Colegio de Ingenieros de Caminos Canales y Puertos de Madrid

CAMINOS MADRID

Ciudades del Futuro: Propuestas desde la Ingeniería

Presentación documento:

Diagnóstico actual y propuestas desde la Ingeniería

Marzo 2016

ÍNDICE

		Página
PRÓLOGO		3
RESUMEN EJECUTIVO		5
1. OBJETO DEL DOCUMENTO		8
2. CONDICIONANTES DE LAS CIUDADES DEL FUTURO		8
3. DIAGNÓSTICO Y PROPUESTAS DE ACTUACION		12
3.1. ENERGÍA		
3.1.1	Diagnóstico y motivación energía	12
3.1.2	Propuestas energía	15
3.2. AGUA		
3.2.1	Diagnóstico y motivación agua	19
3.2.2	Propuestas agua	22
3.3. MOVILIDAD Y TRANSPORTE		
3.3.1	Diagnóstico y motivación movilidad y transporte	23
3.3.2	Propuestas movilidad y transporte	27
3.4. EDIFICACIÓN		
3.4.1	Diagnóstico y motivación edificación	29
3.4.2	Propuestas edificación	31
3.5. CALIDAD DEL AIRE		
3.5.1	Diagnóstico y motivación calidad del aire	33
3.5.2	Propuestas calidad del aire	36
3.6. RESILIENCIA		
3.6.1	Diagnóstico y motivación resiliencia	38
3.6.2	Propuestas resiliencia	44
3.7. INCLUSIÓN SOCIAL Y POBREZA ENERGÉTICA		
3.7.1	Diagnóstico y motivación inclusión y pobreza energética	45
3.7.2	Propuestas inclusión social y pobreza energética	49

Prólogo

Con motivo de la III Semana de la Ingeniería de Caminos de Madrid se celebró, el 13 de marzo de 2015, una jornada sobre Inteligencia y Ciudad en la Casa de América de Madrid que tuvo una gran aceptación.

El 21 de septiembre de 2015 y como consecuencia de las conclusiones de la jornada antes indicada, se constituyó un Grupo de Trabajo, con los ponentes que participaron en la misma, para dar continuidad a las ideas que en ella se propusieron.

Este Grupo de Trabajo, a través del documento que se desarrolla a continuación, da un paso hacia el objetivo de transformar las ciudades y tener un impacto positivo sobre las mismas. Se proponen una serie de medidas, aportadas desde la ingeniería, que integran nuevas tendencias, directrices y tienen en cuenta la problemática social.

Desde su constitución el Grupo de Trabajo se ha reunido en seis ocasiones para consensuar este documento y ha mantenido reuniones con representantes de instituciones que permitieran enriquecerlo. Entre otras actuaciones desarrolladas, el 22 de diciembre de 2015 se firmó un acuerdo de colaboración con CONTINUAM (Instituto de Continuidad) y SIGECO **(**Observatorio de Seguridad Integral, Gestión de Emergencias y Continuidad Operativa)**,** con el fin de desarrollar un diagnóstico de la situación actual de las ciudades del futuro en relación a la resiliencia, realizando informes, estudios y las jornadas que sean precisas para ello. Este acuerdo ha permitido la participación del Grupo de Trabajo en una mesa redonda sobre Infraestructuras de información críticas y ciudades inteligente y dos jornadas de continuidad de negocio.

El documento ha sido redactado, dentro del Grupo de Trabajo, gracias a las aportaciones de los miembros que se indican a continuación y bajo la coordinación de Luis Irastorza, al que agradezco el esfuerzo realizado y que gracias a sus conocimientos, vinculación y amplia visión del urbanismo, ha utilizado una metodología, selección y rigor en las propuestas, que han permitido el desarrollo de estas medidas.

Los redactores del documento y miembros del Grupo de Trabajo han sido:

- **Coordinador:** *Luis Irastorza Ruigómez*, Director General de EDIFESA
- *Dionisio González García,* Director de Planificación Estratégica y Explotación del Consorcio Regional de Transportes de Madrid.
- *César Lanza Suárez, Director de Tecnova*
- *Adrián Martín López de las Huertas,* Director General Canal Gestión
- *Dolores Ortiz Sánchez,* Vocal Asesora Subdirección Territorial Europea y Desarrollo Urbano del Ministerio de Hacienda.
- *César Pérez-Chirinos Sanz,* Presidente de Honor de CONTINUAM

Este Documento fue aprobado por la Junta Rectora de la Demarcación de Madrid, en su reunión de 26 de febrero de 2016, iniciándose su divulgación entre los colegiados de la Demarcación de Madrid, para posteriormente pasar a difundirlo entre las instituciones de la Comunidad de Madrid, los distintos Ayuntamientos de la Región de Madrid y en las jornadas cuyo foro sea adecuado para la divulgación del mismo.

Miguel Ángel Carrillo Suárez
Decano de la Demarcación de Madrid

CIUDADES DEL FUTURO: PROPUESTAS DESDE LA INGENIERÍA

RESUMEN EJECUTIVO

El proceso de concentración de la población en las ciudades, iniciado con la Revolución Industrial a finales del siglo XVIII, es un fenómeno que previsiblemente va a continuar con fuerza a lo largo del siglo XXI en todos los países del mundo. En concreto, fue tan recientemente como en 2010 cuando la población urbana en el mundo superó el 50% y está previsto que en el año 2050 alcance el 69%, el 86% en los países industrializados y el 65% en lo que hoy son países emergentes y en vías de desarrollo.

Las ciudades del siglo XXI deben hacer frente a una serie de condicionantes que, muchas veces, presentan aspectos o intensidades diferentes a los que ha habido que hacer frente hasta ahora. Uno de dichos condicionantes, que no han tenido que abordar las ciudades hasta hoy, son los derivados del calentamiento global, que va a requerir una profunda descarbonización de la economía y a un ritmo muy acelerado. Para limitar el incremento de la temperatura media en la superficie de la Tierra a +2ºC con respecto a la temperatura de la misma en la época preindustrial, es necesario reducir para el año 2050 las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero en un 50%, lo que requeriría para los países desarrollados, entre los que se encuentra España, una disminución del 80% de las emisiones con respecto a las actuales para dicho año.

La tecnología se presenta como la única solución posible para poder proceder a la descarbonización de la economía a los ritmos requeridos y poder compatibilizarlo con el desarrollo económico, de manera especial en los países emergentes y en vías de desarrollo. Algunas soluciones podrían ser el aumento de la generación eléctrica distribuida mediante energías renovables, el aumento de la eficiencia energética en la edificación, lo que necesariamente va a requerir actuaciones de gran envergadura sobre el parque edificado, especialmente en los países desarrollados, o bien la electrificación del transporte en vehículo de pasajeros en las ciudades, lo que, además, tiene un notable beneficio sobre la calidad del aire y sobre el nivel de ruido, problemas muy serios en nuestras ciudades.

La masiva introducción de la tecnología que ha venido produciéndose en nuestras ciudades así como la que previsiblemente nos va a ayudar a hacer frente al reto de descarbonizarlas tiene como contrapartida un aumento de su fragilidad y de su dependencia, es decir una disminución de su resiliencia frente a problemas

imprevistos. Uno de los retos de las ciudades en este siglo es que es imprescindible tener en cuenta en su diseño que la actividad debe poder continuar de forma razonable aunque ocurran algunos incidentes de corte de determinados suministros, fallos de determinados sistemas o condiciones no previstas.

Otros condicionantes que deben ser tenidos en cuenta en las ciudades del futuro son las mayores exigencias de los ciudadanos derivadas de la mejora de su nivel de vida, como, por ejemplo, en cuanto a la calidad del aire o bien en cuanto al requerimiento de que todos los servicios urbanos funcionen de forma ininterrumpida y sin incidencias. También debe ser tenida en cuenta la flexibilidad de adaptación de la economía de la ciudad a una economía cada vez más globalizada, lo que hace necesario que sea competitiva en varios sectores y no depender únicamente de uno de ellos. Por último, no puede dejar de mencionarse la enorme importancia de utilizar políticas públicas para disminuir la exclusión social y la pobreza energética con el objetivo de que todos los habitantes de la ciudad puedan desarrollar una vida digna, algo absolutamente esencial desde el punto de vista de la justicia y la paz sociales.

Este documento realiza un diagnóstico de la situación actual de la Comunidad de Madrid desde los siguientes siete aspectos: energía, agua, movilidad y transporte, edificación, calidad del aire, resiliencia e inclusión social y pobreza energética. Una vez analizadas las debilidades actuales y las tendencias futuras, realiza un total de 81 propuestas para el conjunto de los aspectos analizados, entre ellas las siguientes

- Energía
    - Conseguir la neutralidad energética de los Servicios Públicos Urbanos
    - Intentar conseguir la conversión en edificios de emisiones de GEI casi nulas de tres edificios públicos suficientemente representativos, cada uno de los cuales con el siguiente uso: oficina pública, centro educativo y hospital

- Agua
    - Elaboración de un Plan de Sequía de forma que la garantía de suministro sea del 100% en diferentes escenarios, debiendo tener en cuenta la probable disminución futura de aportaciones de agua derivada del calentamiento global
    - Potenciación de la utilización de agua regenerada proveniente de depuradoras municipales para riego de zonas verdes, baldeo de calles, red contraincendios e industrias con el fin de poder disponer de mayor cantidad de agua para el consumo humano

- Movilidad y transporte
    - Elaboración de una nueva Encuesta Domiciliaria de Movilidad completa (con un alcance similar a la EDM 2004), que debe ser actualizada con una periodicidad máxima de 5 años

  - Desarrollo del Plan Estratégico de Movilidad Sostenible de la Comunidad de Madrid 2013-2025 con el objeto de verificar si se van cumpliendo tanto los objetivos generales como los cuantitativos

- Edificación
  - Realización de un inventario de la edificación en la Comunidad de Madrid que incluya localización, usos y titularidades (privada y pública), régimen de ocupación, características técnicas y caracterización de los edificios desde un punto de vista de prestaciones energéticas
  - Elaboración de un Plan de Rehabilitación energética de los edificios de titularidad pública de la Administración General del Estado, de la Comunidad de Madrid y de los Ayuntamientos

- Calidad del aire
  - Políticas encaminadas a mejorar la cuota de transporte público en los viajes mecanizados: plataformas reservadas de autobús, intercambiadores de transporte, planes de movilidad de trabajadores, desarrollo de planes urbanísticos con objetivos ambiciosos de cuota de transporte público, actualización de los planes de movilidad sostenible
  - Plan de ahorro y eficiencia energética de los edificios de uso terciario de titularidad privada, fundamentalmente hospitales, centros comerciales y oficinas

- Resiliencia
  - Elaboración de planes para hacer frente a interrupciones de suministro de energía que se produzcan de forma deliberada –por ejemplo, ataques a las redes de transporte de energía eléctrica- o por sobrecargas ante fenómenos meteorológicos extremos
  - Diseño de los sistemas de transporte colectivo de forma que sean altamente resilientes, dada su creciente grado de automatización en su funcionamiento

- Inclusión social y pobreza energética
  - Estrategias y políticas por la inclusión social con objetivos concretos y plazos evaluables
  - Poner en marcha un programa ambicioso para la rehabilitación energética del parque de viviendas que contenga criterios en su aplicación referidos a la pobreza energética

1. Objeto del documento

El objeto de este documento es el de realizar una serie de propuestas desde la ingeniería a las Administraciones Públicas con competencias en la Comunidad de Madrid así como en cada uno de los municipios que la constituyen.

Para ello se parte de un análisis riguroso de la situación actual, que necesariamente requiere una aproximación multidisciplinar para poder abordar los diferentes aspectos de la ciudad, como son la energía, el agua, la movilidad y el transporte, la edificación, la calidad del aire, la resiliencia y la inclusión social y pobreza energética.

2. Condicionantes de las ciudades del futuro

Desde la Revolución Industrial, iniciada a finales del siglo XVIII en Inglaterra, el proceso de concentración gradual de la población en las ciudades ha ido en paralelo con el desarrollo económico de los diferentes países. El porcentaje de población que vive en ciudades en el mundo ha superado el 50% en el año 2010 (UNFPA 2011), con diferencias muy notables entre los países industrializados o pertenecientes a la OCDE, donde alcanza en 2015 el 77%, y los países emergentes y en vías de desarrollo, donde a pesar de crecer a mayor velocidad todavía es del 47%.

En todo caso, este fenómeno de concentración de la población en las ciudades no se ha detenido en absoluto, estando previsto que represente en 2050 un 69% de la población mundial, siendo previsible que persistan todavía importantes diferencias entre los países con economías avanzadas -86% de la población en las ciudades- del resto de países -65% de su población- (Escenario Central de UNFPA 2011).

Las razones de esta concentración gradual de la población en las urbes que viene ocurriendo en los últimos dos siglos han sido principalmente económicas, derivadas fundamentalmente de la mejora de la productividad como consecuencia de la concentración del capital en inversiones como importantes infraestructuras de transporte –puertos, aeropuertos, carreteras, vías ferroviarias, condicionando todo

ello y de forma muy relevante la articulación del territorio-, en fábricas –lo que exige una población muy numerosa y especializada en el entorno tanto para su funcionamiento como para su explotación o bien en servicios, como universidades u hospitales.

Siendo lo anterior absolutamente vigente, aparecen nuevos vectores que van a resultar decisivos en la conformación y desarrollo de las ciudades del siglo XXI, que son, en esencia, los siguientes

- El **calentamiento global**, como consecuencia de la emisión de enormes cantidades de gases de efecto invernadero (GEI) de origen antropogénico. En diciembre de 2015 se ha producido el Acuerdo Climático de París en la COP 21, en el que los 195 países intervinientes se han comprometido a limitar el incremento de la temperatura media en la Tierra en 2ºC para finales de este siglo con respecto a la temperatura existente en la época preindustrial. Hay que tener en cuenta que el incremento producido hasta ahora es de 0,8ºC y que el incremento comprometido –el que se produciría aunque, a partir de ahora, las emisiones de GEI de origen antropogénico fueran nulas- es de alrededor de unos 0,6ºC adicionales, lo que haría ascender la temperatura de la Tierra en alrededor de 1,4ºC. También hay que considerar que las emisiones antropogénicas acumuladas desde el inicio de la Revolución Industrial ha sido de alrededor de unas 2.000 Gt CO_2 equivalente, lo que asciende a alrededor de un 60% del total de unas 3.200 Gt CO_2 equivalente de emisiones de GEI compatible con un incremento de la temperatura de 2ºC. Por último, no se debe olvidar que la base del Acuerdo de París son los compromisos voluntarios de emisiones aportados por la mayor parte de los países del mundo y que dichos compromisos están muy lejos de garantizar que estemos en la ruta adecuada para conseguir el aumento de temperatura de 2ºC por cuanto se alcanzarían los alrededor de 1.200 Gt CO_2 equivalente de emisiones adicionales pendientes alrededor del año 2040 [1]

- La única forma de hacer frente al calentamiento global es conseguir lo antes posible una completa **descarbonización de la economía** en todos sus sectores, es decir en la producción de electricidad, en el transporte de mercancías y de viajeros en todos los modos de transporte, en la industria,

[1] En los años 2014 y 2015 hemos asistido a un **profundo debilitamiento del denominado hiato de temperatura** o disminución del incremento de temperatura que se ha venido produciendo entre 1998 y 2012 (en concreto, la temperatura media de la Tierra en dicho periodo ha aumentado una media de 0,04 ºC/década cuando dicho incremento de temperatura ha sido de 0,11ºC/década entre 1951 y 2012). En concreto, el NOAA (National Oceanic and Atmospheric Admisnistration) de EEUU, una de los tres organismos con información más rigurosa y completa sobre el clima en el mundo (los otros dos organismos son el Instituto Goddard de la NASA y el Instituto Meteorológico de Reino Unido) ha publicado un informe mediante el cual pone en cuestión el hiato de temperatura por el método utilizado en el tratamiento de los datos históricos con los obtenidos recientemente. Asimismo, debe tenerse en cuenta que los dos años con temperatura media más elevada desde que hay registros han sido 2014 y 2015, habiendo sido este último el año en que se ha producido el incremento más importante sobre el máximo anterior (en concreto, en 2015 se ha producido un incremento de +0,16ºC sobre el máximo anterior, que fue en 2014; hasta entonces, el mayor incremento se había producido en 1998, cuando había aumentado en 0,12ºC sobre el máximo anterior, que había sido 1997). Se da también la coincidencia que en los años 1997/1998 así como en 2014/2015 se han producido episodios muy potentes del fenómeno de variabilidad climática "El Niño", con una importante liberación de energía del Pacífico a la atmósfera.

en la edificación, en la agricultura y en los servicios públicos urbanos. Ello lleva obligatoriamente a una profunda transformación de la ciudad en todos sus aspectos, entre ellos la propia ordenación territorial, los edificios donde vivimos y trabajamos, nuestra forma de movernos y de transportar los productos que consumimos y la forma de relacionarnos con la Naturaleza

- La **descarbonización** de la economía es un reto sin precedentes para la humanidad, en especial por la **rapidez con la que debe producirse**. Para conseguir cumplir con el compromiso del incremento de los 2ºC, se hace necesario que las emisiones mundiales alcancen su máximo en la década del 2020, que disminuyan en alrededor de un 40 a un 50% con respecto a las actuales en 2050 y que se aproximen a cero a finales de este siglo. Ello requeriría que las emisiones de los países desarrollados, entre los que se encuentra España, disminuyeran en alrededor de un 80 a un 90% para el año 2050

- La **tecnología y su rápida evolución** es la única forma de hacer frente a este desafío, no como un fin en sí misma sino para hacer frente al reto de descarbonizar la economía. Esta rápida evolución e implantación de nuevas tecnologías va a ser necesaria en todos los aspectos de nuestra vida. Por ejemplo, en la generación eléctrica es claro que va a haber un cambio de paradigma al ganar cuota la generación distribuida mediante energías renovables frente a la concentración en grandes centros de producción, lo que sin duda puede provocar tensiones en el sistema eléctrico actual. O bien en la necesidad de mejorar la eficiencia energética del parque de edificios existentes o en el transporte en las ciudades

- El incremento en la utilización cada vez más masiva de la tecnología es imparable y va a resultar acelerada por la necesidad de hacer frente al desafío de descarbonizar la economía, aunque es claro que es una tendencia que se produciría en cualquier caso[2]. Ello tiene como efecto no deseado una mayor complejidad de la sociedad, lo que conlleva una mayor fragilidad para poder hacer frente a episodios no previstos. Es por ello por lo que **debe aumentarse la resiliencia de las ciudades** mediante una cuidadosa planificación de escenarios de interrupción de determinados servicios o bien de funcionamiento en condiciones extremas

[2] A estos efectos, es importante hacer notar que en marzo de 2016 se han enfrentado en Seúl en el juego llamado Go una máquina denominada AlphaGo, desarrollada por la empresa de inteligencia artificial "Deep Mind" –que fue adquirida en 2014 por Google- con el considerado como el jugador actual más brillante del mundo, el coreano Lee Sedol, de 33 años. Go, denominado Baduk en Corea, es el juego con mayor complejidad y posibilidades creado hasta ahora por el hombre y nació en China hace unos 2500 años; se juega en un tablero de 19x19 = 361 casillas y tiene unas 10^{170} posibilidades, mucho mayor que el número de átomos del Universo, que asciende a uno 10^{80} átomos (considerando únicamente la materia bariónica, es decir sin tener en cuenta la materia oscura ni la energía oscura, que representan alrededor del 95% de la masa o energía del Universo y que no sabemos ni siquiera lo que son al estar fuera del modelo estándar de la física) y también que el ajedrez, que tiene unas posibilidades de alrededor de 10^{57}. En cada uno de los aproximadamente 100 movimientos que tiene cada jugador en cada partida de Go, existen unas 200 posibilidades frente a las alrededor de 20 que tiene el ajedrez en cada movimiento. Ha ganado la máquina AlphaGo por un tanteo de 4-1, lo que supone el hito más importante de la Inteligencia Artificial desde 1997, cuando "Deep Blue", desarrollada por IBM, batió a Kasparov por un tanteo de 3½ a 2½, entonces campeón del mundo de ajedrez.

- El desarrollo económico lleva a los ciudadanos a un **incremento de las exigencias en su calidad de vida**. Un ejemplo de lo anterior es que se han acostumbrado a dar por garantizados los servicios proporcionados por la ingeniería civil de forma instantánea y sin restricción alguna.

- Un aspecto en el que el desarrollo económico genera un mayor nivel de exigencia es el relativo a la **calidad del aire**. Un ejemplo claro de lo anterior es que en Bilbao o en Londres la calidad del aire era muy inferior a la actual hace 40 o 50 años; también en las principales ciudades chinas, como Beijing o Shangai la calidad del aire está muy lejos de cumplir con los altos niveles de exigencia de las ciudades de los países desarrollados, lo que requerirá grandes inversiones, mucho esfuerzo y tiempo en solucionarse, al utilizar actualmente carbón como principal productor de energía

- No debemos olvidar que un elemento fundamental del futuro de cualquier **ciudad** es que **resulte competitiva en una economía cada vez más globalizada**, para lo que cada una de ellas debe buscar su propio nicho de actividad para seguir ofreciendo posibilidades de trabajo a sus habitantes. El caso de la ciudad de Detroit, con su excesiva dependencia de la industria del automóvil es el claro ejemplo de lo que debe evitarse, aunque en ciudades de tamaño medio situadas junto a centros de producción importantes de un determinado sector, esto no resulte siempre posible. En todo caso, hay que tener en cuenta que la movilidad del capital y de la tecnología es hoy mayor que nunca, por lo que lo interesante sería poder ser competitivo en varios sectores

- Por último, algo de extrema relevancia es el contemplar en todas las decisiones la **necesidad de la inclusión social** con el objeto de no generar grandes bolsas de marginación, que podrían crear inestabilidad social en el futuro. El riguroso estudio de Thomas Piketty publicado en su libro EL CAPITAL DEL SIGLO XXI (2013) demuestra que desde hace unos 30 a 40 años se está produciendo una mayor concentración de la riqueza en las economías desarrolladas. Siendo esto un hecho cierto e indiscutible, se hace necesario detectar e identificar los grupos de población más desfavorecidos con el fin de desarrollar políticas públicas que les permita vivir en condiciones dignas

3. DIAGNÓSTICO Y PROPUESTAS DE ACTUACIÓN

Para hacer frente a los condicionantes que van a conformar las Ciudades del Futuro desarrollados en el Apartado anterior, es necesario realizar un diagnóstico y unas propuestas de actuación para cada uno de los aspectos en los que se puede intervenir. Dichos aspectos son los siguientes:

- Energía
- Agua
- Movilidad y transporte
- Edificación
- Calidad del aire
- Resiliencia
- Inclusión social y pobreza energética

3.1. ENERGÍA

3.1.1. DIAGNÓSTICO Y MOTIVACIÓN ENERGÍA

La ciudad constituye el lugar de consumo energético más intenso en comparación con otros tipos de enclaves territoriales (80% de la energía total a escala planetaria). Las actividades urbanas que demandan energía son tan variadas y amplias como son la propia vida y usos de la ciudad. A los efectos de esta nota pueden, no obstante, agruparse en tres grupos principales: Transporte; Residencial, Comercial e Institucional; e Industrial. El gran Madrid (entendiendo por tal la capital y el área

metropolitana, es decir el conjunto de la Comunidad Autónoma) es una aglomeración con un notable consumo de energía final. Los datos agregados del año 2014 son los siguientes:

- Consumo total de energía: 112.439 GWh/año
- Consumo per capita, 17,6 MWh/persona*año
- Consumo según PIB: 0,7 GWh/Meuros

Los vectores energéticos urbanos dominantes son, por orden de importancia y según niveles de uso, los siguientes: (1) hidrocarburos líquidos, con un uso preferente en Transporte; (2) electricidad, en Residencial, Comercial e Institucional e Industrial; y (3) gas natural, en Residencial, Comercial e Institucional e Industrial. El reparto porcentual del consumo de energía final según los tres vectores predominantes, en el año de referencia, es el siguiente:

- Hidrocarburos líquidos: 55,5%
- Electricidad: 23,8%
- Gas natural: 18,6%.

El consumo energético que corresponde a los tres grupos de actividades anteriormente mencionados, alcanza en Madrid los valores siguientes:

- Transporte: 58.581 GWh (52,1%)
- Residencial, Comercial e Institucional: 26.536 GWh (23,6%)
- Industrial: 26.086 GWh (23,2%).

El volumen anual de emisiones directas de GEI asociadas a Madrid puede estimarse, en el año 2014, en torno a 18.600 $ktCO_2$/año, cantidad a la que habría que añadir las emisiones indirectas o inducidas por participación del consumo urbano en la generación de electricidad y producción industrial fuera del territorio de Madrid, con un valor estimado de 15.300 $ktCO_2$/año. El volumen total de emisiones estaría por tanto alrededor de 33.900 $ktCO_2$/año, lo que supondría un nivel per cápita de 5,3 tCO_2/persona*año, inferior a la media nacional. En Madrid, la distribución de emisiones directas de GEI según actividades sitúa al Transporte en cabeza con un porcentaje del 44%, mientras que en lo que se refiere a emisiones totales (directas más inducidas), el uso Residencial, Comercial e Institucional alcanzaría la primera posición, con aproximadamente un 55% del volumen anual.

La transición energética que la sociedad demanda desde instancias diversas afronta dos objetivos de alto nivel y primera importancia: (1) avanzar progresiva y constantemente en la descarbonización de las actividades relacionadas con la energía, desde su producción a sus usos; y (2) garantizar la provisión de los recursos energéticos (cantidad y precio) en condiciones que se aproximen al óptimo social. Como es bien sabido, la situación de España se encuentra aún distante de esos dos objetivos, emisiones y costes de la energía. Nuestro país ocupa el undécimo lugar

dentro de la UE en cuanto al nivel de emisiones per cápita, con un total estimado de 325,5 millones de toneladas de CO_2 equivalente en 2014 sin considerar la reducción de emisiones derivada de los Usos del Suelo, Cambios de Usos del Suelo y Silvicultura (datos provisionales del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, publicados en Julio de 2015). En lo que se refiere a los precios de la energía, España como es sabido, está situada desde hace una década entre los países más caros de Europa (cuarto puesto en electricidad y tercero en gas natural) para los consumidores domésticos.

Una ciudad o área metropolitana como el gran Madrid presenta oportunidades interesantes para contribuir positivamente y en términos tangibles a la deseada transición energética desde el ámbito de actuación de sus Administraciones territoriales. Tanto los municipios como la Comunidad Autónoma pueden emprender, en el ejercicio de sus competencias específicas, iniciativas valiosas en el contexto de la energía, con resultados medibles en términos de reducción de emisiones, eficiencia económica y lucha contra la desigualdad en el acceso a un bien de primera necesidad. En esta nota se esbozan dos iniciativas concretas que, en caso de ser bien recibidas, deberían elaborarse con la profundidad técnico-económica necesaria para dar lugar a planes de acción viables.

Uno de los ámbitos de actuación que parecen más interesantes, al menos merecedor de un estudio específico y detallado sobre posibilidades de actuación y alternativas a la realidad actual, es el de los servicios públicos urbanos (SPU). A efectos de esta nota se consideran específicamente los servicios asociados al ciclo integral del agua, la gestión de residuos sólidos y el transporte colectivo. Todos ellos consumen energía y producen emisiones de GEI, pero los dos primeros poseen además un interesante potencial de producción energética propia con bajas emisiones (hidráulica y biogás, esencialmente), que podría desarrollarse al alza en circunstancias apropiadas. En las instalaciones del ciclo del agua se dispone actualmente de una capacidad de generación eléctrica de 85 MW y en vertederos existen otros 30 MW adicionales, con una producción que en condiciones adecuadas de funcionamiento puede llegar a 400 GWh de electricidad al año. Cada servicio gestiona en la actualidad su propia energía (consumo y producción) de manera independiente, aunque es posible considerar algunas actuaciones coordinadas entre ambos, que incluyan además a los servicios de transporte público, en beneficio de la descarbonización, como se indica más adelante.

El ámbito de actuación directa cuantitativamente más importante por parte de las Administraciones de Madrid cara al objetivo de neutralidad de las actividades urbanas frente a los riesgos del clima es el de la movilidad de las personas y el transporte. Es decir, la actuación sobre la demanda, el reparto modal y los medios vehiculares. La potenciación del transporte colectivo constituye un objetivo permanente de las autoridades desde hace varias décadas, dados su incontestables beneficios, pero desde el punto de vista energético y de emisiones debería venir acompañada de un plan viable hacia su electrificación progresiva en la medida que las circunstancias lo permitan. Ello significaría actuar sobre la planta motriz de los propios vehículos, la infraestructura de abastecimiento y desde luego, los costes del suministro de energía

eléctrica. En ese sentido va la primera de las propuestas de esta nota sobre posibles acciones colaborativas para la descarbonización de los servicios públicos urbanos en condiciones económicamente viables.

En segundo lugar, hay que tener en cuenta que tanto los Ayuntamientos como la Comunidad de Madrid poseen un número significativo de edificios propios o bien controlan indirectamente su funcionamiento a través de la regulación de los usos a que se destinan. Entre los tipos de edificios sujetos a la potestad administrativa existen tres especialmente interesantes a los efectos de esta nota: oficinas públicas, centros educativos (en los tres niveles de enseñanza, desde la infantil a la universitaria) y hospitales. La problemática de unos y otros es tan variada como las funciones a que están destinados, pero todos comparten una problemática en buena medida común con el fin de satisfacer dos necesidades básicas: iluminación y climatización.

La eficiencia energética en la climatización no sólo depende del estado y características de las instalaciones correspondientes (calefacción, aire acondicionado y agua caliente sanitaria) sino que es preciso considerar el comportamiento térmico de los edificios a través del funcionamiento de su envolvente y la regulación de las condiciones ambientales de humedad y temperatura dentro de los edificios. La normativa actual, basada en la Directiva 2010/31/UE y su transposición a la legislación nacional en el RD 235/2013, es en esencia reglamentista y no está dando pie a proyectos significativos de innovación en relación con este tema. Las propias Administraciones Públicas se encuentran en situación de infracción de la normativa comunitaria y por tanto son objeto de amonestación y posiblemente sanción por incumplimiento.

Adicionalmente, a pesar de que la normativa actual (RD 900/2015 sobre el autoconsumo) es manifiestamente restrictiva sobre esta cuestión, existe una corriente de opinión generalizada entre los expertos sobre la difícil pervivencia en el tiempo de la regulación de esta materia en los términos actuales. La producción de energía limpia y su consumo en los propios edificios son hechos que vienen impulsados en un gran número de países por los avances tecno-económicos en materia de generación distribuida y gestión activa de la demanda energética. En el caso español, esta alternativa estaría además motivada por la ineficiencia económica en términos de coste que caracteriza al sistema energético centralizado y su alejamiento creciente de las condiciones de óptimo social.

3.1.2. PROPUESTAS ENERGÍA

En virtud de las razones expuestas en los párrafos precedentes, se esbozan a continuación dos iniciativas concretas de transformación urbana sobre energía y emisiones. Ambas recaen íntegramente en la esfera de actuación de las autoridades municipales y regionales. El fin que se plantea es abrir desde el ámbito público ejemplos de progreso del gran Madrid hacia una Ciudad del Futuro, consistentes con los objetivos de neutralidad frente al clima y eficiencia energética que conforman las directrices y tendencias en la materia. Las propuestas se refieren en concreto a los objetivos siguientes:

- Neutralidad energética de los SPU (servicios públicos urbanos)
- Ejemplaridad en el uso eficiente de la energía en los edificios públicos

1.- Neutralidad energética de los SPU (servicios públicos urbanos)

El objetivo de esta propuesta consiste en establecer un modelo de referencia (diseño, planificación y realización) para la transformación de la planta energética de los SPU (ciclo del agua, transporte colectivo y residuos sólidos urbanos), basado en el uso de tecnologías limpias y sistemas inteligentes, teniendo como objetivos la neutralidad energética en relación con el clima, la flexibilidad de la gestión de la demanda y la eficiencia económica:

- Neutralidad frente al problema climático: *nZ* emisiones (*near-Zero*)
- Flexibilidad frente a las rigideces regulatorias del modelo energético dominante, basado en un sistema conservador, poco abierto a la innovación y la competencia, y económicamente ineficiente como ponen de manifiesto los precios finales de la electricidad

La neutralidad energética activa de los SPU supondría actuar conjuntamente en los lados de la oferta y de la demanda de energía, apoyándose para ello en las posibilidades que permiten las nuevas tecnologías energéticas limpias y por otra parte en el potencial innovador de la tecnología digital de los sistemas y redes inteligentes.

Los servicios públicos urbanos constituyen un campo fértil para la transformación proactiva de sus actividades y procesos, teniendo como nuevo paradigma la neutralidad energética frente al clima. Los SPU son consumidores importantes de energía, pero también productores -reales o potenciales-, normalmente a partir de fuentes y procesos neutrales en términos de emisiones. Desde ese punto de vista los SPU podrían actuar siguiendo un modelo progresivamente coordinado que conduzca a su integración en el plano energético a medio plazo (2030), poniendo en valor sinergias que derivarían de una gestión activa y coordinada de producción y consumo de energía. Ambas actividades podrían coordinarse según un modelo energético multiservicio, apoyándose en un estructura de gestión adecuada del balance de energía y haciendo uso de la inteligencia digital de las redes (*smart grids*) como vínculo entre activos de producción y puntos de consumo.

El avance hacia el paradigma de la neutralidad energética supondría establecer una función objetivo con dos dimensiones necesariamente complementarias: (1) la minimización de emisiones en la operación coordinada de los SPU, tomando el *nZ* como objetivo de referencia a medio plazo (2030) y (2) el óptimo económico de su balance energético, con la consideración explícita del autoconsumo y la eficiencia energética.

Los principales Servicios Públicos Urbanos (SPU) involucrados serían en este caso:

- El transporte colectivo, especialmente en superficie: autobuses urbanos y metropolitanos. Es un gran consumidor de energía, en buena medida actualmente de combustibles fósiles.
- El ciclo integral del agua, o ciclo urbano: procesos de abastecimiento, depuración y reciclado del recurso. El ciclo urbano posee una capacidad no desdeñable de producción energética a coste variable muy bajo. Esta capacidad podría incrementarse teniendo como objetivo no sólo el autoconsumo del ciclo urbano sino también el abastecimiento energético del transporte público, en la medida posible y deseable.
- El tratamiento de residuos: transporte y reducción o almacenamiento controlado. Productor energético en la parte de desgasificación de vertederos e incineración y consumidor en las actividades de recogida, clasificación y tratamiento.

La neutralidad energética activa como paradigma de los SPU daría pie a nuevos planteamientos en cuanto a las actividades siguientes:

- La producción de energía en el ámbito físico de los SPU, que incluye una reorganización de los activos de las entidades correspondientes (hidráulica, biogás, generación térmica renovable, etc.) y la incorporación al balance de nuevas fuentes y tecnologías limpias y eficientes (solar FV y geotérmica de baja entalpía, entre otras posibles). Considerando adicionalmente y de forma explícita el uso de sistemas de almacenamiento energético (mecánicos y electroquímicos).
- El consumo energético de los SPU, que deberá incorporar las nuevas técnicas de gestión activa de la demanda y eficiencia energética en los procesos del ciclo del agua y la gestión de los residuos sólidos junto con la necesaria descarbonización progresiva de la planta motriz de la flota de transporte, considerando el uso del biogás como fase intermedia de la transición hacia un vector netamente neutral. Todo ello estaría vinculado a la disponibilidad de energía limpia a un coste socialmente aceptable y en un contexto de neutralidad activa y eficiencia en autoproducción y consumo.
- La interacción física y lógica entre producción y consumo propios a través del despliegue de sistemas avanzados de gestión de energía, control y redes digitales inteligentes (*smart grid*).

La sinergia que se pretende conseguir en términos energéticos por parte de los SPU llevaría a abordar en el marco de esta iniciativa pública actuaciones de coordinación en las actividades de producción y consumo en los tres ámbitos funcionales considerados (transporte, agua y residuos sólidos urbanos), con vistas a la implantación de un balance energético común compartido por las entidades que operan en cada uno de los contextos indicados. Lo anterior implicaría establecer una visión de conjunto (nivel de referencia ciudad o Comunidad Autónoma) sobre la temática energía-emisiones en

el ámbito de los SPU, optimizando el mix combinado de producción y la gestión integrada de sus consumos en torno al objetivo de emisiones *nZ*.

Para ello se propondría en primera instancia a las autoridades y entidades correspondientes la realización de un estudio detallado de viabilidad técnico-económica de la idea expuesta, tomando como horizontes sucesivos de referencia los años 2020 y 2030 y distintos escenarios de evolución del marco regulatorio que incorporen las tendencias sobre innovación tecnológica, compromisos ambientales, etc. Los resultados de ese estudio deberían valorarse en el marco de las acciones españolas a emprender como consecuencia de los acuerdos de la COP21 y ello podría dar lugar a un interesante proyecto piloto de ejemplo sobre neutralidad energética de los SPU frente al clima. Este tema podría tener además una proyección a futuro, incluyendo la posible creación de una empresa común de servicios energéticos para los SPU en el ámbito de Madrid, con un alcance amplio (producción limpia, distribución inteligente y consumo eficiente) y abierta a la participación del sector privado mediante un modelo de colaboración tipo Participación Público Privada o similar.

2.- Ejemplaridad en eficiencia energética (edificios públicos)

Ayuntamiento y Comunidad de Madrid poseen como se ha indicado en la exposición de motivos un número significativo de edificios o bien controlan indirectamente su funcionamiento a través de la regulación de los usos a que se destinan. Entre los tipos de edificios sujetos a la potestad administrativa existen tres especialmente significativos a los efectos de esta propuesta: oficinas públicas, centros educativos y hospitales. La problemática de unos y otros es tan variada como las funciones a que están destinados, pero todos comparten una problemática en buena medida común en términos energéticos con el fin de satisfacer al menos dos necesidades básicas: iluminación y climatización.

La iniciativa que se plantea consiste en proponer a las autoridades municipales y autonómicas que se seleccione un edificio concreto y representativo de cada uno de los tres usos señalados y convocar un concurso de ideas prácticas sobre su transformación energética integral hacia el paradigma de emisiones netas cuasi-nulas. Considerando para ello el año 2020 como escenario de referencia y con unas condiciones bien definidas en términos de coste y reducción de emisiones. Este concurso, una vez resuelto y seleccionada la mejor alternativa, daría lugar a un proyecto de ejecución como paso previo a un plan público de actuación ejemplar en materia de eficiencia y neutralidad, extensible al parque de edificios municipales y autonómicos.

De manera análoga a la propuesta anterior, se valoraría la posibilidad de desarrollar esta iniciativa bajo la modalidad de colaboración Participación Público Privada entre Administraciones y empresas.

3.2 AGUA

3.2.1. DIAGNÓSTICO Y MOTIVACIÓN AGUA

Los municipios de la Comunidad de Madrid se enfrentan a una serie de desafíos en el ámbito del ciclo integral del agua:

- Disponibilidad del recurso
- Calidad, tratamiento
- Mantenimiento de las redes
- Mejora de la depuración

Disponibilidad del recurso

Es necesario estar preparados para periodos de aportaciones escasas que obligarán a establecer alguna restricción al abastecimiento. Debemos trabajar para que dichas restricciones sean lo menores posibles.

Vivimos una realidad y es que en los últimos 20 años las aportaciones han disminuido en torno al 15% y no sabemos si esto se consolidará o aumentará.

Es necesario dotarse de sistemas de captación adicionales entre ellos la captación en el río Tajo con una capacidad anual de hasta 60 hm^3.

Hay que disminuir el consumo. Afortunadamente, en los últimos 25 años, hemos reducido la cantidad de agua que derivamos de nuestros embalses un 20% aproximadamente, pues hemos pasado de 620 hm^3 a 500 hm^3 derivados, aún a pesar de suministrar a un 25% más de población.

Es imprescindible potenciar el uso del agua regenerada para riego e industrias con el fin de detraer menos volúmenes de los embalses destinados al consumo humano; también es necesario llegar a todos los grandes parques y jardines de nuestra Comunidad.

Hay que actualizar el plan de sequía con las nuevas condiciones de contorno, de tal modo que la garantía del abastecimiento a la región sea del 100% para cualquier situación conocida y próxima a dicho porcentaje en otras más severas.

Calidad, tratamiento

En la región de Madrid disponemos de unas aguas en origen de excelente calidad; tan es así que, dada la escasez de materia orgánica y sólidos en suspensión que tiene, es necesario añadir diferentes sustancias coagulantes y floculantes que permitan su decantación.

La Comunidad Europea es cada vez más restrictiva a la hora de utilizar dichas sustancias pues su combinación con el cloro podría dar lugar a compuestos no deseados.

La solución a este problema es potenciar cada vez más los procesos físicos y no los químicos para conseguir agua apta para el consumo humano y minimizar el uso de cloro para la etapa final de la desinfección.

Por otra parte es incontestable que la calidad del recurso va empeorando con el tiempo y que el marco regulatorio relacionado con la calidad de agua de consumo se torna cada vez más exigente.

La micro y ultrafiltración, incluso la ósmosis inversa, pueden ser parte de la solución, siempre a un precio más elevado que los procesos químicos, pues dichos procesos requieren el uso intensivo de energía.

En cuanto a la disminución del uso del cloro, ésta pasa por 2 etapas: la primera consiste en la utilización de otros medios antes de la desinfección final, por ejemplo el ozono y los rayos ultravioleta que no incorporan ninguna sustancia al agua; la segunda etapa consiste en incorporar al final del proceso la menor cantidad de cloro libre o combinado compatible con su permanencia en toda la red de distribución, lo que implica la instalación de recloradoras cuando los tiempos de estancia del agua en las conducciones supere un determinado umbral.

La gestión del agua requerirá en el futuro la utilización de mucha más tecnología para poder resolver estos problemas. Los modelos matemáticos y la topología de las redes permitirán predecir la variación de la calidad del agua a lo largo del tiempo así como la posibilidad de cambiar las consignas de explotación según las pautas del consumo.

Hay que conseguir un agua con las mismas características organolépticas durante todo el año. Una forma de lograrlo es instalando filtros de carbón activo en el tratamiento del agua. Con ello se consigue que los sabores y olores que producen las algas en determinadas épocas del año no modifiquen los del agua suministrada. También este proceso, además de la inversión inicial, supone un mayor coste de explotación.

Mantenimiento de redes

A lo largo de los años se han ido tendiendo redes con materiales de bajas prestaciones mecánicas y con durabilidades no superiores a los 50 años.

Las redes sufren variaciones más o menos bruscas de su presión interior, como consecuencia de los consumos instantáneos, y también de su presión exterior, como consecuencia del tráfico rodado. Esto ocasiona roturas frecuentes y pérdidas de agua que pueden llegar a ser cuantiosas.

Minimizar las roturas del futuro pasa por llevar a cabo planes de renovación que deben estar basados en: el material de la conducción, la edad, el número de roturas que tiene, la presión que soporta, el impacto de su rotura en el cliente (cantidad, duración, frecuencia) etc.

Un ratio adecuado debe ser aquél que permita renovar la red en un periodo entre 50 y 100 años, es decir entre un 1 y un 2% anual. Estas cifras en el caso de la Comunidad de Madrid suponen inversiones anuales de entre 30 y 60 millones de euros.

Hay que sectorizar la red y mantener la misma a una presión lo más constante posible, lo que puede conseguirse con válvulas de presión que varíen la misma según el consumo que se esté demandando. La consecuencia es que se producen menos roturas y se pueden minimizar las pérdidas por fugas ocultas.

En cuanto a las redes de alcantarillado presentan unos estados de conservación aún peores, hay que hacer un esfuerzo inversor extraordinario en las redes de saneamiento y lograr una renovación total en los próximos 40 – 50 años.

Mejora de la depuración de aguas residuales

La Comunidad de Madrid, casi en su totalidad, está declarada zona sensible, lo que implica que las depuradoras deberán eliminar nutrientes en proporciones superiores a las que tendrían si no tuviesen esta consideración. Idéntica tendencia, incluso con más exigencia, marca la aplicación de la Directiva Marco, orientada al buen estado ecológico de las masas de agua.

La eliminación de fósforo puede hacerse por vía química o por vía biológica; la primera es de fácil implantación pero tiene un coste de explotación elevado. La segunda tiene un control más complejo y no siempre puede ser aplicada.

Un modo de mejorar estos sistemas es monitorizar de forma continua la calidad del agua en la depuradora e ir adaptando la dosificación de estos reactivos. Nuevamente la tecnología nos brinda una oportunidad para mejorar los sistemas de explotación.

La eliminación de nitrógeno se realiza a través de procesos de nitrificación-desnitrificación en el tanque biológico, lo que exige unos mayores tiempos de permanencia del agua en la depuradora. La única forma de conseguir esto es incrementar el volumen de los tanques, lo que requiere la ampliación de las depuradoras, que algunas veces resulta inviable.

En el futuro se requerirá agua de mayor calidad en los efluentes de las depuradoras. Es necesario aplicar otros procedimientos de depuración si se pretende dar un salto cualitativo. Sin duda, nuevamente la utilización de membranas en los procesos es una solución que ya existe y que produce excelentes resultados, aunque la razón de que no estén más implantadas vuelve a ser el coste energético que implican. Las membranas tienen además otra ventaja y es que se adaptan mejor a las variaciones de caudal y al grado de contaminación en el influente

Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible

El desarrollo de los Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible tiene como objetivo resolver los problemas creados por los sistemas convencionales de drenaje. Su finalidad es aproximarse lo máximo posible al ciclo del agua con anterioridad al proceso urbanizador. Sus principales objetivos son los siguientes:

- Proteger los sistemas naturales mediante la protección y mejora del ciclo del agua en entornos urbanos
- Proteger la calidad del agua en los medios receptores de escorrentías urbanas
- Reducir los volúmenes de escorrentía y los caudales punta procedentes de zonas urbanizadas minimizando las áreas impermeables y mediante elementos de retención e infiltración en el terreno
- Reducir el coste de las infraestructuras de drenaje
- Integrar el tratamiento de las aguas de lluvia en el paisaje urbano mediante la utilización de láminas de agua

3.2.2. PROPUESTAS AGUA

- Elaboración de un Plan de Sequía de forma que la garantía de suministro sea del 100% en diferentes escenarios, debiendo tener en cuenta la probable disminución futura de aportaciones de agua derivada del calentamiento global

- Potenciación de la utilización de agua regenerada proveniente de depuradoras municipales para riego de zonas verdes, baldeo de calles, red contraincendios e industrias con el fin de poder disponer de mayor cantidad de agua para el consumo humano

- Análisis de la viabilidad de la utilización de agua regenerada para los desarrollos urbanísticos de nueva planta o bien para la rehabilitación de barrios

- Inversión anual de 30 a 60 M€ con el fin de renovar la red de abastecimiento en un plazo de 50 a 100 años

- Establecimiento de un plan de inversión que permita renovar completamente la red de saneamiento en un plazo de 40 a 50 años

- Mejora de los procesos de depuración de las aguas residuales que permitan el cumplimiento de los requerimientos exigidos por la Directiva Marco del Agua, lo que requerirá la monitorización de forma continua de la calidad del agua o bien la utilización de membranas

- Desarrollo e implantación de Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible en todos los nuevos desarrollos urbanísticos y selección de actuaciones en áreas consolidadas en las que se obtengan mejoras claras mediante la utilización de este sistema

3.3. MOVILIDAD Y TRANSPORTE

3.3.1. DIAGNÓSTICO Y MOTIVACIÓN MOVILIDAD Y TRANSPORTE

De los tres sectores económicos en que se consume la energía (Transporte; Residencial, Comercial e Institucional; Industrial), el sector del Transporte es el mayor consumidor de los tres en España, con un 41% del total, así como el que mayor porcentaje produce de emisiones de gases de efecto invernadero procedentes de la energía, con un 47%, según datos contenidos en la Edición 2014 del Observatorio de Energía y Sostenibilidad en España, de la Universidad Pontificia de Comillas.

A su vez, las emisiones totales en España en el año 2014 ascendieron a 291,5 $MtCO_2$ equivalente considerando la disminución producida por el Uso del Suelo, Cambio de Uso del Suelo y Silvicultura –que asciende a 34 Mt- o bien a 325,5 $MtCO_2$ equivalente si no consideramos la reducción que produce este último al actuar como sumidero, según recogen los Datos de Avance publicados por el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente de Julio de 2015. De dichos 325,5 $MtCO_2$ equivalente de emisiones de 2014 correspondieron a Energía 240 Mt CO_2 (74%) y el resto a Procesos Industriales (29 Mt CO_{2eq} o el 9%), a Agricultura (41 $MtCo_{2eq}$ o el 12%) y a Residuos (16 $MtCO_{2eq}$ o el 5%).

El sector del Transporte se puede subdividir en diferentes modos (vehículo privado, autobús, camión, ferrocarril, barco y avión), a su vez en transporte de mercancías y pasajeros y, en ambos casos, en transporte urbano e interurbano. Las estrategias para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero son diferentes para cada una de las categorías anteriores.

Por otro lado, el transporte es muy intensivo en consumo de derivados del petróleo. En concreto, del consumo mundial del petróleo en 2014, que ascendió a 90,6 millones de barriles diarios, 49,5 millones de barriles, es decir el 55%, correspondió al transporte en cualquiera de sus categorías (World Energy Outlook 2015, International Energy Agency). Asimismo, de los 102 EJ a que asciende el consumo de energía final del transporte, el 95% corresponde a derivados del petróleo, correspondiendo un 3% a biocombustibles, un 1% a gas natural y un 1% a electricidad. A su vez, de los 79 EJ a que asciende el consumo de energía del transporte por carretera (el 77% del total del consumo mundial de energía en el transporte), un 95% corresponde a derivados del petróleo (gasolina o gasóleo), un 3% a biocombustibles y un 2% a gas natural (Energy Technology Perspectives 2015, International Energy Agency).

De lo anterior se deduce que el transporte en sus diferentes modos y categorías es muy dependiente del consumo del petróleo, cuya utilización produce gases de efecto invernadero, no habiendo en un horizonte próximo un sustituto claro para él. Es por ello por lo que la Hoja de Ruta Europea para una economía baja en carbono en 2050, que establece un objetivo de reducción del 80% en las emisiones globales para dicha fecha, establece uno del 60% para el sector del transporte, la menor reducción de todos los sectores con excepción de la agricultura, para la que establece un objetivo de una disminución en las emisiones de un 45%. En todo caso, no hay duda de que no es posible una profunda descarbonización de la economía sin descarbonizar el sector del transporte, dado el peso que tiene este último en aquélla.

Las posibles estrategias para ello son las siguientes:

- El desarrollo del vehículo eléctrico, lo que requiere el desarrollo de las baterías que permitan una mayor autonomía y la construcción de una infraestructura muy densa de puntos de recarga eléctrica así como la descarbonización de la generación de electricidad; su utilización tendría un

impacto muy positivo en la calidad del aire de la ciudad así como en la disminución del nivel de ruido en la misma

- El desarrollo de los biocombustibles más avanzados que permitan que las materias primas agrícolas utilizadas en su producción no entren en colisión con productos dedicados a la alimentación como, por ejemplo, el soja o el maíz

- La sustitución del petróleo por el gas, que disminuye las emisiones por kilómetro recorrido pero no las anula, requiere el desarrollo de una gran infraestructura y la adaptación de los motores, por lo que necesariamente será una tecnología con una utilización muy parcial

- La mejora de la cuota del transporte urbano de pasajeros en modos colectivos o bien en modos no mecanizados

A lo largo de los últimos años, la Comunidad de Madrid ha venido realizando -a través del Consorcio Regional de Transportes- Encuestas Domiciliarias de Movilidad (EDM), a partir de las cuales ha podido diseñar sus políticas de transporte urbano partiendo de datos fiables. La última Encuesta de Movilidad completa fue realizada en el año 2004, habiéndose llevado a cabo otra más limitada en el año 2014, denominada ESM 2014 (Encuesta Sintética de Movilidad). En concreto, la EDM 2004 se realizó a partir de una población encuestada de 84.300 personas mientras que en la ESM 2014 se encuestaron únicamente a 4.900 personas, por lo que sus resultados son menos fiables.

Del análisis de ambos documentos, el resultado más preocupante es la pérdida de cuota de transporte público entre los años 2004 (cuando era del 49,5% de los viajes y del 55% de las etapas) y 2014 (cuando el porcentaje de viajes en modos públicos descendió al 42% y el de etapas al 48%), todo ello a pesar de que la virulencia de la crisis económica podía hacer pensar “a priori” que la cuota de transporte público debería haberse incrementado en dicho periodo.

En todo caso, las profundas diferencias en el alcance de ambas Encuestas de Movilidad podrían explicar las diferencias, aunque el plazo de diez años para actualizar la misma nos parece excesivo.

En abril de 2009 de la Estrategia Española de Movilidad Sostenible constituyó, sin duda, un hito importante para impulsar un cambio en las formas de movilidad en España. La Estrategia define unos objetivos y diseña un conjunto de 53 medidas agrupadas en seis conjuntos temáticos. Dentro de las medidas planteadas, las de mayor aplicación a escala regional se encuentran en las siguientes áreas

- Territorio, planificación del transporte y sus infraestructuras
- Cambio climático y reducción de la dependencia energética
- Calidad del aire y ruido

- Seguridad y salud
- Gestión de la demanda

Como desarrollo de la Estrategia Española de Movilidad Sostenible, el Consorcio de Transportes de Madrid elaboró para la Comunidad de Madrid el Plan Estratégico de Movilidad Sostenible de la Comunidad de Madrid 2013-2025, cuyos objetivos se clasifican entre generales y concretos.

Los principales objetivos generales son los siguientes:

- Mejora de la interacción del planeamiento territorial y el transporte
- Mejora de la eficiencia y eficacia de los servicios de transporte público
- Promoción de la accesibilidad universal
- Establecimiento de las bases para el desarrollo de una Ley de Movilidad de la Comunidad de Madrid
- Nuevo esquema de financiación del transporte público con el objeto de hacerlo más sostenible desde un punto de vista económico
- Integración de la política tarifaria del transporte público con el resto de políticas tarifarias de movilidad
- Reducción de los efectos ambientales negativos mediante, entre otros, una disminución de la emisión de gases de efecto invernadero y de la contaminación del aire y acústica
- Mejora de la seguridad vial en las redes urbanas
- Implantación de las tecnologías de la información y comunicación de forma generalizada en todos los aspectos de la movilidad
- Elaboración de un Plan de Infraestructuras de Transporte Público: plataformas reservadas, desarrollo del Cercanías, vertebración de las redes ferroviarias, impulso de carriles bus, priorización semafórica para autobuses, aparcamientos de disuasión, fomento de la movilidad ciclista

Los principales objetivos concretos para el año 2025 son los siguientes:

- Objetivos de sostenibilidad económica y funcional
  - Conseguir el siguiente reparto modal: pie/bici, 35%; transporte público, 35%; y vehículo privado: 30%
  - Mejora del ratio de viajeros/vehículo-kilómetro en un 8% para el conjunto del sistema de transporte público
  - Conseguir que los ingresos por tarifa cubran, al menos, el 50% de los costes

- Objetivos de sostenibilidad social
  - Aumento de la cobertura territorial del transporte público en un 3% para el conjunto de la población de la Región
  - Disminución de los tiempos de acceso ponderados en transporte público a determinados puntos de atracción en un 15%

- Objetivos de sostenibilidad ambiental
    - En 2020 deben cumplirse los Planes sectoriales vigentes en materia energética derivados de la Estrategia 20/20/20 de la Unión Europea; en concreto, reducción del 15% en las emisiones de GEI del sector transporte (incluyendo al terrestre y aéreo), contribución al cumplimiento de una cuota del 10% de energías renovables en el consumo global del sistema de transporte y contribución al cumplimiento del objetivo de reducción del consumo de energía final en un 20% con respecto al escenario tendencial
    - Para el año 2020 deben alcanzarse los siguientes porcentajes de reducción con respecto a 2010 para todo el sector transporte, que incluye al terrestre y aéreo (Plan Azul+): 5% para los óxidos de azufre (SO_x) y de un 20% para los compuestos orgánicos volátiles no metánicos (COVNM)

Por último, a finales de diciembre de 2014 cuentan con Planes de Movilidad Urbana Sostenible municipios que albergan una población superior a 5,4 millones de habitantes, lo que supone alrededor del 85% del total de la Comunidad de Madrid. Estos Planes ponen el foco en los condicionamientos y características locales, difíciles de captar por el Plan Regional. En concreto, cuentan con un Plan de este tipo los siguientes municipios: Getafe (170.100 habitantes), Alcobendas (109.700), Boadilla del Monte (46.100), Fuenlabrada (198.600), Las Rozas (89.100), Leganés (186.500), Majadahonda (70.000), Móstoles (205.000), Paracuellos del Jarama (18.500), Parla (122.000), Pinto (45.600), Vaciamadrid (72.900), Torrelodones (22.400), Tres Cantos (41.000), Valdemoro (68.400), Villaviciosa de Odón (26.600), la ciudad de Madrid (3.230.000).

3.3.2. PROPUESTAS MOVILIDAD Y TRANSPORTES

- Elaboración de una nueva Encuesta Domiciliaria de Movilidad completa (con un alcance similar a la EDM 2004), que debe ser actualizada con una periodicidad máxima de 5 años

- Desarrollo del Plan Estratégico de Movilidad Sostenible de la Comunidad de Madrid 2013-2025 con el objeto de verificar si se van cumpliendo tanto los objetivos generales como los cuantitativos. Las principales medidas de dicho Plan son las siguientes:

    - Implantación, seguimiento y actualización de los Planes de Movilidad Urbana Sostenible
    - Aumento del número de plazas de aparcamiento disuasorio para facilitar la intermodalidad entre el vehículo privado y el transporte público
    - Política de regulación de aparcamientos como herramienta de gestión para el control de la demanda de movilidad en vehículo privado

- Adecuar las políticas tarifarias a las necesidades de movilidad de los ciudadanos
- Aumento de las plataformas reservadas y de los carriles bus y priorización semafórica
- Impulso de la actividad del Centro Integral de Gestión del Transporte Público (CITRAM)
- Fomento de la intermodalidad mediante un Plan de Intercambiadores de Transporte en la ciudad de Madrid, un Plan de Áreas Intermodales y un Plan de Intercambiadores Comarcales de la Comunidad de Madrid
- Conseguir la accesibilidad universal para todos los modos de transporte público
- Mejora de la calidad de la información disponible facilitando información en tiempo real en todos los modos de transporte público, como, por ejemplo, la incorporación de nuevas aplicaciones para los “smartphones” o “wifi” en los vehículos
- Potenciación del “car-sharing” (modelos de alquiler de automóviles en el que el usuario alquila el vehículo para cortos periodos de tiempo, disponiendo del mismo sin ser su propietario) mediante la adopción de las siguientes medidas: 1) concesión de plazas en superficie destinadas a este tipo de vehículos o puntos de recarga eléctrica; 2) Convenios entre el Consorcio Regional de Transportes de Madrid y operadores de “car-sharing” con incentivos para el uso del transporte público; y 3) posibilitar el aparcamiento en el centro en zonas de residentes
- Potenciación del coche compartido (práctica en que varias personas comparten coche tanto para viajes periódicos como para trayectos puntuales) mediante la adopción de las siguientes medidas: 1) estudio de la regulación de la reserva de aparcamientos para coche compartido; 2) posibilitar la utilización de carriles bus reservados para el transporte público en determinados horarios; y 3) disponibilidad de aparcamientos reservados en vía pública en lugares centrales de la ciudad
- Establecimiento de criterios de movilidad a implantar en el planeamiento urbano y territorial con el objetivo de aumentar la cuota de transporte público. Para avanzar en esta línea se proponen las siguientes líneas de actuación: 1) aumento de la densidad edificatoria; 2) favorecer un modelo compacto de ocupación del territorio; y 3) establecer una adecuada distribución del viario
- Establecimiento e implementación de Planes de Movilidad de Empresa y Planes de Movilidad Sostenible para Grandes Centros de Actividad como polígonos industriales, parques empresariales, hospitales, campus universitarios y grandes superficies comerciales

3.4. EDIFICACIÓN

3.4.1. DIAGNÓSTICO Y MOTIVACIÓN EDIFICACIÓN

Teniendo en cuenta que el sector de la edificación es responsable del 33% del consumo de energía final y del 30% de las emisiones totales provenientes de la energía en España según los datos contenidos en la Edición 2014 del Observatorio de Energía y Sostenibilidad en España, de la Universidad Pontificia de Comillas (estos porcentajes son del 40% y 36% para energía y emisiones de GEI, respectivamente, en la Unión Europea incluyendo España), no es posible acometer una descarbonización profunda de la economía sin tener el sector de la edificación de una forma específica.

En concreto, la Hoja de Ruta Europea para una economía baja en carbono en 2050, aprobada por la Comisión Europea en Marzo de 2011, establece un objetivo de reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero en un 80% para el conjunto de la economía europea en 2050, distribuyendo esta reducción de forma pormenorizada por sectores, correspondiéndole a la edificación una reducción del 90% en dicho año.

Debe tenerse en cuenta que en los porcentajes anteriores únicamente están contempladas la energía y las emisiones derivadas del uso y la explotación de los edificios y no la energía y emisiones del ciclo completo de vida de los mismos, que debería incorporar, fundamentalmente, los valores correspondientes a la fabricación de los materiales y, además, el transporte de los mismos a obra, el proceso constructivo, el mantenimiento a lo largo de la vida útil de la edificación y la demolición y reciclado. No existen datos fiables de los consumos de energía que corresponden a todas estas fases del ciclo de vida de los edificios, aunque debe tenerse en cuenta que a medida que los edificios resulten más eficientes desde el punto de vista energético en su uso y explotación, la energía y emisiones de estas otras fases van a ir adquiriendo una importancia relativa cada vez mayor, en especial la relativa al proceso de fabricación de los materiales de construcción.

Otra cuestión que debe ser tenida en cuenta a la hora de abordar la mejora de la eficiencia energética de la edificación es la intensidad energética de los edificios de los diferentes usos, que difiere mucho de unos a otros en cuanto a la energía y emisiones por m^2 construido, debiendo empezar por las actuaciones donde los ahorros potenciales son mayores. Por ejemplo, de los datos publicados por el IDAE a nivel nacional –no están segregados por comunidades- se deriva que el consumo energético medio de las oficinas es de alrededor de unas ocho veces superior al de un edificio residencial, donde además habría que considerar el hecho de la pobreza energética, que será abordada más adelante en el Apartado 3.7 de este documento. En general, la intensidad energética depende en gran medida de las horas de uso de la climatización, que es del 100% (8.760 horas anuales) en hospitales y hoteles y del orden de 2.500 a 3.500 horas anuales para centros comerciales y edificios de oficinas.

La Directiva 2010/31 de Eficiencia Energética en la Edificación obliga a todos los edificios de nueva planta a que sean de consumo casi nulo de energía a partir del 1 de Enero de 2021, obligación que se adelanta al 1 de Enero de 2019 para todos los edificios de titularidad pública. Las diferentes normativas nacionales deben definir los requerimientos de consumo casi nulo de energía, que deben ser definidos a partir del coste mínimo a lo largo del ciclo de vida del edificio o coste global, es decir teniendo en cuenta tanto el coste de inversión de construcción como el de explotación del edificio. Para la estimación del coste de explotación del edifico, se hace necesario estimar cuál va a ser el coste de la energía consumida por las instalaciones de climatización e iluminación y para la estimación del coste global –que suma el coste de inversión con los costes de explotación a lo largo de varios años- se utiliza una tasa de actualización para la que la propia Directiva deja libertad a los Estados Miembros, aunque recomienda la utilización de un valor del 4%.

El Código Técnico de Edificación fue actualizado en cuanto al Documento de Ahorro de Energía (HE) en el año 2013 para adaptarlo a la Directiva 2010/31 de Eficiencia Energética en la Edificación y debe ser actualizado con anterioridad al año 2018 con el objeto de definir los requerimientos exigidos para los edificios de consumo casi nulo de energía.

Los requerimientos de la Directiva 2010/31 o del Código Técnico afectan únicamente a los edificios de nueva planta o a las rehabilitaciones profundas, pero hay que tener en cuenta que en España hay, según el Censo del INE de 2011, alrededor de 25,2 millones de viviendas, de las que alrededor de 18,1 millones corresponden a primera residencia, donde los consumos son muy superiores, y el resto a vivienda secundaria o desocupadas.

Por otra parte, las viviendas iniciadas en los años 2013, 2014 y 2015 (años en los que todavía están muy presentes las profundas secuelas de la crisis y con un stock de vivienda terminada o en construcción todavía muy elevado, lo que tiene una gran incidencia sobre la construcción de vivienda nueva) han sido de 34 K, 35 K y 48 K

respectivamente, muy lejos de la demanda potencial, que el Banco de España estima que puede estar en 2020, una vez superada las secuelas de la crisis, entre 50 K y 300 K en función de los diferentes escenarios (Boletín Económico del Banco de España, Octubre 2015, artículo titulado "*Creación de hogares y necesidades de vivienda nueva principal a medio plazo"*).

De lo anterior se deduce que la tasa de reposición de vivienda en España será del orden del 1%, a partir de su previsible estabilización hacia 2020, al preverse una construcción de 150 K a 200 K y un parque de viviendas de primera residencia de unos 18 M. El porcentaje de reposición en usos terciarios o dotacionales puede ser algo superior, aunque no mucho, pero hay que tener en cuenta que el parque edificado de viviendas representa alrededor del 86,5% de la superficie total edificada (BPIE, Octubre 2011).

Por tanto, para reducir las emisiones de la edificación en un 90%, tal y como exige la Hoja de Ruta Europea para una economía baja en carbono en 2050, es necesario abordar una profunda rehabilitación energética del parque edificado, tanto de vivienda como de usos terciarios y dotacionales. De no hacerlo, aunque todos los edificios de nueva planta se diseñaran y construyeran con un consumo nulo de energía, lo que está muy lejos de poder lograrse en estos momentos a unos costes razonables, la reducción de las emisiones en 2050 sería del orden del 35%, muy lejos de los requerimientos derivados del reciente Acuerdo Climático de París.

Para concluir, y fruto de lo explicado con anterioridad, la única forma que el sector de la edificación tiene para contribuir en su parte alícuota al enorme esfuerzo que va a representar la descarbonización de la economía es mediante un incremento muy relevante de las exigencias de eficiencia energética de la edificación a partir del año 2020, año horizonte de la actual Directiva 2010/31. Dicho incremento de las prestaciones energéticas deberá ser aplicable tanto a la edificación de nueva planta como al parque edificatorio existente.

3.4.2. PROPUESTAS EDIFICACIÓN

- Realización de un inventario de la edificación en la Comunidad de Madrid que incluya localización, usos y titularidades (privada y pública), régimen de ocupación, características técnicas y caracterización de los edificios desde un punto de vista de prestaciones energéticas. Esto permitirá realizar Planes de Rehabilitación Energética con objetivos cuantitativos de reducción del consumo y de las emisiones

- Habría que tipificar los consumos de los edificios teniendo en cuenta su uso y sus características con el objeto de poder conciliar el uso de energía de la edificación con el derivado de los flujogramas de consumo de energía final y de emisiones. Esto permitirá realizar propuestas de actuación por tipologías de edificios terciarios y, para residencial, por barrios

- Elaboración de un Plan de Rehabilitación energética de los edificios de titularidad pública de la Administración General del Estado, de la Comunidad de Madrid y de los Ayuntamientos. Debe tenerse en cuenta que la Directiva 2012/27 de Eficiencia Energética –traspuesta a nuestro ordenamiento mediante el Real Decreto 56/2016, de 12 de febrero-, exige una rehabilitación energética profunda al 3% de los edificios cuya titularidad corresponde a la Administración General del Estado. Deberían priorizarse las inversiones teniendo en cuenta, entre otros factores, el ahorro de emisiones y la rentabilidad económica de la inversión

- Exigencia de auditorías energéticas de los edificios con alta intensidad energética (hospitales, hoteles, centros comerciales, oficinas), de conformidad con la Directiva 2012/27 de Eficiencia Energética con el objeto de identificar medidas de ahorro energético así como su retorno económico

- Elaboración de un Plan para realizar auditorías energéticas de edificios de vivienda colectiva. El objetivo debe ser que la inversión a soportar por los vecinos pueda financiarse a partir de los ahorros obtenidos por las viviendas, debiendo financiar la diferencia mediante la aportación de subvenciones o ayudas

- Estudio de la viabilidad de implantar redes de distrito de calefacción con generación de calor en una central. Si se empelan centrales de biomasa, se conseguiría la neutralidad de la calefacción (que representa más del 40% de la energía consumida por los hogares) en cuanto a las emisiones de GEI, aunque deben tenerse en cuenta en este caso tanto la seguridad de suministro como la calidad del aire

3.5. CALIDAD DEL AIRE

3.5.1. DIAGNÓSTICO Y MOTIVACIÓN CALIDAD DEL AIRE

La política medioambiental de la Comunidad de Madrid en cuanto a la calidad del aire está recogida en la Estrategia de Calidad del Aire y Cambio Climático de la Comunidad de Madrid 2013-2020 (Plan Azul +), que da continuidad a sus antecesores, el Plan de Saneamiento Atmosférico de la Comunidad de Madrid 1999-2002 y la Estrategia de Calidad del Aire y Cambio Climático de la Comunidad de Madrid 2006-2012 (Plan Azul).

La Estrategia 2006-2012 estableció un total de 111 medidas a desarrollar en los principales sectores contaminantes: transporte (42), industria (13), residencial, comercial e institucional (29), agricultura y medio natural (8), así como una batería de medidas de carácter horizontal (17). Del conjunto de las 11 medidas propuestas, 84 fueron implementadas en el periodo de aplicación de la Estrategia, 13 fueron iniciadas y 14 no fueron puestas en práctica.

En cuanto a los objetivos cuantitativos de la Estrategia 2006-2012, se redujeron las emisiones de GEI en un 32% en 2011 mientras que el objetivo era del 15%. En cuanto a los objetivos fijados para los contaminantes que afectan a la calidad del aire, se consiguieron reducciones del 26% en los óxidos de nitrógeno (objetivo del 15% en 2010), del 20% en compuestos orgánicos volátiles (objetivo del 5%), del 56% en el monóxido de carbono (objetivo del 5%) y del 53% en óxido de azufre (objetivo del 15%). En todo caso, debe tenerse en cuenta que también ayudó al cumplimiento de estos objetivos una inferior actividad económica frente a la prevista en el Plan.

En cuanto al cumplimiento de los valores objetivo a alcanzar en la concentración de contaminantes, los resultados fueron los siguientes: 1) los valores medios anuales de PM_{10} registrados en todas las estaciones de la Red de Calidad del Aire de la Comunidad de Madrid han sido inferiores a 40 $\mu g/m^3$, por lo que puede considerarse cumplido el objetivo; 2) las estaciones de Coslada y de Leganés registraron medias anuales de concentración de NO_2 por encima de los 40 $\mu g/m^3$ en el año 2010, por lo que se

superó el valor límite establecido (la decisión de la Comisión Europea de 14/12/2012 permitió de forma temporal alcanzar los 60 µg/m^3, cantidad que no ha sido superada); y 3) durante el periodo 2010-2012 se superó el valor objetivo para la protección de la salud humana establecido para el ozono al presentar 12 estaciones de la Red más de 25 superaciones del valor de 120 µg/m^3 (como promedio de 3 años).

Actualmente la Red de Calidad del Aire está constituida por 24 estaciones automáticas fijas para el Municipio de Madrid y por 23 estaciones automáticas fijas y un laboratorio móvil para el resto de la Comunidad, estando dividida ésta en siete zonas: cuatro aglomeraciones urbanas (Municipio de Madrid, Corredor del Henares, Urbana Sur y Urbana Noroeste) y tres zonas rurales (Sierra Norte, Cuenca del Alberche y Cuenca del Tajuña).

La Estrategia de Calidad del Aire y Cambio Climático de la Comunidad de Madrid 2013-2020 entró en vigor tras su publicación en el Boletín Oficial de la Comunidad el 25 de Abril de 2014. Desarrolla cuatro programas sectoriales y cuatro programas horizontales, englobando un total de 58 medidas, distribuidas en las siguientes líneas de actuación:

- Programas sectoriales
    - Transporte: establece un total de 19 medidas en los ámbitos del uso de combustibles menos contaminantes, atenuación del tráfico privado motorizado y fomento del cambio modal hacia vehículos menos contaminantes y transporte colectivo. Se complementa con medidas específicas para el transporte de mercancías y aeropuertos
    - Industrial: desarrolla 7 medidas sobre los contaminantes y los sectores industriales más relevantes dentro de la Comunidad de Madrid
    - Residencial: comercial en institucional, con un total de 10 medidas encaminadas a fomentar el uso de combustibles limpios y la mejora de la eficiencia energética
    - Agricultura y Medio Natural: incorporando 9 medidas que permitan reducir las emisiones de contaminantes de fuentes naturales e incrementar el potencial del sector como sumidero de carbono

- Programas horizontales
    - Dotados con 13 medidas destinadas a potenciar la formación, información e investigación, establecer un marco normativo y fiscal incentivador de los programas sectoriales y ahondar en el conocimiento de la vulnerabilidad al cambio climático que presenta nuestra región

Establece una serie de objetivos en dos ámbitos: 1) de mejora de la calidad del aire, y 2) en materia de mitigación del cambio climático

1) Objetivos de mejora de la calidad del aire:
    - Para el periodo 2013-2020
        - Óxidos de nitrógeno (NO_x)
            - 40 µg/m^3 de NO_2 como media de cada año y para cada zona, coincidente con el valor límite actual para la protección de la salud
            - 200 µg/m^3 de NO_2 en 1 hora, que no podrá superarse en más de 18 ocasiones por año civil, coincidente con el valor límite horario para la protección de la salud
        - Ozono (O_3)
            - 120 µg/m^3 como máxima diaria de medias móviles octohorarias, que no deberá superarse en más de 25 días por cada año civil de promedio en un periodo de 3 años, correspondiente con el valor objetivo para la protección de la salud
            - 18.000 µg/m^3xhora de promedio (AOT40 calculado a partir de los valores horarios de mayo a julio) en un periodo de 5 años, correspondiente con el valor objetivo para la protección de la vegetación
        - PM_{10}
            - 35 µg/m^3 de media anual, por debajo del valor objetivo para la protección de la salud
            - 50 µg/m^3 de media diaria, que no deberá superarse en más de 20 ocasiones por año, por debajo de las 35 ocasiones del valor objetivo para la protección de la salud

    - Para el año 2020
        - Reducción de emisiones en 2020 en un 20% con respecto a 2010 de los siguientes contaminantes: óxidos de nitrógeno (NO_x), óxidos de azufre (SO_x), monóxido de carbono (CO) y PM_{10}

    - Objetivos sectoriales de reducción de emisiones para el año 2020
        - Transporte
            - Óxidos de azufre (SO_x): 5%, equivalente a 23 t
            - Compuestos orgánicos volátiles no metánicos (COVNM): 20%, equivalente a 1.182 t
        - Industrial
            - Compuestos orgánicos volátiles no metánicos (COVNM): 5%, equivalente a 2.597 t

2) Objetivos en materia de mitigación del cambio climático:

   La Estrategia se ha centrado en la disminución de emisiones en los denominados sectores difusos, dado que en 2010 representaban en la

Comunidad de Madrid un 92% del total de emisiones (un 65% en el total nacional), mientras que los sectores regulados por el régimen de derechos de emisión representaban un 8% (un 35% en el total nacional).

Se han establecido objetivos sectoriales que representan una reducción de emisiones de CO_2 de un 10% con respecto a 2005, acorde con el objetivo fijado para sectores difusos en España.

Los objetivos establecidos en los sectores de Transporte y Residencial, Comercial e Institucional es de una reducción de un 15% de las emisiones de CO_2 con respecto al año 2005.

3.5.2. PROPUESTAS CALIDAD DEL AIRE

- Sector del Transporte
  - Desarrollo de la infraestructura de recarga y fomento del uso del vehículo eléctrico
  - Incentivos fiscales para la transformación del transporte privado a tecnologías y combustibles menos contaminantes
  - Modernización de los taxis con combustibles y tecnologías menos contaminantes
  - Políticas encaminadas a mejorar la cuota de transporte público en los viajes mecanizados: plataformas reservadas de autobús, intercambiadores de transporte, planes de movilidad de trabajadores, desarrollo de planes urbanísticos con objetivos ambiciosos de cuota de transporte público, actualización de los planes de movilidad sostenible
  - Actuaciones para favorecer el uso de la bicicleta y el desplazamiento a pie
  - Plan de reducción de emisiones del aeropuerto Adolfo Suárez

- Sector Industrial
  - Reducción de las emisiones de óxidos de nitrógeno de la Planta de Cogeneración de Barajas
  - Incorporación de criterios ambientales en las autorizaciones administrativas en materia de contaminación atmosférica con el objeto de garantizar que se utilizan las mejores tecnologías existentes
  - Medición de las emisiones de los diferentes contaminantes de las instalaciones existentes
  - Fomento de las buenas prácticas así como de la utilización de las tecnologías menos contaminantes para reducir las emisiones de gases fluorados y de compuestos orgánicos volátiles
  - Mejora de los procesos y tecnologías aplicadas en la gestión de residuos

- Sector Residencial, Comercial e Institucional
    - Plan de ahorro y eficiencia energética de los edificios que son titularidad de la Comunidad de Madrid y de las diferentes Administraciones Locales
    - Medidas de ahorro energético en el alumbrado exterior
    - Plan de ahorro y eficiencia energética de los edificios de uso terciario de titularidad privada, fundamentalmente hospitales, centros comerciales y oficinas
    - Plan de ahorro y eficiencia energética de edificios de viviendas
    - Desarrollo de proyectos demostrativos sobre sistemas de información de consumos energéticos en tiempo real ("smart grids")

- Sector Agricultura y Medio Natural
    - Plan de aprovechamiento de la biomasa forestal de la Comunidad de Madrid
    - Prácticas de gestión forestal sostenible
    - Adecuación ambiental de las explotaciones ganaderas
    - Reducción de las emisiones procedentes de las fuentes naturales
    - Plan de reforestación

- Medidas horizontales
    - Promoción de la investigación para la reducción de la contaminación atmosférica
    - Mejora del inventario de emisiones de la Comunidad de Madrid
    - Mejora del modelo numérico de simulación de las concentraciones de los diferentes contaminantes a partir de las emisiones de las diferentes fuentes de emisión
    - Definición e implantación de medidas de fiscalidad verde

3.6. RESILIENCIA

3.6.1. DIAGNÓSTICO Y MOTIVACIÓN RESILIENCIA

El planeta Tierra contiene un extenso muestrario de ciudades extinguidas como Pompeya, o en riesgo de extinción, como Detroit, a consecuencia de todo tipo de causas imprevistas o menospreciadas en su capacidad destructiva.

Una ciudad resiliente vendría a ser una ciudad cuyo futuro no está amenazado por la desmoralización de sus habitantes, que en cantidad significativa la abandonarían de percibirla sin capacidad de reacción satisfactoria ante lo imprevisto o menospreciado.

El abandono de la ciudad por una cantidad importante de sus habitantes puede ser fulminante, por un evento catastrófico, o gradual, por una degradación progresiva que lleve al diagnóstico colectivo de que resulta insostenible como hábitat humano.

1. **Ingeniería civil y ciudades resilientes**

Puede defenderse que, a partir de un cierto número de habitantes, una ciudad es inexorablemente percibida como insostenible salvo que cuente con una serie de servicios que son característicos de la ingeniería civil.

Comenzando por el abastecimiento de agua potable, esencial para la vida, y el drenaje y saneamiento del agua no potable, sin los cuales la salubridad es imposible; continuando por la gestión del transporte interior, en conexión crítica con el territorio en que se ubica la ciudad, de sus habitantes, residentes o transeúntes, y de bienes esenciales, como alimentos y medicamentos, cabría afirmar que hubo y hay ciudades resilientes desde que existe la ingeniería civil.

Recíprocamente, una ciudad no puede renunciar al mantenimiento y mejora de los servicios que proporciona la ingeniería civil sin poner en peligro, a medio o largo plazo, su sostenibilidad como hábitat humano.

2. La energía requerida por los servicios de la ingeniería civil y su resiliencia

Muchos servicios proporcionados por la ingeniería civil están diseñados para operar sin apenas intervención humana, aprovechando las fuentes de energía disponibles. Comenzando por el uso de la energía gravitatoria para el abastecimiento, distribución y saneamiento del agua, y siguiendo por fuentes de energía en desuso en el ámbito urbano (como la fuerza animal, la leña o el carbón), hasta la energía eléctrica y el gas en la actualidad, los servicios proporcionados por la ingeniería civil siempre han requerido un abastecimiento energético de gran fiabilidad de suministro.

Imperceptiblemente, los ciudadanos se han acostumbrado a dar por garantizados y disponibles instantáneamente a demanda los servicios proporcionados por la ingeniería civil. Además, han incorporado a estas expectativas los servicios proporcionados por otras ingenierías más modernas, como la industrial o la de telecomunicaciones, de los que los servicios proporcionados por la ingeniería civil han sido habitualmente usuarios pioneros y facilitadores de su adopción por los ciudadanos, cubriendo el retorno de las inversiones en abastecimiento a gran escala.

Por contraste, en el medio rural, e incluso en ciudades emergentes en países en desarrollo, muchas veces estos servicios a capricho son inexistentes o experimentan una gran incertidumbre en la continuidad de su suministro; en especial en momentos en los que su necesidad es mayor, como ante grandes impactos climáticos o geológicos (terremotos, erupciones volcánicas, etc.). Las migraciones pueden, en cierto sentido, interpretarse como flujos de población de zonas en los que los servicios proporcionados por la ingeniería civil tienen poca o nula resiliencia hacia las zonas, típicamente urbanizadas, en los que estos servicios tienen alta resiliencia.

3. La falsa resiliencia de la automatización insegura de los servicios de la ingeniería civil

En las tres o cuatro últimas décadas se ha generalizado una práctica que ha generado unos peligros muy mal comprendidos: la sustitución sistemática de las personas por sistemas automatizados, justificada desde dos puntos de vista diferentes:

1. Los sistemas automatizados eliminan los errores humanos: no se despistan, ni se fatigan, ni engañan, ni se equivocan

2. Los sistemas automatizados son más eficientes económicamente que los que requieren operarios humanos

Estos puntos de vista, aplicados a los servicios proporcionados por la ingeniería civil, tendrían pues dos objetivos: reducir los errores de la operación de dichos servicios y hacerlos más baratos.

Si admitimos[3] que el riesgo es "el efecto de la incertidumbre sobre los objetivos", tendremos que convenir que la situación actual demuestra cuán grande era la incertidumbre sobre la viabilidad de ambos objetivos: la automatización de los servicios de la ingeniería civil ha proporcionado tanto beneficios indudables como peligros insospechados.

Sin pretender hacer un falso balance de ventajas frente a inconvenientes, podemos afirmar que, desde el punto de vista de la resiliencia, la automatización insegura de los servicios proporcionados por la ingeniería civil está aumentando la fragilidad de estos servicios y, en consecuencia, disminuyendo la resiliencia de las ciudades en las que esta automatización insegura se ha llevado más lejos.

¿Qué entendemos por automatización insegura en el contexto de este documento?

Analicemos la veracidad o falsedad del primero de los dos puntos de vista citados. Basta atender a las cada vez más frecuentes noticias relacionadas con la denominada ciberdelincuencia para comprender que, incluso si aceptáramos que "los sistemas automatizados eliminan los errores humanos", estos sistemas aún son casi siempre desarrollados por humanos que se despistan, se fatigan, engañan, y se equivocan.

Por tanto, lo que hemos hecho ha sido convertir errores humanos susceptibles de ser prevenidos mediante mecanismos de control relativamente sencillos, ejercidos por otros seres humanos, por errores sistemáticos de muy difícil detección pero que se repetirán inevitablemente al repetirse la situación en la que produjeron un resultado indeseable, puesto que así han sido programados, hasta que estos errores sean detectados y eliminados. A estos errores sistemáticos hay que añadir los que se producen eventualmente a causa de fallos en los equipos físicos que forman parte de los sistemas automatizados cuando no han sido expresamente previstos durante su programación y para los que se haya previsto formas alternativas de funcionamiento, incluida la posible detención ordenada de su funcionamiento de forma segura para los usuarios del sistema.

Respecto a la supuesta eficiencia económica de la intención de automatizar totalmente los servicios prestados por la ingeniería civil, se trata de un planteamiento simplista. La sustitución de los costes humanos de operación por costes de capital (pues no hay automatización gratuita) puede dar un balance positivo a corto plazo. Pero los costes ocultos a medio y largo plazo, cuyo balance es obligado considerar en las infraestructuras de larga vida útil, pueden desaconsejar una automatización cortoplacista. Hay dos problemas de muy difícil evaluación pero que pueden suponer enormes costes a largo plazo:

1. *La obsolescencia de los componentes de la automatización.* Basta comparar los plazos de amortización por obsolescencia que se contemplan para los sistemas de información (entre 3 y 6 años, no más de un par de décadas en los sistemas más

[3] Siguiendo la definición de la Guía ISO 73:2009 Gestión de riesgos – Vocabulario" (http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=44651).

longevos) con la vida útil de la infraestructura de obra pública, que en muchas ocasiones sobrepasa el medio siglo, para comprender que será necesario renovar varias veces los sistemas automatizados a lo largo de la vida útil de la infraestructura. Con el agravante de que sus proveedores habrán probablemente desaparecido y, muy probablemente, su documentación no sea suficientemente exhaustiva para garantizar una reconstrucción satisfactoria a un coste razonable.

2. *La pérdida de conocimiento experto a causa de la sustitución del personal por automatismos.* Es muy frecuente que durante la automatización de grandes infraestructuras se incorpore a su programación reglas empíricas basadas en el conocimiento de expertos en el diseño y operación de infraestructuras similares. La automatización puede crear la engañosa sensación de que, durante muchos años, ese conocimiento se considere ya prescindible y no se produzca una gestión adecuada del conocimiento experto. Recuperar ese conocimiento desde una programación sujeta a las incertidumbres expuestas anteriormente puede ser imposible en la práctica, y llevar a tener que reconstruir entornos específicos de prueba para recuperar en ellos la experiencia humana olvidada.

4. La resiliencia desconocida de las nuevas tecnologías de automatización

En relación con el último punto señalado, hay que añadir a las amenazas que pueden esconderse en la automatización de las ciudades del futuro una muy específica sobre la que apenas existe conciencia: el desarrollo de formas de experiencia inasequibles al conocimiento humano.

Esta amenaza surge de la necesidad de utilizar, en la automatización de las ciudades del futuro, tecnologías capaces de manejar volúmenes ingentes de datos y proporcionar resultados en tiempo útil para poder tomar decisiones de control sobre los servicios proporcionados por la ingeniería civil. En la actualidad, estas tecnologías se están encaminando en una dirección muy peculiar: en lugar de basarse en una programación realizada por humanos, implementando algoritmos que representan el comportamiento de las leyes físicas subyacentes, lo que se empieza a utilizar cada vez con mayor éxito práctico son representaciones abstractas del espacio de todas las posibles entradas y salidas de un sistema, que dan lugar a unas redes de conexiones realimentadas (redes neuronales artificiales) a las que se somete a un proceso de “aprendizaje” mediante comparación de las salidas inicialmente propuestas por el sistema para un conjunto dado de entradas y las consideradas como “acertadas” para este conjunto. La repetición de este mecanismo de “aprendizaje” produce como resultado una “autoprogramación” del sistema, en forma de ponderaciones de sus interconexiones internas, que es esencialmente intraducible a un algoritmo que pueda ser asimilado por un programador humano.

Desde el punto de vista de la resiliencia, estos sistemas automáticos deberían utilizarse con la máxima prudencia: no cabe esperar que, a diferencia de los algoritmos que representan leyes físicas con mayor o menos exactitud, produzcan resultados adecuados fuera del conjunto de experiencias utilizadas para su “aprendizaje”. Y

tampoco que puedan ser reemplazados con éxito cuando se produzca su obsolescencia física pues, en cierto modo, son “expertos irrepetibles” salvo que se puedan replicar en su totalidad y con absoluta exactitud.

5. La resiliencia mediante la simplicidad

Nada de lo anterior debería considerarse como un discurso neoludita. La automatización de los trabajos peligrosos o penosos es sin duda un objetivo a perseguir en las Ciudades del futuro. También lo es desarrollar sistemas de percepción digital del estado de la ciudad y su entorno, para mitigar su impacto ambiental tanto como sea posible.

Pero las consideraciones precedentes deberían llevar a la conclusión de que esta automatización debe realizarse “desde el lado de la seguridad” y para conseguir que la ciudad y sus habitantes desarrollen conjuntamente la resiliencia necesaria para hacer frente a situaciones imprevistas, adoptando como mínimo las siguientes precauciones:

1. Los sistemas automatizados deben:
    a. Diseñarse para ser lo más sencillos que sea posible.
    b. Documentarse específicamente para ser reemplazados parcial o totalmente en caso necesario
    c. Estar libres de conocimiento experto no documentado de forma exhaustiva y comprensible por humanos
    d. En caso de controlar un sistema físico, estar construidos de tal forma que su fallo total o parcial lleve el sistema a una configuración de funcionamiento seguro para las personas y el propio sistema

2. Los servicios proporcionados por la ingeniería civil, total o parcialmente automatizados, deben publicar sus objetivos de resiliencia (tiempos de interrupción tolerable del servicio, etc.) incluyendo, al establecer estos objetivos, escenarios en los que sus sistemas automáticos han dejado de funcionar por completo, por causas accidentales o provocadas.

3. Las ciudades que disfrutan de estos servicios deben establecer:
    a. Centros y procedimientos de gestión de crisis, dotados de forma permanente con los recursos necesarios para reaccionar de forma efectiva ante la indisponibilidad de estos servicios
    b. Procedimientos de pruebas de indisponibilidad de estos servicios con implicación real de sus habitantes. Un objetivo de estas pruebas debe ser comprobar que los ciudadanos conocen los medios alternativos con los que cuenta la ciudad para afrontar esta indisponibilidad y responden con la serenidad y el ánimo colaborativo necesarios para facilitar la recuperación del servicio, en lugar de convertirse en un obstáculo para la recuperación

6. Consideraciones a tener en cuenta para conseguir una ciudad resiliente

De lo anterior se deriva que con el objeto de conseguir una ciudad resiliente es necesario tener en cuenta las siguientes consideraciones:

1. Según la mayoría de las previsiones para las décadas inmediatas, en todo el planeta la población seguirá concentrándose en áreas urbanas. La experiencia histórica muestra que el crecimiento improvisado de las ciudades provoca multitud de problemas cuya resolución resulta mucho más costosa que los supuestos ahorros de renunciar a los estudios y actuaciones de ordenación del territorio adecuados
2. Por otra parte, debe reconocerse que en la actualidad hay una gran incertidumbre sobre los escenarios a contemplar en las propuestas de ordenación territorial. Empieza a asumirse que el futuro ha pasado de ser difícilmente predecible a ser difícilmente imaginable, principalmente por el ritmo acelerado de introducción de innovaciones tecnológicas cuyo impacto en los ciudadanos y en su actividad económica sólo se comprende cuando han alcanzado niveles de aceptación por la población prácticamente irreversibles. No hay más que comparar el ritmo al que se introdujo el agua corriente en los domicilios, y su correspondiente saneamiento, o la posterior electrificación con la fulgurante expansión del acceso móvil a internet para mostrar la aceleración y las incertidumbres a que nos referimos
3. Ante este estado de cosas, una idea está apareciendo cada vez en más contextos diferentes: la necesidad de aumentar la resiliencia de individuos y organizaciones. Entendiendo como resiliencia la capacidad de recuperarse en un plazo razonablemente breve tras experimentar grandes impactos de naturaleza imprevista, o considerados extremadamente improbables. La preparación para hacer frente a los escenarios más extremos a que podría dar lugar el cambio climático es, quizá, el ejemplo más concreto de la necesidad de mejorar la resiliencia de las ciudades y sus habitantes
4. A pesar de las dificultades señaladas para un ejercicio riguroso de la ordenación del territorio ciudadano y sus zonas vitales de influencia, y siempre dentro del ámbito de la ingeniería civil, existen áreas en las que la necesidad de esta capacidad de recuperación se ha tenido presente desde hace mucho tiempo, como en el abastecimiento de agua, y forma parte del consenso social básico. En otras, como la movilidad o el suministro de energía, resulta más problemático conseguir una resiliencia semejante, entre otras razones por la dificultad de consenso en torno a cómo conseguirla
5. Por último, pero lo más importante, este documento parte de la premisa de que la ciudad debe procurar el bienestar de sus habitantes. La mejora de la cohesión social debería por ello ser el principal resultado de las propuestas de mejora de la resiliencia de los servicios proporcionados mediante la ingeniería civil a las ciudades, para lo que resulta esencial la participación ciudadana en la elaboración de propuestas concretas en las líneas de actuación que aquí se proponen

3.6.2. PROPUESTAS RESILIENCIA

A continuación se realizan una serie de propuestas para mejorar la resiliencia de las ciudades mediante actuaciones recomendadas en los diferentes ámbitos de actuación

- Energía
  - En las últimas semanas, las redes de transporte de energía eléctrica han sido objeto de ataques en varios países. Si bien las ciudades no tienen competencias específicas al respecto, es un hecho que existe la posibilidad de que se produzcan interrupciones de suministro deliberadas o por sobrecargas ante fenómenos meteorológicos extremos. Las Ciudades del futuro y sus ciudadanos deben estar preparados ante esta eventualidad, mediante planes cuya efectividad se compruebe regularmente

- Agua
  - La Comunidad de Madrid dispone de un proveedor del ciclo del agua que puede ser un ejemplo de buenas prácticas de garantía de suministro. Las ciudades podrían aprovechar esta experiencia para aplicarla a otros sectores menos resilientes

- Movilidad y transporte
  - En los próximos años, la presión sobre las ciudades de los proveedores de alternativas de transporte va a ser muy intensa. Su capacidad de mitigar los problemas de emisiones contaminantes y de efecto invernadero hará que estas ofertas resulten muy atractivas. Pero el alto contenido de automatización avanzada de estas ofertas (por ejemplo, vehículos eléctricos autoguiados, drones para el transporte de mercancía de pequeño peso y tamaño, etc.) debería alertar a los responsables de las Ciudades del futuro de que todas estas soluciones deben diseñarse para ser altamente resilientes (por los motivos apuntados previamente)

- Edificación
  - Los sistemas de control del consumo energético de los edificios deben diseñarse para ser altamente resilientes en lo que respecta al propio edificio, y además contribuir a la resiliencia de las redes de suministro complementario a las que estén conectados (por ejemplo, para impedir la conexión o desconexión súbita de múltiples edificios de la ciudad -por ejemplo, al pasar de modo nocturno a diurno- que cause inestabilidades en las redes de suministro complementario)

3.7. INCLUSIÓN SOCIAL Y POBREZA ENERGÉTICA

3.7.1. DIAGNÓSTICO Y MOTIVACIÓN INCLUSIÓN SOCIAL Y POBREZA ENERGÉTICA

El 3 de marzo de 2010, la Comisión Europea presentó una comunicación titulada "Europa 2020, una estrategia para un crecimiento inteligente, sostenible e integrador". El objetivo de dicha estrategia para la década 2010-2020 era –y es- construir una economía inteligente mediante el desarrollo de una economía basada en el conocimiento y la innovación; sostenible, a través de un uso más eficiente de los recursos; e integradora, con el fomento de un alto nivel de empleo y de cohesión social y territorial.

En el ámbito de la integración social, se creó el en el seno de la UE la iniciativa "Plataforma europea contra la pobreza (EAPN)" (European Antipoverty Network) con el objetivo específico de reducir el número de europeos que viven por debajo del umbral nacional de pobreza en 20 millones de personas, lo que, en el caso de España, se concreta en reducir el número de personas en riesgo de pobreza o exclusión social en 1,4 millones antes del año 2020.

Para poder medir el riesgo de pobreza o exclusión social se ha desarrollado a nivel europeo un indicador con una metodología homogénea, denominado AROPE –"At Risk of Poverty and/or Exclusion"-, que cuantifica el número de personas que se encuentran en dicha situación.

Desde el año 2011, la EAPN-España publica con periodicidad anual un informe de seguimiento del indicador AROPE sobre el riesgo de pobreza o exclusión social de España y sus Comunidades Autónomas. Todos los datos de dicho informe provienen de fuentes oficiales, en su gran mayoría de la Encuesta de Condiciones de Vida del Instituto Nacional de Estadística. En Octubre de 2015 ha publicado su 5º Informe anual sobre la evolución del indicador AROPE y sus componentes entre los años 2009 y 2014. Los resultados de dicho Informe para la Comunidad de Madrid son los siguientes:

- La reducción del número de inmigrantes ha sido muy intensa, pasando de 1.079.944 (16,7% del total) en el año 2010 a 879.953 (13,6%) en 2014, lo que supone una disminución de un 18,7% en dicho colectivo
- El 19,2% de la población (1.239.000 personas) está en riesgo de pobreza o exclusión social en 2014, habiendo descendido en un 0,4% desde 2009; dicho porcentaje es del 29,2% a nivel nacional (+10% sobre la Comunidad de Madrid) y se ha incrementado desde 2009 en un 4,5%
- En 2014 el 14,7% de la población (948.000 personas) está en riesgo de pobreza, un 1,2% por debajo de la que lo estaba en 2009; a nivel nacional, dicho porcentaje es del 22,2% y se ha incrementado en un 1,8% con respecto a 2009
- Del 14,7% en riesgo de pobreza, la región tiene una tasa de pobreza severa (viven con menos de 332 euros semanales por unidad de consumo) del 5,2% (334.000 personas); en el conjunto de España, del 22,2% de riesgo de pobreza, el 6,8% se encuentran en un nivel de pobreza severa
- En 2014 el 4,8% de la población (309.000 personas) vive en situación de Privación Material Severa; dicho porcentaje asciende al 7,1% a nivel nacional

Es claro que, a nivel macroeconómico, España está dejando atrás, poco a poco, la profunda crisis que ha venido sufriendo desde el año 2008; el PIB ha crecido un 1,4% en 2014 y un 3,2% en 2015, siendo el ritmo de crecimiento de la economía en el 4º trimestre del 2015 de un 3,5%. Sin embargo, no alcanzaremos el PIB máximo de antes de la crisis, que fue en el segundo trimestre de 2008, hasta el segundo o tercer trimestres de 2017 –casi 10 años después-, todo ello siempre y cuando nuestro país siga creciendo a tasas por encima del 2%, superiores a su crecimiento potencial (estimado por la OCDE y el FMI alrededor del 1,5%), algo que solo es posible mientras exista brecha de producción (“output gap”).

Por otra parte, debe tenerse en cuenta que la crisis ha dejado grandes bolsas de marginalidad y que, por tanto, nos enfrentamos a un enorme riesgo de fractura social estructural, algo que se percibe fácilmente al ver el aumento de crispación existente en la sociedad española en relación con la situación precrisis.

La mejora de la economía, de consolidarse (vivimos una situación de gran incertidumbre económica mundial, donde los mercados financieros descuentan una recesión mundial a partir de un aterrizaje brusco de China, lo que llevaría a una importante disminución de demanda de materias primas, así como a una subida de los intereses oficiales de la Reserva Federal de EEUU) llevaría, sin duda, a una mejoría de la situación económica de amplias capas de la población y, por tanto, a la disminución del número de personas en riesgo de pobreza o exclusión social. Pero, en el mejor de los escenarios, nos conduciría a una situación similar a las del 2007, en la que existía en nuestro país una tasa de exclusión social por encima del 20%.

Las razones por las que es necesario priorizar una agenda de políticas públicas con el objeto de reducir la pobreza y la exclusión social son las siguientes:

- Por equidad: son las personas que se encuentran en peor situación y deberían atenderse primero sus necesidades
- Por oportunidad: las situaciones más severas son las que más están creciendo en este periodo y convendría cambiar esta tendencia
- Por ser una cuestión de derechos humanos: la pobreza severa afecta a la dignidad de las personas y es intolerable
- Por interés general: la extensión de la pobreza y exclusión más severa genera, sin duda, una sociedad más incómoda para todos, más insegura, más conflictiva y más inestable
- Por viabilidad económica y política: es algo necesario con independencia de la ideología política
- Por prevención: atender la pobreza y la exclusión severa hoy nos evitará otros problemas en el futuro
- Por ser una inversión de futuro: dedicar recursos a preservar y recuperar el capital humano que la pobreza y exclusión severa erosionan, permitirá que estas personas generen otros beneficios a largo plazo para el conjunto de la sociedad

Un aspecto específico de la pobreza y exclusión social es la pobreza energética, que puede ser definida en los siguientes términos (Tirado Herrero): “Puede considerarse que un hogar está en situación de pobreza energética cuando es incapaz de pagar una cantidad de energía suficiente para la satisfacción de sus necesidades domésticas y/o cuando se ve obligado a destinar una parte excesiva de sus ingresos a pagar la factura energética de su vivienda”.

La Asociación de Ciencias Ambientales ha publicado dos estudios muy completos sobre pobreza energética, el primero de ellos en 2012 titulado “Pobreza energética en España. Potencial de generación de empleo derivado de la rehabilitación energética de edificios” (Tirado Herrero et al). El segundo, dirigido por el mismo autor, ha sido publicado en 2014 y se titula “Pobreza Energética en España. Análisis de Tendencias”; en el mismo se actualizan con los últimos datos disponibles, fundamentalmente del INE, los resultados del estudio anterior.

Las causas del aumento producido en la pobreza energética en nuestro país son los precios crecientes de la energía, la reducción de las rentas familiares y la baja calidad del parque edificatorio, que no ha mejorado en los últimos años.

La pobreza energética podrá constituirse en el futuro como un indicador agregado para activar distintas medidas y planificar políticas y estrategias que reduzcan la vulnerabilidad de la ciudadanía a esta problemática a medio y largo plazo.

En la medición de la pobreza energética se utilizan variables aproximadas (“proxies”), que tratan de capturar dos condiciones claves asociadas a la pobreza energética:

- Un indicador basado en los gastos en energía e ingresos anuales de los hogares según el cual un hogar estaría soportando un gasto desproporcionado en energía doméstica si sus facturas de electricidad, gas, etc. suponen más del 10% de sus ingresos anuales, el doble de la media española en el periodo 2006-2012. Para su estimación se emplean datos de la Encuesta de Presupuestos Familiares (EPF) del INE. Los resultados obtenidos indican que el porcentaje de hogares con gastos desproporcionados alcanzó en 2012 el 17%, lo que equivale a algo más de 7 millones de personas (en 2010, el porcentaje de hogares en situación similar ascendía al 12%, lo que equivale a 5 millones de personas). Para la Comunidad de Madrid, el porcentaje de hogares con un gasto desproporcionado en 2012 era del 13% (unas 765.000 personas), habiendo crecido desde el 6% en 2008.

- Otro indicador basado en las percepciones y declaraciones de los hogares –y, por tanto, con un enfoque subjetivo- es el de los que se consideran incapaces de mantener su vivienda a una temperatura adecuada en invierno. Se realiza a partir de los datos de la Encuesta de Condiciones de Vida (ECV) del INE, habiendo dado un resultado de que en 2012 el 9% de los hogares españoles (4,2 millones de personas) se consideraban dentro de este grupo; en 2010, el valor de este indicador estaba en el 8%, equivalente a 3,5 millones de personas. En Madrid, el 7% de las familias consideraban que estaban en esta clasificación en 2012, lo que equivale a 499.000 personas.

Además, los datos de la ECV indican que en 2012 el 6% de los hogares declaraba tener retrasos en el pago de recibos de la vivienda y un 12% afirmaba tener goteras, humedades o podredumbre en su vivienda.

La Comunidad de Madrid es una de las comunidades donde la pobreza energética es más baja, junto con Asturias y País Vasco. Por otra parte, los hogares en zonas rurales tienen una mayor probabilidad de experimentar condiciones de pobreza energética que los hogares urbanos. Por último, los hogares en paro tienen una mayor probabilidad de sufrir condiciones asociadas a la pobreza energética.

De acuerdo con una revisión de la literatura científica, se piensa que la pobreza energética en responsable en Europa de entre un 10% y un 40% de la mortalidad adicional de invierno, con un reciente informe de la Organización Mundial de la Salud (OMS) señalando el 30% como posible valor central para esta estimación. Dado que la mortalidad adicional de invierno en España se ha calculado en un promedio anual de 24.000 muertes, la erradicación de la pobreza energética evitaría potencialmente entre 2.400 y 9.600 muertes prematuras de personas de edad avanzada, con un valor central de 7.200 muertes aplicando la metodología de la OMS. Para contextualizar esta cifra, debe tenerse en cuenta que el número de muertes en accidente de tráfico en 2012 fue de 1.129. El análisis de las cifras de mortalidad adicional de invierno también ha concluido que, paradójicamente, el riesgo de sufrir una muerte prematura durante el invierno es mayor en las Comunidades Autónomas con temperaturas más suaves.

Durante mucho tiempo una problemática desconocida, la pobreza energética va ganando visibilidad y empieza a formar parte del discurso de organizaciones sociales y políticas. El hito más significativo a este respecto ha sido la inclusión del concepto de pobreza energética, por primera vez en un texto normativo en España, en la Ley 8/2013, de 26 de junio, de rehabilitación, regeneración y renovación urbanas.

Finalmente, se han producido avances importantes en cuanto a las medidas que incentivan y promueven la mejora de la eficiencia energética de los edificios. Sin embargo, todavía no están definidas ni priorizan a los hogares en situación de vulnerabilidad, por lo que sus efectos serán positivos, sobre todo a nivel preventivo, pero únicamente podrán observarse a medio-largo plazo.

3.7.2. PROPUESTAS INCLUSIÓN SOCIAL Y POBREZA ENERGÉTICA

- Riesgo de pobreza y exclusión social
    - Estrategias y políticas por la inclusión social con objetivos concretos y plazos evaluables
    - Clarificar el sistema competencial entre la Comunidad y los Ayuntamientos para determinar quién tiene la responsabilidad de las políticas sociales efectivas
    - Vincular la cuantía presupuestaria de las partidas contra la exclusión a la evolución cuantitativa del fenómeno de exclusión
    - Promoción de la participación social
    - Establecer el indicador de pobreza o exclusión social como indicador económico de convergencia y cohesión
    - Prestar atención al empleo de las personas con menor nivel educativo y de cualificación profesional
    - Reforzar a los alumnos con más problemas a través de planes formales dentro del sistema educativo
    - Prohibir los desahucios por impagos debidos al desempleo sobrevenido
    - Limitar la posibilidad de que el sistema financiero traspase los contratos de hipotecas de viviendas de primera residencia hacia los denominados fondos buitre
    - Facilitar el transporte público gratuito para los desempleados

- Pobreza energética
    - Llevar a cabo una exploración en profundidad de diferentes enfoques e indicadores para medir la incidencia y evolución de la pobreza energética. Para ello sería interesante desarrollar un indicador único de pobreza energética de forma que se pueda estimar su incidencia y evolución temporal
    - Convendría profundizar en diferentes aspectos: la relación de la pobreza energética con la tasa adicional de mortalidad de invierno, la falta de confort térmico en espacios no domésticos como los edificios públicos

(por ejemplo, escuelas) o en centros de trabajo, la relación entre el consumo energético en los hogares con el gasto realizado en movilidad

- Llevar a cabo una evaluación crítica de los factores que determinan la incidencia y la evolución de la pobreza energética: 1) revisión del sistema de fijación de precios de los diferentes tipos de energía utilizados por los hogares españoles; y 2) recopilar información más exhaustiva sobre los niveles de eficiencia energética del parque de viviendas
- Crear un Observatorio de la Pobreza Energética que permita seguir la evolución de dicho fenómeno de manera rigurosa y continuada
- Poner en marcha un programa ambicioso para la rehabilitación energética del parque de viviendas que contenga criterios en su aplicación referidos a la pobreza energética. Para ello debe tenerse en consideración los datos y conclusiones de informes de referencia, en especial el informe elaborado por el Grupo de Trabajo de Rehabilitación, coordinado por "Green Building Council España", y titulado "Informe GTR 2014 Estrategia para la Rehabilitación. Claves para transformar el sector de la edificación en España". Para la puesta en marcha de dicho programa de rehabilitación energética es necesario considerar las tres siguientes cuestiones:
    a. La intensidad de la rehabilitación, que determina el volumen de inversión, los ahorros de energía y emisiones y las mejoras en la calidad de vida de los hogares
    b. Los grupos sociales que deben priorizarse en las inversiones
    c. La forma de financiar las inversiones
- Diseñar mecanismos válidos de financiación de las actuaciones que permitan llevar a cabo intervenciones en los edificios donde habitan los grupos sociales más vulnerables. Para ello, deben aprovecharse las oportunidades que abre el nuevo periodo presupuestario europeo 2014-2020 y en concreto, en la línea de actuación para una economía baja en carbono
- Redefinir el concepto de consumidor vulnerable, a través del desarrollo reglamentario que establece la nueva Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico, para aplicar un bono social que sea efectivo para aquellos hogares que se encuentran verdaderamente en situación de vulnerabilidad energética
- El nivel municipal se considera una escala de intervención clave a la hora de definir metodologías de intervención social para la detección de la pobreza energética y realizar las actuaciones de urgencia en los colectivos más vulnerables. En este sentido, se recomienda invertir en mantener actualizado el Atlas de Vulnerabilidad Urbana
- La implantación de medidas de prevención y mitigación de la pobreza energética debe contar con la participación e interlocución de todos los actores implicados para asegurar el éxito de las mismas, lo que requiere crear los mecanismos adecuados para ello

- Involucrar a las compañías energéticas de forma proactiva en acciones de reducción de la pobreza energética como problemática que afecta a sus clientes
- Colaborar con las organizaciones asistenciales y de intervención social para mejorar en los hogares más vulnerables el manejo de la energía en el hogar
- Seguir ahondando en la difusión del término “pobreza energética” y su importancia
- Establecer vínculos con otros países europeos y generar una red de trabajo que permita replicar estrategias y medidas exitosas en otros lugares