



## USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA EN LAS CIUDADES

Documento de reflexión.

MARZO-2016



## Contenido

|  |    |
|--|----|
| IDEAS DE PARTIDA.....  | 3  |
| ÁREAS DE ACTUACIÓN. ....   | 4  |
| Perspectiva social. Pobreza energética .....   | 4  |
| Urbanismo y edificación:.....  | 4  |
| Transporte .....   | 11 |
| Servicios comunes. Energía, y Medioambiente .....                                      | 14 |
| Sistemas de generación y distribución. Redes Inteligentes de Climatización Urbana..... | 16 |
| PLANES DE FUTURO .....   | 19 |

## IDEAS DE PARTIDA.

La Cumbre del Clima de París acabó con un mensaje de esperanza para la colaboración en la lucha contra el cambio climático, impulsando un cambio de modelo de desarrollo con menos emisiones de Gases de Efecto Invernadero. Cuando la COP 21 dio por aprobado el Acuerdo de París, los gobiernos lanzaron una señal a la sociedad, a los inversores y a las empresas, de que la transición energética ya está en marcha y es imparable.

Aunque el acuerdo en si carece de concreción y de garantías suficientes para conseguir el objetivo de “mantener el aumento de la temperatura mundial muy por debajo de 2°C y realizar los esfuerzos para que no supere 1,5°C respecto a las temperaturas preindustriales”, ya que no contempla una meta cuantitativa a largo plazo sobre la magnitud de reducción de emisiones necesaria para ello, ni plazos claros que orienten la hoja de ruta, su mayor fortaleza es sin duda su carácter universal e inclusivo. El acuerdo ha sido aceptado por 195 países, 187 de los cuales ya han presentado sus contribuciones nacionales, que aunque insuficientes, suponen un primer paso de un camino que todavía nos queda por recorrer y acelerar el paso para llegar a tiempo al objetivo.

Para lograr este objetivo, no solo hace falta trabajar a nivel de gobiernos nacionales sino también a nivel local. En este sentido, el papel de las ciudades será muy significativo durante los próximos años no solo porque estas son parte de la problemática del cambio climático, sino también porque tienen el potencial de ser parte de la solución.

En la actualidad las ciudades son grandes consumidores de energía, alimentos, materiales y grandes productores de residuos y emisiones de gases contaminantes. Siguen, en su mayoría un metabolismo lineal de producción, consumo y deshecho, mientras la presión a los ecosistemas y al planeta esta aumentado. Según el Informe del Planeta Vivo (WWF 2014), la población de la tierra ha llegado a 7.200M de habitantes de los cuales unos 3.600M viven en ámbitos urbanos y las proyecciones muestran que en 2050, la población humana llegará a unos 9.600M de habitantes, de los cuales 6.300M de personas vivirán en ciudades. Simultáneamente, las ciudades son responsables de la producción de la mayoría de las emisiones de gases de efecto invernadero, consumiendo más del 70% de la energía mundial, como revela el quinto informe de la IPCC.

El objetivo y simultáneamente el reto para las ciudades es el establecimiento de un metabolismo circular que minimice la necesidad de inyección de nuevos recursos en las mismas, tal como la energía, y les dota de un alto nivel de autosuficiencia, aumentado simultáneamente su resiliencia y la capacidad adaptativa a los impactos del cambio climático. Para conseguir este objetivo, son necesarios los siguientes elementos del el planeamiento urbano:

- Más del 60% de la población mundial vivirá en áreas urbanas en el 2030
- El 75% de la energía global se consume en las ciudades
- El 80% de las emisiones de gases de efecto invernadero se producen entorno a las ciudades
- Para lograr los objetivos para 2030 en la Estrategia Energética, la Comisión Europea marca como prioridades el uso de la energía en los entornos urbanos.

## ÁREAS DE ACTUACIÓN.

### Perspectiva social. Pobreza energética

Como se manifiesta en el último informe de la Asociación de Ciencias Ambientales (1), la pobreza energética sigue siendo una realidad que afecta a una proporción significativa de hogares que residen en España. En concreto, dicho informe concluye que en 2014:

- El 11% de los hogares españoles (equivalente a 5,1 millones de personas) se declaraba incapaz de mantener su vivienda a una temperatura adecuada en los meses fríos.
- El 8% de los hogares españoles (equivalente a 4,2 millones de personas) declaraba tener retrasos en el pago de las facturas de la vivienda incluyendo las de energía doméstica.
- El 15% de los hogares españoles (equivalente a 6,2 millones de personas) destinaban más del 10% de sus ingresos anuales a la compra de energía para la vivienda.
- El 10% de los hogares españoles (equivalente a 4,9 millones de personas) se encontraba en dificultades. Esto significa que su ingresos, una vez descontados los gastos en vivienda y energía doméstica, estaban por debajo de la línea de pobreza monetaria (60% de los ingresos medianos por persona equivalente), y que simultáneamente su gasto en energía doméstica estaba por encima de la mediana de gasto en energía por persona equivalente para toda España.
- El 21% de los hogares españoles (equivalente a 12,1 millones de personas) se encontraba en dificultades según la aplicación al caso español del indicador basado en el enfoque del ingreso mínimo aceptable (Minimum Income Standard). De acuerdo con esta metodología, los ingresos de estos hogares, una vez descontados sus gastos de energía y vivienda, estaban por debajo de la Renta Mínima de Inserción más elevada de España (País Vasco) una vez descontados el gasto en vivienda y energía de un hogar nacional.

### Urbanismo y edificación:

#### ➤ *Planeamiento urbano*

En España las últimas décadas se produjo una importante urbanización de la población que hoy en día consiste en el 70% aproximadamente de la población total del país. Sin embargo, esta urbanización siguió un modelo de ocupación del territorio basado en el crecimiento inmobiliario ilimitado que pretendía cubrir objetivos cuantitativos, dejando al lado otros cualitativos que tendrían la capacidad de fomentar la sostenibilidad urbana y ambiental y reforzar la resiliencia urbanística. Este modelo se ha llevado a cabo, ignorando muchas veces la ordenación territorial, mientras utilizaba la planificación urbanística a favor del crecimiento especulativo.<sup>2</sup> Ha generado por tanto modelos de ciudad expansivos, basados en patrones insostenibles de baja compacidad, alta movilidad privada y dispersión territorial, generando espacios mono-funcionales que han perjudicado, entre otras cosas, la cohesión social y han aumentado la huella ecológica de las ciudades Españolas.

---

<sup>1</sup> “pobreza, vulnerabilidad y desigualdad energética. Nuevos enfoques de Análisis. ACA, abril 2016”

<sup>2</sup> Cambio global, España 2020/50. Programa ciudades

Por otra parte, en este momento temporal las ciudades Españolas como el resto del mediterráneo presentan una alta vulnerabilidad frente los impactos del cambio climático, un hecho que se agrava por los patrones urbanísticos, anteriormente presentados, de las mismas que fomentan la inyección continua de recursos externos para cubrir sus necesidades. De hecho, las sequías de larga duración aumentarán a lo largo del siglo XXI en España, donde se prevé una media de reducción de las precipitaciones entre un 10-20%, especialmente en el sur de la península ibérica. Esto, en combinación con el aumento de la evaporación del agua por las temperaturas más altas, que puede llegar a ser un 6% en la primera mitad del siglo y un 21% en 2100, afectará seriamente la capacidad de las ciudades de abastecerse de agua potable.

Así mismo, por la subida de la temperatura y los fenómenos climáticos extremos se verá afectada la seguridad alimentaria de las ciudades españolas, ya que se prevé una reducción de las cosechas de productos agrícolas básicos como el maíz, el trigo y la soja, de un 20%, a finales del siglo. Por otro lado, el incremento de otros fenómenos extremos como las lluvias torrenciales aumentará la frecuencia de casos de inundaciones que los sistemas presentes de saneamiento no serán capaces de gestionar.

Además, muchas ciudades Españolas se ubican en la costa. Los municipios costeros, apenas ocupan el 7% del territorio nacional, pero albergan al 45% de la población. Sin embargo, las previsiones indican que el nivel del mar puede aumentar hasta unos 59cm durante este siglo, mientras que como orden de magnitud se estima un retroceso de 1 metro en la línea de costa por cada centímetro de ascenso del nivel medio del mar.

Finalmente, las proyecciones hablan de un aumento de las temperaturas medias actuales de hasta 4 grados -durante el invierno- y hasta 6 grados en verano. Si a esto se añaden las "islas de calor", habrá más días en que las ciudades de nuestro país superen los 30-35 grados, especialmente en el sur y centro de la península.

El cambio climático se incrementa debido a la emisión antropogénica de gases de efecto invernadero que en su mayoría se deben a la producción y el consumo de energía. Por tanto es posible mitigar los impactos del cambio climático que afectan y afectarán más los próximos años todos los niveles de la organización humana y tendrán mayor impacto en las áreas urbanas, especialmente en aquellas donde el cambio climático no se ha considerado como una vulnerabilidad fundamental a la hora de urbanizar.

Por tanto, las estrategias de mitigación deben involucrar medidas que tengan como objetivo la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero, principalmente a través del cambio del modelo energético actual, basado en la quema de los combustibles fósiles, por otro que fomente el ahorro y la eficiencia energética y la instalación de energías limpias y renovables in situ, con una simultánea amplia red de interconexiones europeas de renovables. Actualmente, En España el 74% de la energía que se consume proviene de combustibles fósiles importados, que a parte de su impacto al empeoramiento del calentamiento global, generan una alta dependencia externa de nuestro país. Por tanto, la primera medida que se tiene que poner en marcha es el fomento del ahorro energético en todos los sectores que consumen energía y especialmente los sectores que más intensivos son energéticamente, como el sector industrial (31% de la energía total), el transporte (39% de la energía total) y el sector de la edificación (26% de la energía total). Es necesario por tanto avanzar hacia un cambio modal del transporte urbano y crear un modelo más sostenible que fomente el uso de los medios públicos, especialmente los que son electrificados (tren, metro, tranvía, etc.) y a través del fomento de modos de transporte como la bicicleta o el desplazamiento a pie. En cuanto al vehículo privado, se debe contemplar un cronograma de sustitución de los vehículos de gasolina o gasóleo por vehículos eléctricos. Simultáneamente, es necesario fomentar el ahorro y la eficiencia energética en el sector de la edificación a través del impulso de la

rehabilitación energética profunda de los edificios (instalación de aislamiento, ventanas eficientes, elementos de sombreado, equipamiento de climatización eficiente, etc.), el fomento de un mercado de equipos eléctricos y electrónicos muy eficientes y la concienciación de la ciudadanía sobre el uso razonable de la energía. Las ciudades deben convertirse en productores netos de energía, un hecho que no solo contribuye al cerrar los ciclos, sino también les dotará de mayor resiliencia frente a los impactos del clima.

Por otro lado, la densidad urbana y la organización espacial son elementos cruciales que no solo influyen en el consumo energético, ya que las ciudades dispersas necesitan unas redes de transporte y de servicios básicos muy extensas que tradicionalmente favorecen el uso del vehículo privado y reducen la eficiencia energética, sino también en la capacidad de absorción de gases de CO<sub>2</sub> por la tierra, ya que la extensión de las infraestructuras y de los sistemas artificiales, reduce la superficie de los ecosistemas naturales. Por tanto es necesario dejar atrás el modelo urbanístico del siglo XX que condujo a un urbanismo expansivo y mono-funcional y apostar por ciudades más compactas y complejas, que concentren los servicios (transporte, energía, infraestructuras, etc.) y alcancen un buen ratio entre el espacio construido y el espacio natural (zonas verdes, ríos urbanos, creación de cubiertas verdes, etc.). Por tanto es también necesario utilizar un modelo urbanístico de tres niveles<sup>3</sup> para poder aprovechar tanto el subsuelo, como las superficies en altura para cubrir las necesidades funcionales de una ciudad de manera más eficiente.<sup>4</sup>

Finalmente, la eficiencia funcional de una ciudad no depende solo de los recursos que se consumen in-situ, sino también de estos que se han utilizado en lugares remotos para la producción de los bienes que se consumen para cubrir sus necesidades metabólicas y entre ellos la energía. Por tanto, es necesario el cambio del modelo del consumo para conseguir que por un lado se reduzca el consumo de los productos finales, a través de un modelo más concienciado que implica el reciclaje, la reutilización y el mayor aprovechamiento de todo lo que ya está en el mercado para reducir la necesidad de nuevas y mayores inyecciones de estos bienes en el metabolismo urbano. Por otro lado es necesaria la internalización de los costes ambientales de los nuevos productos y entre ellos los costes energéticos para que los consumidores se dirijan hacia productos que hechos con mayor eficiencia energética y ambiental.

#### ➤ **Edificios residenciales**

Se pretende dar una visión de la importancia que tiene la eficiencia energética en un sector de gran consumo de energía como es la edificación (sector residencial y terciario) y las acciones que se están llevando a cabo tanto en la promulgación de leyes y normativas para dar cumplimiento a diferentes directivas europeas, así como a las actividades de I+D que se están realizando para conseguir edificios eficientes energéticamente con el empleo de la Energía Solar. Con esto se consigue racionalizar la utilización de la energía convencional para el acondicionamiento de los edificios partiendo del diseño, considerando los principios de Arquitectura Bioclimática y demostrar que se puede contribuir al ahorro de energía en este tipo de edificios considerando el confort térmico

Las políticas territoriales, como las que se han señalado anteriormente, han llevado a la creación de un parque edificado de aproximadamente 25M de viviendas, de las cuales unas 680.000 quedan sin vender, mientras existe un importante número de ciudadanos que siguen

---

<sup>3</sup> Salvador Rueda. El urbanismo ecológico: un nuevo urbanismo para abordar los retos de la sociedad actual

<sup>4</sup> WWF 2015. Ni un Grado Más, ciudades.

sin acceso a la vivienda<sup>5</sup>. La mayoría del parque edificado, se ha construido antes de 2007, cuando por primera vez entró en vigor un CTE que imponía la implantación de medidas más estrictas en cuanto a la eficiencia energética de los edificios y la construcción sostenible (R.D. 314/2006). Como resultado el parque edificado español es ineficiente, no solo en cuanto a la energía que se necesita para mantener las condiciones de confort, sino también en cuanto a la sostenibilidad de los materiales que se utilizaron y de los métodos constructivos que se llevaron a cabo.

Así mismo, la baja eficiencia energética de las viviendas españolas junto con los altos precios de la energía y la disminución de los sueldos, a la prevalencia de la pobreza energética en España, que actualmente afecta a más de 5M de ciudadanos que no pueden mantener su vivienda en una temperatura adecuada durante los meses más fríos. Además, contribuyen a una quinta parte de las emisiones de CO<sub>2</sub> de España.

Los edificios concebidos y construidos para reducir la demanda de energía en el acondicionamiento térmico para calefacción y refrigeración y por lo tanto las emisiones de CO<sub>2</sub> y otros agentes de polución a la atmósfera, se conciben como “edificios que se alimentan con el sol” de forma pasiva y activa. Este tipo de edificios se engloban dentro de las áreas de actividades que se conocen como aplicaciones de la energía solar en los edificios o uso racional de la energía o edificios verdes para alcanzar el objetivo de obtener edificios eficientes energéticamente. Los edificios concebidos y construidos para reducir la demanda de energía en el acondicionamiento térmico para calefacción y refrigeración y por lo tanto las emisiones de CO<sub>2</sub> y otros agentes de polución a la atmósfera, se conciben como “edificios que se alimentan con el sol” de forma pasiva y activa. Este tipo de edificios se engloban dentro de las áreas de actividades que se conocen como aplicaciones de la energía solar en los edificios o uso racional de la energía o edificios verdes para alcanzar el objetivo de obtener edificios eficientes energéticamente.

Existe por tanto, un potencial importante de mejora del comportamiento energético y de reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero en los hogares españoles que no tiene solo una dimensión energética y ambiental, sino también una dimensión económica y social, ya que puede contribuir a la disminución de los fondos que España paga exteriormente para su abastecimiento de combustibles fósiles, a la creación de nuevos campos de empleo sostenibles a largo plazo, y a la lucha contra la pobreza energética, consiguiendo una mayor inclusión social.

La rehabilitación energética de las viviendas y la instalación de energías renovables en ellas, tanto para la calefacción y la producción de agua caliente sanitaria (ACS), como para la producción de energía eléctrica en régimen de autoconsumo, no se contempla como una necesidad sino como la única senda que se debe seguir para que España cumpla con sus compromisos internacionales para una economía baja en carbono y con sus compromisos ante sus ciudadanos para la creación de una sociedad más inclusiva y equitativa. El impulso al sector de la rehabilitación y el autoconsumo con energías renovables apenas se han cumplido hasta la fecha. Es cierto que se ha creado un marco legal para el sector de la rehabilitación que hasta ahora, dada también la coyuntura socioeconómica que atraviesa España, no ha conseguido dar frutos todavía.

---

<sup>5</sup> Ministerio de Fomento. Plan Estatal de fomento del alquiler de viviendas, la rehabilitación edificatoria y la regeneración y renovación urbanas, 2013-2016.  
[http://www.fomento.es/mfom/lang\\_castellano/direcciones\\_generales/arq\\_vivienda/apoyo\\_emancipacion/plan\\_estatal.htm](http://www.fomento.es/mfom/lang_castellano/direcciones_generales/arq_vivienda/apoyo_emancipacion/plan_estatal.htm)

En términos de rehabilitación energética de los edificios, dada la importancia que tiene el impulso del sector tanto para la economía española, como para la reducción del consumo energético y la mejora del bienestar de los ciudadanos, teniendo simultáneamente el potencial de paliar aspectos de la pobreza energética, se propone lo siguiente:

- Hacer un uso eficiente de los fondos existentes, incluyendo criterios socioeconómicos para facilitar la implicación de las clases sociales desfavorecidas en procesos de rehabilitación energética, reforzando simultáneamente la efectividad de estos mecanismos con medidas fiscales que favorezcan la mejora de la eficiencia energética en los edificios.
- Crear entidades acreditadas que puedan gestionar un proceso de rehabilitación en su totalidad y que garanticen el flujo continuo de recursos económicos. En este sentido, es importante que las empresas suministradoras de energía cambien su modelo de negocio, hacia uno basado en la demanda que refleje las necesidades del consumidor final y que además contribuya a la mejora de la eficiencia energética de los edificios a través de la realización de intervenciones integradas en los mismos.
- Fomentar los proyectos piloto de rehabilitación energética en todo el país incluyendo I+D+i. Los proyectos piloto de rehabilitación energética son necesarios para actuar sobre tres puntos:
  - familiarizar a la sociedad con este tipo de iniciativas y avances
  - difundir los beneficios de la rehabilitación
  - recopilar información útil que fomente la reflexión sobre posibles mejoras de estos procesos e información que fortalezca los argumentos a favor de la rehabilitación energética.
- Incrementar la actividad de los movimientos ciudadanos en los barrios, como las Asociaciones de Vecinos, porque son actores que tienen un acceso directo a los vecinos, conocen las problemáticas de cada barrio desde dentro y pueden ayudar esencialmente al diseño de estrategias de concienciación ciudadana sobre el uso eficiente de la energía, como al diseño de estrategias de rehabilitación energética integrada de los barrios que logren resultados que mejor entienden las necesidades del conjunto del vecindario.
- Instalar oficinas de información en los barrios, donde los ciudadanos puedan familiarizarse o resolver dudas sobre la rehabilitación energética de sus viviendas. La Empresa Municipal de Vivienda y suelo del Ayuntamiento de Madrid y otras entidades municipales están ofreciendo oficinas de proximidad que tienen como objetivo la concienciación ciudadana sobre la importancia tanto del ahorro de energía, como de los procesos de rehabilitación energética. Este ejemplo debería generalizarse y fomentarse por parte de las administraciones, sobre todo locales, ya que tiene el potencial, junto con unas ayudas bien enfocadas y de otras medidas económicas de impulsar el sector de la rehabilitación y contribuir hacia la reducción del consumo energético en las ciudades españolas.
- Rehabilitar ampliamente e íntegramente los edificios de la administración pública, ampliando el enfoque de la rehabilitación energética de los edificios de la AGE que impone la Directiva 2012/27/UE, para incorporar edificios de las administraciones autonómicas, regionales y locales. Esto permitirá una reducción del gasto público en materia de energía, mejorará la calidad de los edificios públicos, contribuirá decisivamente hacia el impulso del sector de la rehabilitación energética en España y jugará un papel ejemplarizante para la ciudadanía.

Por otro lado, el objetivo de impulsar el autoconsumo eléctrico con energías renovables se ha incumplido totalmente, en contra, además, de los objetivos de la UE sobre una mayor descentralización de la producción energética y la implantación de energías renovables en los



edificios, algo que dotará a los medios urbanos entre cosas, de una mayor resiliencia frente los impactos del cambio climático.

Así mismo, para conseguir un sector vivienda más eficiente, con menores emisiones de gases contaminantes y con unas condiciones para los vecinos, que cumplan con los estándares de habitabilidad del siglo XXI, solo se puede pensar en unos edificios que tengan un balance energético positivo. Esto significa que la eficiencia energética y la instalación de energías renovables tienen que ir de mano, cumpliendo así la Trías Energética y contribuyendo al logro de un metabolismo urbano circular, donde los flujos metabólicos externos se minimicen para dar paso a la autosuficiencia.

➤ ***Eficiencia Energética; Mejoras mediante energía solar pasiva y arquitectura bioclimática***

La Arquitectura Bioclimática puede definirse como aquella que optimiza sus relaciones energéticas con el entorno medioambiental mediante su propio diseño arquitectónico. Con esta definición se quiere ir más allá de lo que significan términos tales como “Arquitectura solar” o “Arquitectura pasiva” que corresponden a aspectos parciales del problema global.

Aunque se conoce con el nombre de Arquitectura Bioclimática, es realmente una Arquitectura llana y lisa, y sin ningún tipo de adjetivos, donde el clima proporciona una serie de condicionantes que hay que tener en cuenta en el diseño arquitectónico.

Por lo tanto, la Arquitectura Bioclimática pretende sentar las bases para la realización de unos edificios racionalmente construidos, de modo que, con un consumo mínimo de energía, se mantengan constantemente las condiciones de confort requeridas. Para ello, deben considerarse unas estrategias de diseño que aprovechen de forma óptima las condiciones ambientales del entorno (energía solar disponible, temperatura exterior, dirección predominante del viento, etc).

Es evidente que esta utilización de la energía solar es la más natural e inmediata, y también la más antigua. Por tanto, las bases de la arquitectura bioclimática deben buscarse en la arquitectura popular. Ahora bien, la problemática ha cambiado, y la tecnología avanza descubriendo nuevos materiales, que impulsan el desarrollo de la investigación en el campo de la edificación para conseguir de esta manera un bajo consumo energético, sin que ello suponga un aumento en el trabajo del diseñador.

A la hora del diseño del edificio hay que considerar los recursos naturales que pueden utilizarse como fuentes o como sumideros de calor dependiendo de la aplicación que se desee utilizar: calefacción o refrigeración. Se consideran como fuentes: los factores climáticos exteriores (radiación solar, temperatura ambiente, humedad relativa y dirección y velocidad del viento) y como sumideros: la tierra (tubos enterrados), la atmósfera y el cielo (temperatura aparente).

Este modo de utilizar la energía solar de forma pasiva es totalmente distinto a cuando se utiliza de una forma activa para lo cual es necesario una instalación, que puede estar o no integrada en el diseño del edificio, la mayoría de las veces se instala después cuando el edificio ya está construido.

El aprovechamiento térmico de la energía solar en forma activa necesita de un sistema colector, de un fluido que transporte esa energía térmica, de un almacenador, de un intercambiador y de una serie de tuberías, válvulas, controles, etc, que hace necesario un mantenimiento para que la instalación esté en funcionamiento, así como hay que tener en cuenta la duración de los componentes y la amortización de la instalación.

Por diferencia en el aprovechamiento pasivo no existe mantenimiento y la duración es la del edificio, y aunque existe un sobrecoste en construcción, cuando el edificio se considera solar pasivo o convencional, en la mayoría de los casos, como se pondrá de manifiesto en próximos

temas, el sobrecoste se amortiza en pocos años si se considera el ahorro de energía que se obtiene a lo largo del tiempo de uso del edificio, además de las mejores condiciones domésticas y los efectos positivos para la salud de los usuarios y el menor impacto para el planeta.

Por lo tanto, en resumen, en el diseño se deben considerar las técnicas solares pasivas para conseguir un ahorro energético y un confort térmico, pero a veces con el diseño solar pasivo no se obtienen los niveles de confort térmico a que estamos acostumbrados, pues bien esa energía adicional que se necesita puede ser conseguida por utilización del aprovechamiento activo de la energía solar o por sistemas convencionales. Es decir el empleo de la energía solar en forma pasiva o activa en los edificios son dos modos complementarios de aprovechar la energía solar, la dimensión de esta complementariedad depende de cada proyecto en concreto y así habrá edificios solo pasivos y otros que sean pasivos y activos a la vez, cualquiera de estas características están englobadas en el concepto de Arquitectura Bioclimática.

#### ✓ Diseño en edificación

Se pueden tomar de la arquitectura popular un gran número de edificios singulares ejemplares y tendencias tanto arquitectónicas como de construcción, que reúnen unas características básicas que deberían tenerse en cuenta a la hora del diseño y la edificación actual de viviendas, como son:

- se adaptan al clima
- se adaptan a la naturaleza y al paisaje
- se adaptan a la función (o funciones) para las que están construidas
- utilizan materiales locales
- la forma es el resultado de una experiencia secular
- es de mínimo consumo energético
- es una construcción económica
- puede formar conjuntos urbanísticos homogéneos tipo núcleos rurales

Estos puntos están interrelacionados entre sí, pudiéndose resumirse en los siguientes conceptos:

- clima
- ser humano
- economía
- naturaleza
- experiencia

La realidad es que en la arquitectura actual, desde los años 60 aproximadamente, no se tienen en cuenta todos estos conceptos, porque hasta que comenzó la crisis energética, la energía era barata y el arquitecto diseñaba desde el punto de vista estético sin tener en cuenta la energía que se podría necesitar, y sus proyectos se los daba a una ingeniería o empresa que le calculaba las instalaciones que necesitaba para dotar a ese edificio de las condiciones de confort necesarias por medio de sistemas mecánicos adicionales, sin tener en cuenta donde iba a estar colocado el edificio y el micro-clima de cada área. La mayoría de las veces, estas instalaciones estaban sobredimensionadas ya que la energía era barata.

Actualmente, esta situación en cuanto a los precios de la energía ha cambiado substancialmente al alza. Simultáneamente, los últimos 50 años se ha observado un dramático incremento de las emisiones antropogénicas de CO<sub>2</sub> y otros gases del efecto invernadero en la atmosfera, es de capital importancia el considerar en el diseño de los edificios todas las estrategias para conseguir que el usuario necesite la menor cantidad de energía para estar confortable en el edificio, ya sea este residencial o no residencial. Por eso y por la necesidad de crear de nuevo edificios que consigan un mayor equilibrio con el planeta y sean más saludables para sus usuarios, nacen los ejemplos de la Arquitectura Bioclimática en la actualidad, que además de las pretensiones ya descritas, en muchos casos están pasando a formar parte de la historia de los edificios.

## Transporte

La movilidad de las personas y el transporte de mercancías representan una parte importante del consumo de energía en las ciudades. La mejora de la eficiencia energética en el área de transporte en la ciudad sostenible ha de abordarse mediante actuaciones específicas en sus diferentes elementos (vehículos, infraestructuras, sistemas de información y señalización, logística, etc.), mediante un sistema intermodal y conectado a la infraestructura inteligente de la ciudad, con los objetivos de satisfacer las necesidades crecientes de movilidad de los ciudadanos en el entorno urbano y contribuir, además, a la reducción de emisiones contaminantes y ruido.

### ➤ *Transporte público*

El transporte es el sector que más energía consume en España, con un 39% de la energía total. Simultáneamente, las emisiones totales del transporte rodean las 84 Millones de tCO<sub>2</sub>eq<sup>6</sup> de las que el 95% consisten en emisiones de transporte por carretera. Resumiendo, el sector supone el 24% de las emisiones nacionales de todos los sectores y el 40% de las emisiones de los sectores difusos<sup>7</sup>. Así mismo, el transporte urbano representa el 40% del consumo energético del sector del transporte nacional.

Entre 1990 y 2005, la red viaria de alta capacidad ha duplicado su extensión a la par que los viajeros-kilómetro se han multiplicado por dos y las toneladas-kilómetro en camión por dos y medio. Además de nuevas infraestructuras que acortan tiempo, distancias y costes para los usuarios directos; se han aplicado incentivos fiscales para la adquisición de nuevos vehículos y no se han dado pasos suficientes para internalizar los costes indirectos de la carretera (cambio climático, contaminación, accidentes, congestión, etcétera).

Por tanto, España hoy en día es un país de récords en materia de infraestructuras del transporte, donde todos los modos de transporte se han promocionado simultáneamente y presume de ser el segundo país del mundo, tras China, en kilómetros de alta velocidad ferroviaria; además de ser el primer país europeo en kilómetros de red viaria de alta capacidad, autopistas y autovías libres de peaje, y de disponer de un gran número de aeropuertos deficitarios (prácticamente uno por provincia).

---

<sup>6</sup> Se excluyen las emisiones aéreas y las emisiones del ferrocarril electrificado porque se imputan en el régimen del comercio de emisiones.

<sup>7</sup> Hoja de ruta de los sectores difusos a 2020 [http://www.magrama.gob.es/es/cambio-climatico/planes-y-estrategias/Hoja\\_de\\_Ruta\\_2020\\_tcm7-351528.pdf](http://www.magrama.gob.es/es/cambio-climatico/planes-y-estrategias/Hoja_de_Ruta_2020_tcm7-351528.pdf)

Sin embargo, y a pesar del desarrollo de las infraestructuras, la cuota modal del transporte público supone en España solo el 21% de la cuota total del transporte del país<sup>8</sup>. Es evidente por tanto que el cambio modal no se ha conseguido todavía en España, y aunque es verdad que desde la puesta en marcha del tren de alta velocidad se ha observado un cambio desde el uso del avión hacia el uso del ferrocarril para los trayectos de larga distancia y con un cambio sustancial del perfil del pasajero del tren. Desgraciadamente, no se puede decir lo mismo sobre los trayectos más cortos, donde se pueden incluir también los trayectos urbanos y donde el vehículo privado todavía predomina los desplazamientos diarios<sup>9</sup>. Así mismo, tras una leve reducción de las ventas de automóviles privados, su número ha vuelto a crecer los últimos años alcanzando en 2014 los 22M<sup>10</sup>, una señal clara que el modelo de transporte no ha cambiado sustancialmente.

Por lo contrario, en una ciudad más eficiente en cuanto al uso de los recursos y entre ellos de la energía, el porcentaje de viajes en vehículo privado no debería superar el 10% de los viajes totales y la ocupación de las calles para la motorización no debería pasar del 25%, mientras el resto de la ciudad (por lo menos un 75%) debería quedar libre para el peatón<sup>11</sup>. Sin embargo, actualmente más de un 50% del espacio público en las ciudades españolas está destinado al tráfico motorizado<sup>12</sup>.

Para entender la importancia del cambio modal, tanto para la reducción del consumo energético, como para la reducción de la congestión actual de las ciudades, hemos que considerar los siguientes valores, como ellos se publicaron en el informe de la Federación Española de Municipios y Provincias (FEMP), "Factores determinantes del transporte público urbano colectivo en España". "Tres autobuses pueden transportar el mismo número de viajeros que 177 vehículos privados. Si consideramos además las necesidades de estacionamiento, la diferencia de espacio destinado a cada medio de transporte es aún mayor. El número de personas que cruzan un espacio de 3-5 metros de ancho en entorno urbano durante un periodo de una hora es de 2.000 si lo hacen en vehículo privado, 9.000 si lo hacen en autobús, 14.000 si lo hacen en bicicleta, 19.000 si lo hacen andando y 22.000 si lo hacen en tren, metro o tranvía".

#### ➤ **Vehículos en el entorno urbano:**

La mejora de la eficiencia energética en los vehículos puede ir ligada al sistema de propulsión y fuente de energía utilizados y sistemas de recuperación de energía (cinética, térmica, etc.) y auxiliares de bajo consumo (climatización, iluminación, etc.) y también a la introducción de sistemas de asistencia en la conducción y sistemas cooperativos de comunicación del vehículo con su entorno, que ayudan a incrementar la seguridad y reducir la congestión en las ciudades.

La mejora de los servicios y las tecnologías es un elemento esencial para el transporte y la movilidad de personas y mercancías en entornos urbanos. Para cumplir con los objetivos de reducción de emisiones contaminantes, de la huella de carbono y del nivel de ruido en los

---

<sup>8</sup>WWF, Greenpeace, CCOO, PTP 2013. Tren 2020, Propuesta Ferroviaria para una nueva realidad. [http://www.wwf.es/que\\_hacemos/cambio\\_climatico/publicaciones/?28367/wwf-pide-una-apuesta-firme-por-el-tren--para-reducir-la-contaminacin-de-las-ciudades](http://www.wwf.es/que_hacemos/cambio_climatico/publicaciones/?28367/wwf-pide-una-apuesta-firme-por-el-tren--para-reducir-la-contaminacin-de-las-ciudades)

<sup>9</sup>Elementos para la elaboración del Acuerdo de Asociación de España 2014-2020.

[http://www.dgfc.sggp.meh.es/sitios/dgfc/es-ES/ipr/fcp1420/p/pa/Consulta%20Publica/20140422%20Cap%206\\_URBANO.pdf](http://www.dgfc.sggp.meh.es/sitios/dgfc/es-ES/ipr/fcp1420/p/pa/Consulta%20Publica/20140422%20Cap%206_URBANO.pdf)

<sup>10</sup>Asociación Española de Fabricantes de Automóviles y Camiones (2014).

<sup>11</sup>ECOURBANO. Conocimiento para ciudades más sostenibles. Ministerio de Agricultura Alimentación y Medio Ambiente.

<sup>12</sup>Cambio global, España 2020/50. Programa ciudades

entornos urbanos, se plantea la necesidad de contar con nuevos tipos de vehículos para el transporte, tanto privado como público, de personas y de mercancías, así como con los elementos e infraestructuras necesarios para un amplio despliegue de los mismos, contribuyendo al desarrollo de un parque móvil más sostenible.

Los combustibles alternativos y los vehículos eléctricos representan una medida eficaz para disminuir la contaminación ambiental que sufren las ciudades hoy en día, si se combinan con otras medidas de paliación del tráfico y de abandono del vehículo privado, en el caso de los biocombustibles deben cumplir con garantías ambientales conocidas y la propulsión eléctrica con energía generada a partir de fuentes renovables, además de contribuir a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero a la atmósfera también para ayudar a alcanzar los objetivos europeos de sostenibilidad de 2020.

Como vehículos específicos para su uso urbano y en áreas metropolitanas pueden citarse los vehículos ligeros (bicicletas, motocicletas, triciclos, cuadríciclos y micro coches de motor eléctrico) y los vehículos para servicios urbanos (flotas de reparto de mercancías, de servicios y autobuses urbanos) con combustibles alternativos al uso del petróleo (gas natural, biometano, biocombustibles, GLP) en el corto plazo y de forma transitoria. Así mismo, el objetivo a medio y a largo plazo debe ser la electrificación de la flota de vehículos con una simultánea reducción de la misma y la garantía de suministro por fuentes renovables, por lo cual se necesita una transición hacia un modelo energético con estas características. El despliegue de vehículos eléctricos para estas aplicaciones el plazo dependerá de la tecnología de propulsión (híbridos, eléctricos con batería y con pilas de combustible) y su avance tecnológico para la puesta a punto en comercialización y normalización que se establezca.

Por otra parte, la utilización de biocombustibles con garantías ambientales en el transporte urbano en el corto plazo, la producción de electricidad a partir de fuentes renovables y la producción distribuida de hidrógeno para transporte en el largo plazo, fomentarán la utilización de recursos autóctonos para la movilidad en la ciudad inteligente.

Para incrementar los niveles de seguridad tanto de los ocupantes de los vehículos como de los usuarios vulnerables en su entorno, evitando accidentes o aminorando sus consecuencias y mejorando la movilidad en los entornos urbanos, es preciso promover un mayor despliegue en los vehículos de tecnologías de asistencia a la conducción (ADAS) y de sistemas cooperativos (V2X). La introducción de nuevos sistemas de asistencia a la conducción permite alcanzar en los vehículos mayores niveles de conducción autónoma. Los entornos urbanos, con infraestructura debidamente equipada de sistemas de detección y transmisión de información a los vehículos, ligado a las menores velocidades de circulación de vehículos, facilitarán en el futuro la introducción de funciones autónomas, como el asistente en atasco, asistente de aparcamiento, etc.

#### ➤ ***Aplicación al transporte urbano de sistemas inteligentes de transporte***

Se denomina sistemas inteligentes de transporte (ITS, *Intelligent Transport Systems*) a todas las aplicaciones de las tecnologías de información y comunicaciones (TICs) en el transporte, con el objetivo de mejorar la seguridad, la movilidad y la eficiencia de los diferentes medios de transporte. Estos sistemas facilitan información, tanto para usuarios privados como profesionales (operadores logísticos, transporte público, etc.).

Como ejemplos de ITS en el entorno urbano con implicaciones en un uso más eficiente de la energía pueden citarse los siguientes:

- Sistemas de información al usuario en intercambiadores de transporte y mediante aplicaciones en la red para facilitar la intermodalidad y promover el uso del transporte público

- Gestión de la movilidad y de las infraestructuras mediante la gestión en tiempo real de datos de tráfico procedentes de centros de control, dispositivos de telecontrol, sensores instalados en la infraestructura y dispositivos nómadas y embarcados en vehículos privados, taxis y flotas, con el fin de lograr una reducción de los tiempos de trayecto, cálculo de rutas accesibles en mapas, etc.
- Sistemas de información sobre disponibilidad y reserva de aparcamiento y puntos de recarga y sobre infraestructura de combustibles alternativos, etc.
- Desarrollo de sistemas inteligentes de gestión de la energía en sistemas ferroviarios, así como de sistemas de recuperación de energía para el aprovechamiento de los excedentes en otros modos de transporte, como la recarga de vehículos eléctricos urbanos.
- Potenciar los sistemas colaborativos (car-sharing) y el uso compartido de vehículos privados.

### ➤ **Logística y gestión de flotas urbanas**

En este área pueden citarse dos tipos de medidas que contribuyen a dar un servicio más eficiente:

- Los centros de consolidación urbanos y las plataformas colaborativas logísticas para compartir carga en la última milla permiten ahorros en costes y en el número de viajes para entrega de mercancías, y por tanto contribuyen a la reducción de emisiones de CO2 y del tráfico. Son plataformas que posibilitan el compartir información logística entre operadores de última milla para compartir vehículos de reparto y mejorar la eficiencia logística, reducir tráfico y aumentar el factor de carga de los vehículos.
- Modelos de negocio logístico basados en la modularización de unidades logísticas y contenedores: el uso de contenedores modulares e inteligentes (IoT) permiten aprovechar el espacio en los vehículos y facilitar su manipulación pudiendo comunicar a su entorno su estado, posición y destino. Esto permite sinergias entre los puntos de entrega de mercancías automatizados para uso por cualquier proveedor de servicios logísticos y cualquier receptor de los mismos, garantizando la seguridad, fiabilidad y trazabilidad de la entrega, así como nuevas estrategias colaborativas en las entregas y la gestión eficiente de la logística inversa, aprovechando la red de puntos de recogida de las entregas para las devoluciones de producto.

### **Servicios comunes. Energía, y Medioambiente**

La reducción del consumo energético debe ser, uno de los principales recursos económico para el desarrollo de una ciudad. Teniendo en cuenta que la mayoría de los servicios que pueden integrarse en una plataforma Smart tienen un beneficio intangible y un coste monetario, la eficiencia energética puede y debe ser patrocinadora económica parcial del resto de los servicios.

La monitorización de los cuadros de alumbrado público de los sistemas de regulación de tráfico y de los sistemas de gestión energética del resto de edificios e instalaciones es la herramienta que realmente audita la instalación, plasmando el verdadero desfase entre la teoría y la realidad de los consumos, además de orientar hacia el óptimo gasto energético.

Asimismo una gestión del residuo fomentando medidas que faciliten la separación y la conversión del residuo en recurso generaría ahorros en desplazamientos y en obtención de materias primas para la industria. Para ello, es necesario facilitar la medición de la generación

en tiempo real de forma que las empresas puedan planificar la obtención de recursos basándose en una economía circular.

Estos ahorros, reutilizados para el desarrollo de los diferentes módulos según las necesidades del municipio, serán los que propicien una sólida y comprometida política de eficiencia energética en las ciudades.

Los parques y jardines de nuestras ciudades aportan beneficios económicos, ambientales y sociales. Numerosos estudios constatan dichos efectos beneficiosos, siempre asociados a una correcta gestión de estos parques y jardines mediante sistemas de riego eficiente (goteo) y sistemas de reutilización de agua usada y de lluvia. La existencia y buena conservación de los parques y jardines genera beneficios económicos para los municipios en términos de empleo y generación de actividad económica, revalorización de inmuebles y comercios, demanda turística y salud, entre otros. Asimismo, los espacios verdes urbanos contribuyen a mejorar la calidad del aire de nuestras ciudades, absorber y almacenar el carbono y otros contaminantes y mejorar la formación del suelo. Numerosos estudios han comprobado una acción positiva de la masa arbórea sobre el ruido y otros reconocen los espacios verdes urbanos como un medio de promoción y de conservación de la biodiversidad. El ahorro energético asociado al efecto de atenuación de temperaturas de las masas arbóreas en sus alrededores también es un beneficio destacable que se encuentra analizado y calculado, así como el ahorro económico y ambiental derivado (en términos de emisiones a la atmósfera).

Se ha de recordar que los parques y jardines son activos de gran importancia económica para una ciudad, derivado de los impactos económicos directos, indirectos e inducidos asociados a su existencia.

La vegetación tiene un moderado efecto en las temperaturas, lo que se traduce en ahorros de energía. Los árboles actúan como corta vientos que reducen los requerimientos de calefacción en invierno. Asimismo y de acuerdo a un estudio sobre la regulación de la temperatura en masas forestales urbanas, realizado por la Forestry Commission en 2013, la plantación de árboles y la creación de zonas verdes de manera estratégica puede reducir la temperatura del aire en las zonas cercanas hasta en 2-8°C. Esta regulación puede tener un efecto directo en la reducción del consumo de aire acondicionado en las residencias y comercios cercanos a las zonas verdes. Los datos de ahorro anteriormente mencionados se pueden comprobar analizando los resultados de estudio del sector a tal efecto. En concreto, se destacan los resultados del siguiente estudio "Effects of California's Urban Forest on Energy Use and Potential Savings From Large-Scale Tree Planting" realizado por los Doctores E.Gregory McPherson y James Simpson (2001). El estudio recogía los efectos de ahorro energético en los sistemas de aire acondicionado en los edificios y viviendas unifamiliares gracias a los árboles urbanos del estado de California, estimados en aproximadamente en 177 millones de árboles. El estudio estima que la media anual de ahorro por árbol (varía según tamaño, especie, situación respecto la casa, etc.) es de 36,14 kWh/árbol, llegando en algunos casos (por ejemplo en áreas residenciales densamente pobladas por arbolado) a 41 kWh/árbol.

Extrapolando los datos del estudio de California a algunas ciudades españolas, podrían obtenerse las siguientes cifras de ahorro energético por ciudad y el ahorro económico asociado:

| Ciudad    | Nº árboles | Ahorro (kWh/árbol) | Precio electricidad medio (€/kWh) | Ahorro energético MWh | Ahorro económico/año (miles de €) |
|-----------|------------|--------------------|-----------------------------------|-----------------------|-----------------------------------|
| Madrid    | 287.643    | 36,14              | 0,15                              | 10.396                | 1.559                             |
| Barcelona | 389.086    | 36,14              | 0,15                              | 14.062                | 2.109                             |
| Gijón     | 7.099      | 36,14              | 0,15                              | 257                   | 38                                |

El ahorro energético que se consigue es similar al consumo medio anual de electricidad de casi 3.000 familias<sup>13</sup> en España (con unas emisiones asociadas de 3.482,67 tCO<sub>2</sub>/año).

La federación europea Green Roof Associations – EFB<sup>14</sup>, ha publicado asimismo los resultados de un estudio realizado en Chicago en el que se estima que los ahorros de consumo energético de los edificios de la ciudad (como ahorro de consumo en aire acondicionado) pueden llegar hasta 100.000.000 dólares (89.000.000 euros) al año si se instalase vegetación en los tejados de los edificios.

Por último indicar que una correcta gestión integral de las zonas verdes de nuestras ciudades debe de llevar implícita la gestión eficiente del alumbrado de las zonas verdes, de tal forma que puedan llevarse a cabo inversiones en eficiencia energética en los parques y jardines de nuestras ciudades encaminadas a conseguir un entorno más eficiente, y a tal fin la colaboración público privada se antoja como la herramienta más útil.

### **Sistemas de generación y distribución. Redes Inteligentes de Climatización Urbana**

Los sistemas basados en redes de distribución de calor y/o frío tienen como objetivo ofrecer un servicio de climatización a los ocupantes de distintos edificios o zonas de una ciudad, garantizando una mejor eficiencia energética y calidad de servicio que el que se obtiene con instalaciones individuales. Estos sistemas producen energía térmica en unas instalaciones centralizadas, y la distribuyen hasta los usuarios mediante un conjunto de tuberías aisladas, generalmente subterráneas, a través de un fluido que puede ser vapor, agua caliente y/o agua fría. De tal forma que lo único que tiene que tener el edificio o instalación que se conecte es una subestación, para controlar los parámetros de entrada de calor o frío y consumos del edificio. Una red de distrito suele aprovechar varios tipos de energías renovables propias del entorno (biomasa, calor residual, energía geotérmica, energía térmica solar...), con objetivo de optimizar medioambientalmente los recursos locales naturales aprovechando mejor el combustible en instalaciones más grandes. Además de ser un inmejorable instrumento para combatir nuestra fuerte dependencia energética, las redes son asimismo un buen negocio para los usuarios que se conectan a ellos. Desde el punto de vista económico, permite reducir las inversiones en equipos de producción térmica, los costes de gas y electricidad contratados y el consumo de agua, trasladando al proveedor del servicio, generalmente una Empresa de Servicios Energéticos el riesgo de posibles ampliaciones de potencia de los equipos, los costes de mantenimiento y reposición, de modo que se garanticen unos niveles de calidad y de servicio que con sistemas individuales resultarían muy costoso. Del lado operativo, la eliminación de averías, la reducción de riesgos sanitarios asociados a los sistemas de frío convencionales, la menor necesidad de espacios técnicos y la garantía de disponibilidad de un servicio externalizado son algunas de las más significativas ventajas a considerar.

Proporcionan, asimismo, una integración tecnológica con el consumo de energía por el usuario final, proporcionando información online del mismo. Consecuencia de la Directiva 2012/27, y del Real Decreto 56/2016, de 12 de febrero, por el que se transpone parcialmente dicha

---

<sup>13</sup> IDAE: Consumo de electricidad medio por hogar = 3.487 kWh.

[http://www.idae.es/uploads/documentos/documentos\\_Documentacion\\_Basica\\_Residencial\\_Unido\\_c93da537.pdf](http://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_Documentacion_Basica_Residencial_Unido_c93da537.pdf)

<sup>14</sup> [http://www.efb-greenroof.eu/verband/fachbei/fa01\\_englisch.html](http://www.efb-greenroof.eu/verband/fachbei/fa01_englisch.html)



Directiva los Estados Miembros tienen que realizar una evaluación completa del potencial de uso de los sistemas urbanos de calefacción y refrigeración eficientes, adoptando políticas que fomenten a escala local y regional el potencial de uso de sistemas de calefacción y refrigeración eficientes. Y se deben de tomar las medidas adecuadas para desarrollar las infraestructuras de Sistemas urbanos de climatización cuando la evaluación de su potencial de uso sea favorable. Por otro lado, la Directiva 2010/31/UE 31/2010 de Eficiencia Energética en Edificios, apunta en su articulado la obligatoriedad de tener en cuenta la viabilidad técnica, medioambiental y económica de instalaciones alternativas de alta eficiencia, como, las redes calefacción o refrigeración urbana o central, estableciendo que a finales de 2018 los edificios públicos de nueva construcción serán de consumo energético casi cero y para finales del 2020 este requerimiento sea obligatorio también para los nuevos edificios del sector privado. La mera conexión de un edificio a una Red de Calor y Frio supone una mejora en su calificación energética entre 1 y 2 letras.

La colaboración público-privada (CPP) ha de ser, sin duda, una de las claves del éxito de los proyectos para el desarrollo de redes de climatización. Desde hace muchos años, bajo la dirección y control del poder público, la iniciativa privada ha sido fundamental para el desarrollo de nuestras ciudades. En estos momentos, la transformación que suponen los proyectos hacia un nuevo modelo de ciudad Smart City requiere articular una intensa colaboración entre el sector público y el privado. En el nuevo periodo 2014-2020 de Fondos Europeos, se contempla una concentración importante hacia el desarrollo urbano sostenible, así es que asistiremos a un período de auge en este tipo de proyectos y actuaciones. Resulta notorio que no existe un único modelo jurídico para articular la colaboración público-privada en las redes de climatización, si bien tampoco existe un único tipo de proyecto, una única estrategia o un solo modelo de negocio sobre el que sea posible diseñar la indicada colaboración. La normativa de contratación pública configura diversos contratos como concesión, gestión de servicio público, y de colaboración entre el sector público y el sector privado, además, deberá tenerse en cuenta, la posibilidad del contrato mixto cuando un contrato contenga prestaciones correspondientes a eficiencia energética, las mismas conlleven el suministro de energía así como la posibilidad, puesta en marcha por distintos ayuntamientos de los contratos administrativos especiales. En todo caso la realización de inversiones, muy llevadas en las redes de climatización, hace necesario ampliar los plazos de los contratos para la amortización de las mismas.

La utilización del contrato típico de colaboración entre el sector público y el sector privado ("CPP"): este contrato puede ser especialmente idóneo para licitar proyectos complejos en los que la Administración no puede definir con cierta precisión el modelo técnico, jurídico o económico a seguir. Sin perjuicio de ello, la experiencia práctica en la aplicación de este contrato demuestra que no está siendo utilizado para estos proyectos y que en muchas ocasiones se acude a contratos tipo más "clásicos". Se trata de una figura que, bien aplicada, podría dar cobertura a buena parte de los proyectos de redes de climatización y podría plantearse su aplicación en supuestos en los que no se diera el requisito de complejidad apuntado, pero que igualmente justificaran el recurso a esta figura y a la flexibilidad que ofrece el diálogo competitivo.

Desde una vertiente económica, cabe referirse a dos aspectos de singular importancia. En clave administrativa es necesario que se analicen en detalle y se clarifiquen al máximo las

reglas por las que se valorará la clasificación de estos proyectos en relación con los criterios de consolidación y cómputo de deuda y déficit públicos, y al ser obras nuevas entendemos que conforme a los criterios contenidos en las normas de Eurostat (MGDD ESA-2010 Vers. 2016) no computarán como déficit las inversiones cuando sean objeto de realización por el socio privado y se produzca una asunción de riesgos. Por lo que se refiere a la financiación externa, es también necesario que la transmisión de riesgos al adjudicatario, el régimen del contrato y los flujos económicos que éste contemple, ofrezcan un marco equilibrado y estable que favorezca la aportación de inversiones y la financiación de terceros.

En otro orden de cuestiones, en estos proyectos, la implementación de las redes de climatización requieren de la interrelación de áreas administrativas que no siempre están ordenadas bajo una misma estructura, pero que han de trabajar en paralelo para asegurar el éxito de la iniciativa.

Por otro lado, el urbanismo es fundamental en el desarrollo de las redes de climatización en un ámbito urbano, con el urbanismo se dibujan las ciudades y se da forma al entorno en el que vivimos. Es por ello que, aunando ambos conceptos, el de ciudad, como entorno en el que el ser humano se desarrolla y habita, y el urbanismo, como la ciencia que se encarga de dar forma a dicho entorno, obtenemos las bases para entender y desarrollar las ciudades del futuro acorde con las necesidades actuales y futuras del ser humano y crear modelos de ciudad comprometidos con la sociedad y el entorno natural en conceptos de eficiencia y economía; en definitiva, ciudades más sostenibles. La reducción del consumo energético debe ser, además de una recomendación seria por las consecuencias de menos gasto y medioambientales, el principal recurso económico para el desarrollo de las redes de climatización en las Smart Cities. La monitorización de los sistemas de gestión energética de edificios e instalaciones contempladas en los sistemas de gestión inteligente de redes de climatización realizan una verdadera auditoría de las instalaciones, plasmando el verdadero desfase entre la teoría y la realidad de los consumos, además de orientar hacia el óptimo gasto energético.

Adecuándose a estas preocupaciones, la tendencia de un futuro a corto plazo, pasa por estudiar esquemas operacionales de sistemas centralizados de trigeneración distribuida para la producción de calor, frío y electricidad a partir de renovables, con el objetivo de integrar en las ciudades un nuevo modelo energético seguro, eficiente y limpio. Considerando que:

- La integración de la energía solar térmica en las redes de distrito basadas en biomasa, contribuirá al desarrollo y optimización de nuevas configuraciones de trigeneración más eficientes.
- La modelización teórica y posterior validación de estos sistemas permite predecir y optimizar su comportamiento, lo cual es crucial para lograr la transición hacia modelos energéticos urbanos sostenibles, seguros y limpios basados en renovables.
- Previo a montar demostradores es fundamental la validación de los modelos, para lo cual es necesario, según está aceptado internacionalmente, la monitorización experimental de los sistemas en condiciones reales de uso.

Los sistemas de trigeneración que tengan como fuente térmica principal la energía solar térmica y la biomasa, pudiendo usar intercambio geotérmico en los procesos de generación y disipación tendrán como principal ventaja el aumento de la eficiencia energética y gran potencial de reducción de emisiones.

## PLANES DE FUTURO

Las ciudades se gestionan desde administraciones locales, con límites administrativos fijados, sin embargo la red de la que dependen para su equilibrio y funcionamiento excede estos límites y las conexiones entre ellas crecen continuamente. Por ello, la primera necesidad que se plantea al abordar la gestión de los ecosistemas urbanos es la existencia de una serie de objetivos comunes y de una visión consensuada entre las distintas administraciones, agentes sociales y económicos y ciudadanía.

El parón de la expansión de las ciudades y el planeamiento de la regeneración urbana a partir de lo existente y de manera que fomente la mezcla de los usos para acortar las distancias viajadas en vehículo privado, las infraestructuras requeridas para tal fin y fomentar una mayor integración social. En este sentido, se debe apostar por un urbanismo que fomente la compacidad de los centros urbanos y la cercanía de las infraestructuras y los servicios para los ciudadanos.

El desarrollo de las ciudades en tres niveles, con respecto al uso del subsuelo, de la superficie y de la superficie en altura, para cubrir las necesidades de la ciudad moderna. Así, se puede lograr también un mayor ratio de organización dentro de la ciudad, fomentando la mayor complejidad de los sistemas urbanos y el menor uso de energía.

Lograr aplicar las medidas y consideraciones descritas en este documento de reflexión puede hacer avanzar en el camino de transformar nuestras ciudades en lugares de respeto al medioambiente y a los ciudadanos, siendo entes eficientes energéticamente, a la vez que inclusivos favoreciendo simultáneamente la integración social y la sostenibilidad energética y medioambiental.

## **Autores por orden alfabético:**

Coordinación: Plataforma tecnológica Española de Eficiencia Energética