Robitu, Mirela.** *“Modeling the influence of vegetation and water pond on urban microclimate”*. Solar Energy, 2006.

**Rosales, Natalie.** *“Towards a design of sustainable cities: Incorporating sustainability indicators in urban planning”*. Sustainability indicators in urban planning, 46th ISOCARP, 2010.

**Tanguay, Georges A.** *“Measuring the sustainability of cities: An analysis of the use of local indicators”*. Ecological Indicators, 2010.

**Velázquez, Isabela.** *“Strategies and good practice for sustainable and liveable cities of tomorrow”*, 2005.

**Xing, Yangang.** *“A framework model for assessing sustainability impacts of urban development”*. Accounting Forum, 2009.