

## La transición de las ciudades hacia la sostenibilidad: la metodología CITYFiED para la renovación urbana a escala de distrito

Criado Camargo, Cristina.<sup>1</sup>, Vallejo Ortega, Estefanía.<sup>2</sup>, Massa, Giulia.<sup>2</sup>, Arrizabalaga Uriarte, Eneko<sup>3</sup>.

### Sinopsis

La inminente transición de las ciudades hacia un futuro más sostenible y energéticamente eficiente es un proceso complejo debido a las características de la propia ciudad y de las diferentes estructuras administrativas involucradas, lo que implica la simultaneidad de múltiples aspectos relacionados con temas económicos, medioambientales, técnicos y sociales. Esta situación muestra la necesidad de procedimientos integrales capaces de dar soporte a dicha transformación y que consideren los factores anteriormente descritos.

Como respuesta a lo anterior y al potencial que ofrece el sector residencial en la mitigación del cambio climático, la metodología CITYFiED se propone como un procedimiento para la renovación urbana a nivel de distrito en el contexto del proyecto europeo homónimo de 'smart cities'. El objetivo de dicha metodología es apoyar a las municipalidades en la definición de un plan de transición hacia un futuro sostenible a través del desarrollo de una Estrategia para la Renovación Urbana Sostenible (SSUR) que pueda ser particularizada a su visión y objetivos.

La metodología considera las autoridades locales como clientes y la eficiencia energética como pilar principal en línea con los objetivos del proyecto. Para garantizar el establecimiento de un diálogo efectivo entre los diferentes agentes y mejorar el proceso de toma de decisiones, se define la participación de un Grupo de Consultoría Externa (ECG) que coopera de manera activa con las administraciones locales, así como un marco de evaluación basado en indicadores definidos en varios niveles que proporcionan un soporte cuantitativo durante todo el proceso.

Para la definición de la metodología CITYFiED se han tomado como referencia las experiencias compartidas en la red de ciudades del proyecto y las acciones de demostración en los distritos de Lund (Suecia), Laguna de Duero (España) y Soma (Turquía).

### 1. Introducción

Actualmente la mayor parte de la población vive en zonas urbanas y se espera que esta cifra siga aumentando hasta llegar a dos tercios de la población mundial en 2050, según las Naciones Unidas [1]. Europa, siendo el continente más urbanizado, no es una excepción y se prevé que para la misma fecha más del 75% de la población se encontrará localizada en las grandes ciudades [2]. La concentración en las áreas urbanas supone una serie de ventajas para los propios ciudadanos, como el aumento de las oportunidades laborales, relaciones sociales, etc. Sin embargo, a pesar de que un aumento de la densidad urbana generalmente permite optimizar la gestión de recursos, debe destacarse que las ciudades utilizan dos tercios de la energía y que generan tres cuartas partes de las

<sup>1</sup> ACCIONA Ingeniería

<sup>2</sup> Fundación CARTIF

<sup>3</sup> Fundación TECNALIA

emisiones de CO<sub>2</sub> a nivel mundial [3], lo que impacta negativamente en la calidad de vida de la población.

Conforme a los datos de la Comisión Europea, la edificación es responsable del 40% del consumo energético y del 36% de las emisiones de CO<sub>2</sub> en Europa [4]. El BPIE señala que del parque de viviendas existente en 2014, sólo un 9,3% fue construido a partir de los 90, mientras que el 32% en los 70 y 80 y el 45% antes de 1969 [5]. Esto, sumado al hecho de que el 83% de las ciudades europeas son de tamaño mediano y pequeño en términos de población (50.000 – 250.000 habitantes) [6], confirma el enorme potencial de las áreas residenciales existentes para liderar la renovación urbana en el marco de las ‘smart cities’.

Se reafirma por lo tanto la necesidad de desarrollar nuevas estrategias de desarrollo urbano sostenible capaces de reducir el efecto que las ciudades - y en especial el sector energético - tienen sobre el cambio climático. Sin embargo, los procesos de planificación urbana implican considerar simultáneamente un gran número de dimensiones como la técnica, la socio-económica, la medioambiental o la ética, entre otras. Además, las diferentes estructuras de la administración pública, así como el elevado número de agentes involucrados, dificulta el proceso de toma de decisiones cuando se trata de seleccionar las medidas óptimas a implementar. En este proceso de planificación deben considerarse tanto los datos objetivos como los aspectos cualitativos que a menudo resultan difíciles de medir.

Desde Europa se han propuesto diferentes iniciativas y políticas para promover el desarrollo de planes sostenibles para las ciudades con el fin de asegurar que éstas alcancen los objetivos establecidos en la reducción de consumo energético y de las emisiones. La Directiva de Eficiencia Energética [7] o el Pacto de los Alcaldes para el Clima y la Energía [8] son dos de los principales ejemplos. Además, diferentes iniciativas como los ‘Technical Committees’ o ‘Working groups’, así como los proyectos europeos de investigación y desarrollo, han realizado avances significativos en el campo de las ‘smart cities’.

Sin embargo, a pesar de todos los avances y las experiencias obtenidas, aún existe la necesidad de metodologías integradas capaces de abordar el desarrollo sostenible de las áreas urbanas desde una perspectiva global, proporcionando herramientas, recomendaciones y directrices que faciliten la definición del plan de transición de las ciudades hacia un futuro sostenible.

## 2. La metodología CITYFiED para la renovación urbana a escala de distrito

La metodología CITYFiED surge como una respuesta a las necesidades anteriormente expuestas para la transformación de las ciudades hacia la sostenibilidad. La metodología propone un proceso dividido en siete fases cuyo objetivo principal es la definición de una Estrategia para el Desarrollo Urbano Sostenible (SSUR, en sus siglas en inglés) diseñada en base a los objetivos y necesidades de específicos de la ciudad evaluada y que formarán parte de su Plan de Urbanismo Sostenible [9] (*Figura 1*). Diseñada para dar soporte a las municipalidades representadas por las autoridades locales, la metodología tiene como pilar principal la eficiencia energética, en línea con los objetivos del proyecto CITYFiED.

En cada fase propuesta se identifican la participación de los agentes involucrados y las herramientas de soporte a utilizar, con el fin de facilitar la toma de decisiones a lo largo del proceso. A lo largo del análisis se consideran tanto la escala de distrito como la de ciudad, ya que partiendo de un análisis y diagnóstico a escala urbana se define la implementación de una serie de acciones a nivel de distrito que producirán una mejora sobre ambas.

CITYFiED  
Methodology

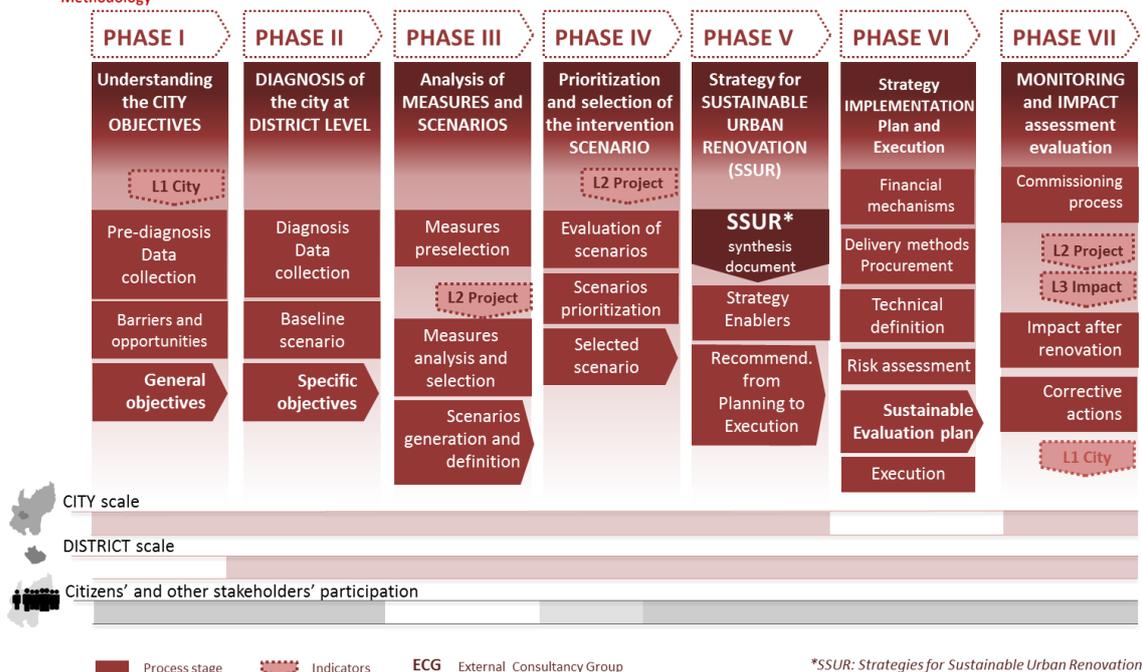


Figura 1 La 'Metodología CITYFiED' para la renovación urbana a escala de distrito

## 2.1. Identificación de los grupos de agentes

La metodología CITYFiED toma como punto de partida las administraciones públicas, ya que son habitualmente las promotoras de la sostenibilidad en las áreas urbanas en representación del interés ciudadano. Basándose en las consideraciones del Pacto de los Alcaldes [10], se incluyen - además de aquellos roles directamente involucrados en la rehabilitación - los agentes o cuyos intereses puedan verse afectados por las acciones a llevar a cabo, así como todos aquellos cuya participación sea necesaria para una implementación exitosa de la metodología.

Tomando como punto de partida otras experiencias en las que para el desarrollo de acciones de renovación urbana se identifican tres grupos de agentes – como los Planes de Acción Sostenible [10] o los estudios de la OECD [11] -, la metodología CITYFiED prevé como elemento innovador dentro de estos tres grupos la definición de un Grupo de Consultoría Externa (ECG) que pueda dar soporte en dichos trabajos y facilitar el proceso de toma de decisiones (Figura 2).

El primero de los grupos son los 'Expertos representando la municipalidad', formado por los organismos públicos involucrados en la renovación y que son precisamente los dinamizadores de la intervención. En línea con otras experiencias expuestas anteriormente, este grupo se divide en varios comités:

- **Comité de dirección.** Este comité está formado por los decisores políticos de la municipalidad incluyendo planificadores urbanos, departamentos de sostenibilidad, etc. En todo caso, la metodología aborda el proceso de toma de decisiones de manera colaborativa con el soporte de los equipos técnicos y contando con la

participación ciudadana, a través de diferentes técnicas que este comité debe garantizar.

La labor de este comité se intensifica durante las primeras y últimas fases del proceso, incluyendo la fijación de objetivos para la ciudad, seleccionando las medidas a implementar o manteniendo el compromiso a largo plazo, entre otras.

- *Comité técnico.* Está formado por los expertos técnicos pertenecientes a la municipalidad, que a su vez pueden organizarse en diferentes grupos de trabajo, como ingenieros, arquitectos, urbanistas, expertos energéticos, etc. Su labor principal es colaborar con el grupo de consultoría de cada a establecer el criterio técnico general y desarrollar el proceso de selección de medidas y escenarios. Su participación durante las fases de implantación de cara a realizar el control también es relevante.
- *Comité de monitorización.* Estos expertos son responsables de las actividades de monitorización y la definición de protocolos para ello, puede estar formado por los mismos profesionales que el comité anterior.
- *Comité de valoración.* Los niveles superiores de la administración pública pueden dar soporte al comité de dirección desde en la definición de objetivos en fase temprana.

El grupo de 'Expertos asesores y agentes de los sectores de edificación, energía y financiación' proporciona soporte técnico y financiero a la municipalidad a través de sus servicios. Se encuentra también dividido en varios equipos:

- *Grupo de Consultoría Externa (ECG).* El objetivo de este grupo multidisciplinar es la proporción de soporte a las autoridades locales durante el proceso de aplicación de la metodología. Se trata de un grupo multidisciplinar formado por profesionales de diferentes sectores conforme a la demanda de la renovación y/o la capacidad técnica de la municipalidad. Algunos ejemplos son: consultores medioambientales y energéticos, arquitectos, urbanistas, ingenieros de energía, etc. La participación de este grupo se da desde el inicio del proceso, apoyando el análisis de la ciudad y del distrito, y durante el proceso de toma de decisiones. Gracias a su experiencia previa y el apoyo en las herramientas definidas en el contexto de la metodología, proporciona un análisis multi-criterio.
- *Partes contractuales.* Se trata de organizaciones independientes directamente involucradas en la ejecución o implementación de las estrategias seleccionadas en relación a la provisión de materiales, equipos y personal o la proporción de servicios. Estos agentes pueden ser empresas de construcción, equipos de diseño o consultorías, empresas de servicios energéticos, proveedores de tecnologías, etc. Habitualmente la selección de estos agentes implica un proceso de licitación y deben estar en contacto con el comité técnico para la realización de los trabajos o servicios.
- *Entidades financieras.* Estos organismos son partícipes del desarrollo de la renovación proponiendo mecanismos de financiación o modelos de negocio que posibiliten la inversión que requiere la intervención.

Finalmente, los 'Ciudadanos y participación de otros agentes' se incorporan dentro del marco de la metodología como usuarios finales con una participación activa en la renovación y en las decisiones que ésta implica. Dentro de este grupo se engloban los ciudadanos, residentes y propietarios de edificios, universidades, centros de investigación,

etc. El comité de dirección de la municipalidad sería el encargado de garantizar su participación y colaboración en el proceso de comprensión de la ciudad y del distrito, la selección de medidas y la evaluación de los resultados.

Los aspectos sociales son de gran relevancia en la metodología CITYFiED, ya que se han identificado como una de las complejidades de la renovación urbana sostenible. Por ello, se incluyen diferentes procedimientos para la identificación de barreras no tecnológicas, mecanismos para la participación ciudadana, indicadores para la evaluación de la aceptación social, etc.

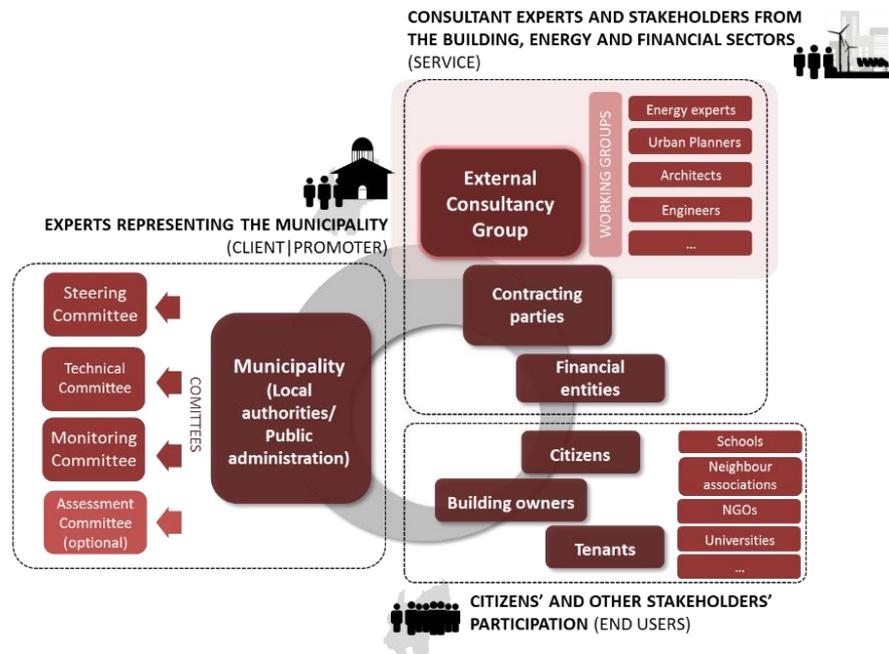


Figura 2 Grupos de agentes definidos en la metodología

Es importante que la identificación o incorporación de los grupos de agentes se realice de manera temprana en la medida que sea posible, de cara a favorecer la cooperación y el trabajo colaborativo desde el inicio del proceso. En este sentido, se deben definir los flujos de trabajo, periodos de reporte y comunicaciones, así como comprender las motivaciones de cada uno de los agentes implicados. De esta forma, todos ellos perseguirán objetivos comunes, lo que permitirá alcanzarlos con mayor certeza. La integración total o parcial de métodos de entrega integrada como como Integrated Project Delivery (IPD) o metodologías colaborativas como Building Information Modeling (BIM) favorecerán el trabajo colaborativo.

## 2.2. Herramientas para la mejora del proceso de toma de decisiones

La metodología CITYFiED propone una serie de herramientas capaces de dar soporte a las ciudades en la implementación de estrategias integradas para la rehabilitación sostenible y energética de los distritos (Figura 3). Éstas son aplicadas a lo largo de las fases de la metodología, tratándose por un lado de herramientas existentes de simulación energética, BIM o análisis de ciclo de vida y coste, así como de otras creadas dentro del marco del proyecto como los indicadores o CITYFiED Key Performance Indicators' (KPIs), el modelo de replicabilidad CITYFiED o el Plan de Evaluación Sostenible (SEP).

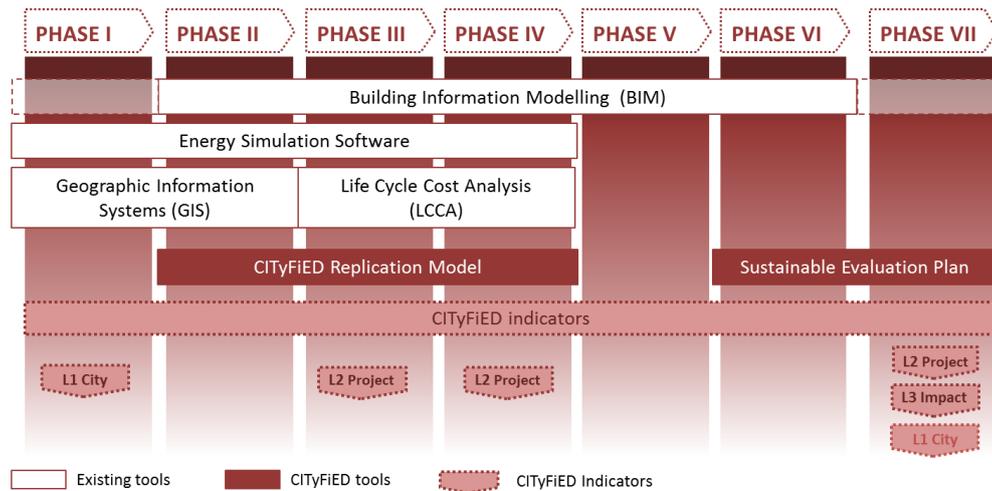


Figura 3 Herramientas definidas en la metodología CITYFiED

### CITYFiED ‘Key Performance Indicators’

La metodología CITYFiED propone tres niveles de indicadores o ‘Key Performance Indicators’ (KPIs), partiendo de experiencias anteriores como CITYKeys [12], SCIs [13] o CONCERTO [14]. Estos KPIs apoyan el despliegue de la metodología CITYFiED a lo largo de las diferentes fases, siendo unas herramientas de soporte para su aplicación.

El primer nivel corresponde a los indicadores de ciudad (L1) utilizados para el análisis y el diagnóstico de la ciudad en las fases tempranas de la metodología, lo que permite entender su contexto inicial. Su definición se apoya en diversos estudios previamente realizados, como por ejemplo el proyecto PLEEC [15], el BID [16] o la certificación BREEAM Communities [17], que se han complementado con los conocimientos de expertos del proyecto. Los indicadores de nivel 1 se definen para diferentes áreas estratégicas; medioambiente y recursos, gobernanza, bienestar social, economía e innovación y entorno construido lo largo de las tres áreas de aplicación; movilidad y transporte (17 indicadores), edificación (14 indicadores), distribución y generación de energía (14 indicadores). Opcionalmente estos indicadores pueden ser analizados en la evaluación final, de manera que los resultados obtenidos sobre la ciudad después de la intervención a escala de distrito puedan ser comparados respecto a la situación inicial.

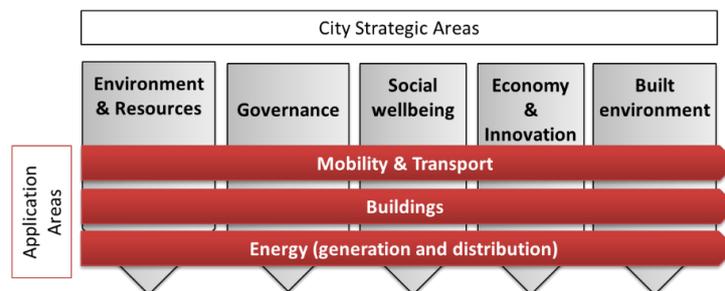


Figura 4 Áreas estratégicas de la ciudad y áreas de aplicación de los indicadores de ciudad

Complementando la definición de los indicadores, se ha realizado un estudio - basado en la evaluación de datos estadísticos - que ha permitido proponer unos valores medios para

los indicadores definidos de forma que puedan servir como valores de referencia para pequeñas y medianas ciudades de cara a comparar los resultados obtenidos .

El segundo nivel, indicadores de proyecto (L2), permite la evaluación de distintas medidas de conservación energética y/o de los escenarios propuestos para la rehabilitación. Los resultados obtenidos en esta fase pueden ser comparados con los del caso base y alimentarán el análisis multi-criterio para el proceso de toma de decisiones en las fases intermedias de la metodología.

Además, tienen un papel relevante en el despliegue del Plan de Evaluación Sostenible (SEP) en el que se definen métodos y procedimientos para la evaluación de la implementación de las medidas a través de los datos obtenidos de la monitorización. Estos indicadores se apoyan en CONCERTO [14] y se dividen en cuatro dimensiones: técnicos (9 indicadores), económicos (10 indicadores), medioambientales (5 indicadores) y sociales (4 indicadores). El cálculo de estos indicadores implica diferentes procedimientos de simulación en el caso de los indicadores cuantitativos y otros procedimientos como encuestas, entrevistas, etc. en los cualitativos.

Por último, los indicadores de evaluación de impacto (L3) permiten evaluar los efectos de la intervención a escalas de distrito y de ciudad. Se encuentran divididos en energía (2 indicadores), medioambiente (1 indicador), economía (3 indicadores) y beneficios para PYMEs (6 indicadores). Algunos de estos indicadores son similares a los de proyecto, aunque en este caso se da una mayor relevancia al impacto de la renovación en términos de desarrollo económico-social.

## Modelo de replicabilidad CITYFiED

El modelo de replicabilidad consiste en un procedimiento para incrementar al máximo el potencial de las tecnologías y estrategias desarrolladas en los demostradores del proyecto CITYFiED. Éstas son susceptibles de ser aplicadas a un distrito de otra ciudad que cumpla ciertas similitudes relacionadas con las características de los demostradores del proyecto, permitiendo así obtener resultados del mismo orden. Es una aproximación doble, por un lado un modelo energético cuantitativo proporciona soporte para el análisis de la demanda y suministro de energía, mientras que por otro se realiza un estudio de las barreras no tecnológicas y las posibilidades con respecto al modelo de negocio.

Considerando que la eficiencia energética a nivel de distrito es el pilar principal del proyecto, el modelo de replicabilidad se puede aplicar a nivel de distrito y permite una optimización de las fases III, IV y V de la metodología CITYFiED como herramienta para:

- El diagnóstico del distrito, proporcionando soporte a la identificación de las necesidades y objetivos.
- La evaluación de medidas energéticamente eficientes y escenarios, sopesando las acciones más indicadas de la cesta de tecnologías CITYFiED acorde a las necesidades identificadas.
- La priorización y evaluación de impactos, permitiendo la selección de los escenarios más eficientes capaces de alcanzar los objetivos específicos del distrito seleccionado.

## Plan de Evaluación Sostenible (SEP)

El Plan de Evaluación Sostenible (SEP) incluye varios procedimientos para coordinar las actividades de evaluación y garantizar que los objetivos a nivel de ciudad y de distrito son alcanzados. Este plan está basado en una serie de pilares fundamentales: puesta en

marcha, rendimiento energético, herramientas TIC, control de calidad de las intervenciones, evaluación económica, aceptación social y análisis de ciclo de vida (ACV). Estos procedimientos se apoyan en algunos casos en reconocidos protocolos, como la evaluación de ahorros energéticos a través del 'International Performance Measurement and Verification Protocol' (IPMVP).

Además, está basado en la evaluación a través de los indicadores de proyecto (L2), que proporcionan una visión objetiva y que permiten comparar el caso base con el estado tras la intervención y sopesar los objetivos alcanzados.

### Otras herramientas de análisis a escala de distrito

En el desarrollo de la metodología CITYFiED se identifican diferentes herramientas existentes capaces de dar soporte a los análisis y procedimientos que se proponen a escala de distrito:

- *Building Information Modeling (BIM)*. La metodología BIM define un procedimiento de colaboración a través de unos flujos de trabajo y una serie de herramientas que posibilitan dicho trabajo colaborativo. Éstas permiten el acceso en tiempo real a un modelo virtual que realiza las funciones de base de datos del proyecto, conteniendo no sólo información geométrica, sino también información no gráfica. El modelo BIM puede ser utilizado a lo largo del ciclo de vida de los edificios y las instalaciones que se incluyen en el distrito, ofreciendo además un gran potencial en relación a la interoperabilidad con otras herramientas de análisis expuestas posteriormente.
- *Geographic Information Systems (GIS)*. Estas herramientas tienen la capacidad de capturar, gestionar, analizar y visualizar información espacial, teniendo un gran potencial en temas de planificación urbana. La utilización de herramientas GIS permite la toma de datos cualitativa y cuantitativa georreferenciada.
- *Análisis energético*. Las herramientas de simulación energética permiten realizar estimaciones en el comportamiento energético actual de los edificios, así como proyectar hipotéticos rendimientos en el caso de instalación de otras medidas. Por tanto, son una potente herramienta en la toma de decisiones sobre los escenarios de rehabilitación a implementar. Deben complementarse con información real y otra serie de aspectos como las barreras no tecnológicas, etc.
- *Análisis de coste de ciclo de vida (LCCA)*. De manera similar a las herramientas de simulación energética, estas herramientas permiten asesorar el impacto ambiental y de coste en el ciclo de vida que podría tener la hipotética implementación de una serie de medidas. Estos resultados complementan el resto de análisis para la toma de decisiones, ofreciendo una perspectiva más global desde el punto de vista del coste-eficiencia.

### 3. Un proceso sistemático: las fases de la metodología CITYFiED

La metodología CITYFiED está dividida en siete fases, proponiendo directrices en el marco de un procedimiento sistemático e integrado en el que la participación de los diferentes agentes y el proceso de toma de decisiones quedan definidos.

## Fase I: Comprensión de la ciudad

El objetivo de la primera fase de metodología CITYFIED es la comprensión de la situación inicial de la ciudad y su problemática actual. La identificación de estos aspectos a través de un análisis, combinado con la definición de la visión a largo plazo para la ciudad, permitirá la identificación del camino de transición de la misma hacia su futuro sostenible. Se definen así una serie de objetivos generales que la ciudad desea alcanzar a través de la definición de una Estrategia de Renovación Urbana Sostenible (SSUR) personalizada para su caso particular.

Como primer paso, la municipalidad y sus ciudadanos deben responder a tres preguntas relacionadas con el pasado, presente y futuro de la ciudad: *¿en qué situación se encontraba la ciudad?, ¿en qué situación se encuentra ahora? y ¿cuál es su situación futura deseable?* Las dos primeras preguntas están relacionadas con el estudio y definición de la situación de partida, un pre-diagnóstico a escala de ciudad en relación a su grado de sostenibilidad que se realiza desde una amplia perspectiva. Este estudio debe abarcar temas urbanos y de gestión de energía, agua y residuos, así como de planificación urbana, y contará con diferentes herramientas de soporte como los indicadores de ciudad (L1) definidos en la metodología. La última pregunta guía la definición de los objetivos generales a nivel de ciudad que quieren alcanzarse y que estarán vinculados con los objetivos específicos a conseguir a escala de distrito en la siguiente fase. Estos objetivos pueden tener diferentes alcances en el tiempo; corto, medio y largo plazo.

En esta fase, los diferentes comités de la municipalidad son apoyados por el Grupo de Consultoría Externa (ECG) para la realización de las actividades técnicas. Los ciudadanos y usuarios finales participarán en el diagnóstico a través de técnicas de participación ciudadana propuestas por el comité de dirección.

## Fase II: Diagnóstico de la ciudad a nivel de distrito

Una vez se ha comprendido la realidad de la ciudad y los objetivos generales a alcanzar han sido definidos, es necesario identificar el distrito que va a ser objeto de la renovación, cuya selección responderá a los intereses identificados. Posteriormente, se procederá a realizar un diagnóstico detallado a través de diferentes técnicas y los indicadores de proyecto (L2).

La metodología dispone de pautas y procedimientos para la selección del distrito a intervenir, así como los diferentes análisis que deben realizarse una vez éste ha sido seleccionado. En primer lugar, se debe realizar un análisis socioeconómico desde la perspectiva del usuario final. Después, de la misma forma que en el análisis de ciudad, se analizan aspectos urbanos, de movilidad, redes de espacios verdes, gestión y tratamiento de aguas, aspectos energéticos, etc. pero en esta ocasión a nivel de distrito.

Con la finalidad de contestar a la pregunta *¿en qué situación nos encontramos ahora?* es necesario definir el caso base a escala de distrito de forma que nos ofrezca una imagen general de diagnóstico en temas de energía y sostenibilidad. El cálculo de los indicadores de proyecto (L2) para el caso base será una herramienta que nos permita identificar oportunidades y aspectos de mejora, así como más adelante la evaluación de los hipotéticos resultados de diferentes escenarios de renovación posibles. Para ello, se propone la definición de un modelo BIM como base de datos, y la utilización de herramientas de simulación y análisis ambiental y económico. Finalmente, se sugiere la realización de un análisis DAFO y la definición de unos objetivos específicos para el distrito

totalmente alineados con los generales para la ciudad a corto, medio y largo plazo, que deben ser específicos, medibles, alcanzables, realistas y definidos en el tiempo (SMART).

De la misma forma que la fase anterior, el ECG y los comités de la municipalidad serán los líderes de este análisis. Contarán con la participación ciudadana y de los usuarios finales, que en este caso pueden hacer aportaciones más concretas en base a sus experiencias.

### **Fase III: Definición y análisis de medidas y escenarios**

El objetivo de esta fase es la definición de los escenarios de renovación considerados para ser implementados en el distrito. Los escenarios se definen como herramientas capaces de predecir el impacto de la aplicación de las medidas que contienen. A su vez, las medidas son definidas como 'Energy Conservation Measures' (ECM) teniendo en cuenta la energía como pilar principal, siendo éstas "*medidas óptimas que son aplicadas a un edificio o grupos de edificios para mejorar su eficiencia energética y que implican conservación de energía (...)*" [18].

El proceso propuesto se divide en tres aproximaciones, la primera consiste en la pre-selección de las medidas y tecnologías en base a los objetivos generales y específicos identificados en las fases I y II. Para facilitar la labor, la metodología proporciona un catálogo de ECMs identificadas por su óptimo rendimiento. En segundo lugar, las medidas pre-seleccionadas anteriormente son evaluadas de manera individual desde un punto de vista global, incluyendo aspectos energéticos, medioambientales, económicos y sociales. Para deducir su posible impacto en el distrito se proponen tanto el cálculo de los indicadores de proyecto (L2), como la consideración de una serie de recomendaciones y sinergias identificadas entre las medidas. Con esta información, parte de las medidas serán descartadas.

Por último, las medidas que han sido seleccionadas son combinadas en diferentes escenarios de rehabilitación caracterizados en base a sus principales parámetros y clasificados en base a su coste de mitigación de emisiones [€/kg de ahorros de emisiones de CO<sub>2</sub>] como básicos, eficientes o avanzados.

El ECG es el principal responsable de las actividades en esta fase, apoyándose en las directrices de la metodología y las herramientas de análisis propuestas. Como equipo multidisciplinar de expertos realiza la evaluación y selección en colaboración con el comité técnico de la municipalidad.

### **Fase IV: Priorización y selección del escenario de intervención**

En la Fase IV se realiza el análisis de los escenarios de rehabilitación creados en la fase anterior, de cara a escoger la solución óptima y más alineada con los objetivos iniciales. En base a este propósito, el primer paso propuesto en esta fase es la evaluación de estos escenarios desde las dimensiones económica, social, técnica y medioambiental gracias al cálculo de los Indicadores de proyecto (L2) sobre cada uno de los escenarios.

Posteriormente, se realiza la priorización de los mismos por el ECG a través de un proceso de análisis de decisiones multi-criterio (MCDA), proponiéndose en este caso el Proceso de Jerarquía Analítica (APH) [19]. Para su aplicación, es necesario que el ECG conjuntamente con la municipalidad y los ciudadanos definan los criterios para la priorización. Los objetivos específicos definidos a escala de distrito en la fase II pueden ser usados para definir los criterios principales y parte de los indicadores de proyecto (L2) como sub-criterios. Se define entonces la ponderación para cada uno de los criterios y sub-criterios a través de un

procedimiento matemático que tiene en cuenta la importancia relativa de cada criterio con respecto a otros y los resultados obtenidos del cálculo de los indicadores.

Finalmente, se obtiene una puntuación para cada escenario que permite ordenarlos en base a los criterios definidos. Este procedimiento debe complementarse con la estimación del potencial de beneficios socio-económicos de cada escenario a través de un análisis cualitativo.

Para la selección final del escenario a implementar con sus correspondientes medidas se tomará una decisión colaborativa entre los comités de la municipalidad, el ECG y los ciudadanos a través de diferentes técnicas de participación.

## **Fase V: Estrategia para el Desarrollo Urbano Sostenible (SSUR). Documento de síntesis**

El principal objetivo de la Fase V es la definición de la Estrategia para el Desarrollo Urbano Sostenible (SSUR) como documento de síntesis que recoge los objetivos a alcanzar a nivel de ciudad y distrito, los resultados de los distintos procesos de análisis y la selección del escenario y sus medidas. Además, propone directrices y recomendaciones para dar soporte a la implementación de esta estrategia, garantizar el alcance de la visión de la ciudad y la implicación de los diferentes grupos de agentes. Las autoridades locales, especialmente el comité técnico y junto con el ECG si así es requerido por éste, son los responsables de la definición del documento.

El SSUR define la estrategia de transformación de la ciudad partiendo del escenario escogido en la Fase IV e identificando un posible modelo de negocio o mecanismos de financiación para su realización. Por otro lado, debe incluir una serie de recomendaciones para la correcta implementación de la estrategia que se desarrollarán en fases posteriores, pero que deben tenerse en cuenta previamente ya que afectan a la selección del método de entrega de proyecto o el proceso de licitación. También para la definición técnica de las medidas de la estrategia, incluyendo si así se define la aplicación de la metodología BIM durante el proceso que también debe preverse.

En relación a lo anterior, también se realiza una pre-definición del Plan de Evaluación Sostenible (SEP) que se realizará en la Fase VII pero cuyos aspectos principales deben tenerse en cuenta en estos procesos y en especialmente en la definición de un plan de monitorización integrado con la implementación de las medidas.

## **Fase VI: Plan de Implantación de la Estrategia (SIP) y Ejecución**

Las estrategias incluidas en el SSUR son definidas en detalle y puestas en práctica. El Plan de Implementación de la Estrategia (SIP) desarrollado en esta fase parte de las recomendaciones iniciales que ya se habían previsto en el SSUR, actuando como un plan de ejecución global que incluye gestión de riesgos, plan de supervisión y plan de control de calidad.

La definición técnica de las medidas se desarrolla dentro del marco de BIM y en relación al método de entrega y proceso de licitación seleccionados en relación a la capacidad técnica de la municipalidad, teniendo en cuenta que normalmente la municipalidad deben afrontar dichos procesos en línea con los requerimientos legales. Con respecto al método de entrega de proyecto, se recomienda la aplicación del Integrated Project Delivery (IPD) en el grado que lo permita el proceso de licitación. Este tipo de entrega enfatiza la involucración temprana de los agentes, proporcionando un marco colaborativo en el que desarrollar la estrategia. También deben considerarse los procesos de licitación basados

en rendimientos y no prescriptivos, en los cuáles se fijan como objetivos parámetros relacionados con la eficiencia energética o la sostenibilidad (alcance de una certificación, porcentaje de ahorros, etc.). Los mecanismos de financiación y modelos de negocio a seguir deben clarificarse en esta fase, recomendando la implementación del modelo Energy Service Company (ESCO).

Por último, en esta fase se completa la definición del Plan de Evaluación Sostenible (SEP) que será de aplicación en la fase siguiente y que implica una serie de acciones en ésta, como la implementación de la estrategia de monitorización.

Todos los agentes definidos en la metodología participan en esta fase. En concreto es relevante el rol de las diferentes partes contractuales que intervienen a través de un proceso de licitación y cuya participación se realiza bajo la supervisión de los comités técnicos y de monitorización.

## **Fase VII: Monitorización y evaluación de impactos**

En esta fase, las acciones en relación a la estrategia definida en el SSUR han sido implementadas conforme a las indicaciones recogidas en el SIP. Por tanto, el objetivo de la misma es en primer lugar realizar la puesta en marcha de las acciones implementadas y en segundo la evaluación de los objetivos alcanzados a través del SEP ya definido.

El SEP aborda la evaluación sostenible desde una perspectiva global, incluyendo además de energía, temas de aceptación social, económicos, control de calidad, análisis de ciclo de vida, etc. El comité de monitorización de la municipalidad es el principal responsable del despliegue de estas actividades, ya que los datos para la evaluación serán los reales, obtenidos de la monitorización instalada y/o mediciones in situ. El procedimiento definido se basa en procedimientos reconocidos y relacionados con la evaluación de medidas energéticas como el IPMVP o el protocolo ASHRAE.

Los indicadores de evaluación de impacto (L3) son los indicadores generados para realizar este análisis, enfocado en el impacto socio-económico de la renovación. También los indicadores de proyecto (L2) pueden volver a calcularse, pero en este caso con los datos reales para evaluar el impacto a escala de distrito sobre el caso base. Finalmente, también pueden recalcularse los indicadores de ciudad (L1) de cara a comparar las mejoras sobre el caso base.

Así, el impacto final de la renovación sostenible es evaluado no sólo a escala de distrito, sino también de ciudad. Los resultados obtenidos se emplean en dos direcciones; la evaluación del alcance de los objetivos específicos y generales establecidos a escalas de distrito y ciudad en relación a la respuesta a *¿cuál es su situación futura deseable?*; y la determinación de medidas correctoras para la implementación de las medidas a largo plazo o futuras renovaciones urbanas.

## **4. Conclusiones**

La metodología CITYFIED es una propuesta integrada para la guía y el soporte de las ciudades hacia su transición urbana sostenible, que persigue facilitar el proceso de toma de decisiones. Para ello, define la participación de los diferentes grupos de agentes, incluyendo un Grupo de Consultoría Externa (ECG) de colaboración con los organismos públicos. Además, identifica una serie de herramientas a escala de distrito capaces de apoyar el análisis durante la implementación de la metodología y define tres niveles de indicadores: indicadores de ciudad (L1), indicadores de proyecto (L2) e indicadores de

evaluación de impacto (L3). El procedimiento se define a lo largo de siete fases donde se exponen las directrices para el desarrollo de una Estrategia para la Renovación Urbana Sostenible (SSUR) que parte desde la comprensión de la ciudad y su visión futura y culmina con la evaluación de los resultados alcanzados.

Para la definición de la metodología CITYFiED se han tomado como referencia las experiencias de alrededor de 40 ciudades que forman parte de la red del proyecto CITYFiED, así como las tres acciones de demostración que se están realizando a nivel de distrito en el mismo, con el objetivo de garantizar su potencial de replicación en otras ciudades y promover así su despliegue en el mercado. Dichas intervenciones se realizan en Lund (Suecia), Laguna de Duero (España) y Soma (Turquía) e incluyen temas de rehabilitación energética de la envolvente, redes de calor, integración de renovables y monitorización, entre otras.

## Agradecimientos

La metodología CITYFiED se desarrolla dentro del alcance del proyecto CITYFiED, el cual ha recibido financiación del Séptimo Programa Marco de la Unión Europea para investigación, desarrollo tecnológico y demostración bajo el contrato N°609129.

## Referencias

- [1] UNITED NATIONS. (2014). *World Urbanisation Prospects*.
- [2] EUROSTAT. (2016). *Urban Europe. Statistics on cities, towns and suburbs*.
- [3] SMART CITIES COUNCIL. (2013). *Smart Cities readiness guide. The planning manual for building tomorrow's cities today*.
- [4] EUROPEAN COMMISSION. *Buildings*. <<https://ec.europa.eu/energy/en/topics/energy-efficiency/buildings>> [Consulta: 7 noviembre 2018]
- [5] BUILDINGS PERFORMANCE INSTITUTE EUROPE (BPIE) <<http://bpie.eu/focus-areas/buildings-data-and-tools>> [Consulta: 30 octubre 2018]
- [6] DIJKSTRA, L., POELMAN, H. (2012). *Cities in Europe. The OECD-EC definition*. European Commission.
- [7] DIRECTIVA 2012/27/EU del Parlamento Europeo y del Consejo de 25 de octubre de 2012 relativa a la eficiencia energética <<https://ec.europa.eu/energy/en/topics/energy-efficiency/energy-efficiency-directive>>
- [8] PACTO DE LOS ALCALDES PARA EL CLIMA Y LA ENERGÍA <<https://www.pactodelosalcaldes.eu/es/>> [Consulta: 7 noviembre 2018]
- [9] CITYFiED. (2018). *D2.25 Methodology for city renovation at district level. Systemic approach*. Versión intermedia.
- [10] COVENANT OF MAYORS. (2010). *How to develop a Sustainable Energy Action Plan (SEAP) - Guidebook*. Belgium: Publication Office of the European Union.
- [11] OECD. (2001). *Strategies for Sustainable Development. The DAC guidelines*. France.
- [12] CITYkeys. <<http://www.citykeys-project.eu/>> [Consulta: 2 noviembre 2018]
- [13] SMART CITIES INFORMATION SYSTEM (SCIs) <<https://smartcities-infosystem.eu/>> [Consulta: 2 noviembre 2018]
- [14] CONCERTO <<https://www.concertoplus.eu/>> [Consulta: 2 noviembre 2018]
- [15] PLEEC <<http://www.pleecproject.eu/>> [Consulta: 2 noviembre 2018]

- [16] BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO (BID) <<https://www.iadb.org/es>> [Consulta: 7 noviembre 2018]
- [17] BREEAM COMMUNITIES <<https://www.breeam.com/discover/technical-standards/communities/>> [Consulta: 7 noviembre 2018]
- [18] CITYFIED. (2018) D4.18. *Report of commissioning of ECMs and energy generation facilities.*
- [19] SAATY, T. (1980). *The analytic hierarchy process.* New York. McGraw-Hill.