

# El Ayuntamiento de Madrid y la autosuficiencia energética



**Hoja de Ruta Madrid 2030**

***Resumen Ejecutivo***

Fundación Renovables

V. 18/12/2017

<b>El Ayuntamiento de Madrid y la Autosuficiencia Energética</b>	18/12/2017
<b>Hoja de Ruta Madrid 2030</b>	<b>Resumen Ejecutivo</b>

## ÍNDICE

<b>I. Antecedentes y objetivos.....</b>	<b>4</b>
<b>II. Comportamiento energético del parque inmobiliario municipal .....</b>	<b>6</b>
<b>III. Escenario Eficiencia 2030. EE-2030.....</b>	<b>9</b>
<b>IV. Escenario de Autosuficiencia 2030. EA-2030 .....</b>	<b>12</b>
<b>V. Evaluación económica del Escenario de Eficiencia 2030 .....</b>	<b>17</b>
<b>VI. Evaluación económica de los escenarios de potencial fotovoltaico Madrid 2030 .....</b>	<b>19</b>
<b>VII. Conclusiones: el futuro energético de Madrid .....</b>	<b>26</b>

<b>El Ayuntamiento de Madrid y la Autosuficiencia Energética</b>	18/12/2017
<b>Hoja de Ruta Madrid 2030</b>	<b>Resumen Ejecutivo</b>

## Índice de Tablas

Tabla 1 Consumos de energía total y por suministro, coste y emisiones. Año 2016.....	6
Tabla 2 . Consumo de energía final totales y analizados de 2016. (kWh-año).....	7
Tabla 3 . Caracterización energética por tipología y suministros. ....	7
Tabla 4 . Caracterización energética por tipología y distribución de cargas.....	7
Tabla 5 . Escenario de Eficiencia a 2030.....	10
Tabla 6 . Escenarios de Eficiencia por tipología a 2030.....	11
Tabla 7 . Valores de radiación global anual en Madrid. (Estimación a partir de datos de las estaciones terrestres).....	12
Tabla 8 . Superficie aprovechable para sistemas de autoconsumo fotovoltaico en edificios municipales. ....	12
Tabla 9 <i>Estimación de potencia fotovoltaica instalable en edificios (autoconsumo).</i> ....	13
Tabla 10 . Productividades tipo según emplazamientos. ....	13
Tabla 11 . Estimación de la producción fotovoltaica en edificios municipales. ....	13
Tabla 12 . Potencial fotovoltaico en otros espacios. ....	15
Tabla 13 . Escenario de Autosuficiencia por tipologías y total del EA-2030 y cobertura dentro del EE-2030. ....	16
Tabla 14 . Cobertura fotovoltaica escenarios 2016-2030. ....	16
Tabla 15 Estimación de coste por m2 de las actuaciones de eficiencia energética.....	17
Tabla 16 Planificación presupuestaria anual para el Escenario 2030 de eficiencia energética. ....	18
Tabla 17 . Ahorro en coste anual de suministros y emisiones 2016-2030.....	19
Tabla 18 . Escenarios del potencial fotovoltaico y presupuestos 2030. ....	20
Tabla 19 . Escenarios de autoconsumo en edificios y presupuestos 2030. ....	22

<b>El Ayuntamiento de Madrid y la Autosuficiencia Energética</b>	18/12/2017
<b>Hoja de Ruta Madrid 2030</b>	<b>Resumen Ejecutivo</b>

## Índice de Ilustraciones

Ilustración 1 . Presupuesto anual y evolución del Escenario de Eficiencia Madrid 2030. ....	18
Ilustración 2 . Estructura del coste de instalación fotovoltaica (sin impuestos incluidos). ....	19
Ilustración 3 . Evolución del coste estimado de instalación de <10 kW sobre azoteas o cubiertas. (Impuestos incluidos.) .....	20
Ilustración 4 . Presupuesto anual para instalaciones fotovoltaicas. ....	21
Ilustración 5 . Presupuesto anual para el Escenario de Autosuficiencia en otros espacios municipales. ....	23
Ilustración 6 . TIR en función del precio FV para distintos escenarios consumo-venta de la energía autogenerada. ....	24
Ilustración 7 . Comparativa de la rentabilidad del almacenamiento frente a la venta de la energía autogenerada. ....	25

<b>El Ayuntamiento de Madrid y la Autosuficiencia Energética</b>	18/12/2017
<b>Hoja de Ruta Madrid 2030</b>	<b>Resumen Ejecutivo</b>

## I. Antecedentes y objetivos

El Ayuntamiento de Madrid, en el marco de su política de sostenibilidad energética, considera clave avanzar hacia la autosuficiencia energética mediante la incorporación de sistemas de generación de energía eléctrica de origen renovable.

El presente documento, la Hoja de Ruta hacia la Sostenibilidad Energética, es el resultado de la colaboración entre la **Fundación Renovables** y los servicios técnicos del Ayuntamiento, en el que se han identificado tanto las líneas de trabajo y actuaciones que hay que llevar a cabo, como las necesidades organizativas y presupuestarias que hay que cubrir.

El fin perseguido con el trabajo desarrollado es llegar a un escenario global de sostenibilidad energética para Madrid 2030, en el que el parque inmobiliario municipal llegue a ser 100% autosuficiente, abastecido por energías renovables y con cero emisiones.

La presente Hoja de Ruta tiene un horizonte temporal hasta el año 2030 y presenta como objetivos generales los siguientes:

1. Conseguir la autosuficiencia energética del parque inmobiliario municipal.
2. Lograr un suministro de energía 100% renovable.
3. Alcanzar emisiones cero en los edificios del Ayuntamiento de Madrid.

La consecución de los objetivos de esta Hoja de Ruta requiere, obligatoriamente, considerar dos variables dentro del **escenario global de sostenibilidad energética para Madrid 2030**:

- La variable de la eficiencia energética, enmarcada dentro de un **Escenario de Eficiencia 2030 (EE-2030)**, ya que es condición indispensable disponer de un consumo energético eficiente para poder establecer un objetivo de sostenibilidad energética y de autosuficiencia.
- La variable de la autosuficiencia energética, enmarcada dentro de un **Escenario de Autosuficiencia (EA-2030)**. Este Escenario define la potencia necesaria y su ubicación para que todo el consumo energético de los edificios del parque inmobiliario municipal sea cubierto con instalaciones de generación de electricidad con fuentes renovables de energía instaladas en los propios edificios o instalaciones del Ayuntamiento.

<b>El Ayuntamiento de Madrid y la Autosuficiencia Energética</b>	18/12/2017
<b>Hoja de Ruta Madrid 2030</b>	<b>Resumen Ejecutivo</b>

Dentro del **Escenario de Eficiencia EE-2030**, se ha establecido el objetivo de reducir el consumo de energía en un 50% con la implantación de mejores prácticas que limiten la demanda, la incorporación de tecnologías eficientes y en especial la electrificación de la demanda de energía mediante la sustitución progresiva de combustibles fósiles como el gasóleo C y el gas natural.

Dentro del **Escenario de Autosuficiencia EA-2030**, se ha establecido un primer objetivo de potencia fotovoltaica asociada a los edificios que permita avanzar en el autoconsumo y, un segundo objetivo, que mediante el aprovechamiento de otros espacios municipales o de modelos de autoconsumo compartido permita alcanzar el 100% de autosuficiencia, lo que permitiría la reducción de las exigencias económicas y, de la huella de carbono municipal.

## II. Comportamiento energético del parque inmobiliario municipal

A lo largo del proyecto se ha analizado el conjunto del parque inmobiliario municipal y sus consumos energéticos asociados. De esta evaluación se ha obtenido una caracterización energética de la situación actual que ha permitido detectar las principales ineficiencias existentes y caracterizar algunos de los comportamientos energéticos.

El análisis de la situación actual ha sido la base para identificar actuaciones de mejora y ahorro en el comportamiento energético y establecer el objetivo.

Se han analizado los datos de consumos de los tres suministros energéticos principales a lo largo de 2016 (electricidad, gas natural y gasóleo C), se ha recopilado y analizado la información disponible relativa a las superficies de edificios, auditorías energéticas realizadas y reparto de cargas existentes, estimando el comportamiento energético de aquellos edificios de los que no existía información suficiente disponible.

A nivel global, los consumos energéticos, coste de los mismos y emisiones relacionadas en el año 2016 se reflejan en la **Tabla 1**:

*Tabla 1 Consumos de energía total y por suministro, coste y emisiones. Año 2016.*

	Año 2016		
	Consumos (kWh)	Coste (€)	Emisiones (kg CO <sub>2</sub> )
<i>Electricidad</i>	149.697.194	23.339.189	49.549.771
<i>Gas Natural</i>	177.096.899	9.324.535	44.628.419
<i>Gasóleo C</i>	19.530.877	1.027.414	2.148.396
<b>Total</b>	<b>346.324.970</b>	<b>33.691.138</b>	<b>96.326.586</b>

En primer lugar, y con el objeto de delimitar el alcance, se ha analizado la composición del parque inmobiliario municipal, su distribución por tipologías, y ubicación territorial en distritos, identificado 1.122 edificios entre los casi 1.600 edificios e instalaciones de los que dispone el Ayuntamiento.

Con objeto de centrar el trabajo de análisis energético y posterior análisis del potencial fotovoltaico, se han seleccionado los 900 edificios con mayor consumo en total de los 1.122, coincidiendo en parte con los edificios de los que se dispone de más información, tanto de consumos, suministros, como características; descartándose las instalaciones con consumos por debajo de los 5.000 kWh anuales, cuya aportación en valores absolutos es muy reducida.

En la **Tabla 2** se pone de manifiesto la representatividad de los 900 edificios identificados y seleccionados con respecto al consumo total contabilizado por el Ayuntamiento de Madrid durante 2016, al suponer el 95% de la demanda de energía.

<b>El Ayuntamiento de Madrid y la Autosuficiencia Energética</b>	18/12/2017
<b>Hoja de Ruta Madrid 2030</b>	<b>Resumen Ejecutivo</b>

*Tabla 2. Consumo de energía final totales y analizados de 2016. (kWh-año).*

	Consumo total, kWh	Consumo analizado, kWh	%
Electricidad	149.697.194	140.506.825	<b>94%</b>
Gas natural	177.096.899	170.431.150	<b>96%</b>
Gasóleo C	19.530.877	19.530.877	<b>100%</b>
<b>Consumo total de energía final</b>	<b>346.324.970</b>	<b>330.468.852</b>	<b>95%</b>

En la **Tabla 3** y **Tabla 4** se muestra, de forma resumida, el comportamiento y las características energéticas de las diferentes tipologías de edificios existentes. Estos resultados sirven para identificar las tipologías con mayor representación en cada una de las variables y parámetros analizados.

*Tabla 3. Caracterización energética por tipología y suministros.*

	Superficies (m <sup>2</sup> )	N.º Edificios	Electricidad (kWh)	Gas natural (kWh)	Gasóleo C (kWh)	TOTAL (kWh)
<i>Administrativo</i>	14%	7%	25%	8%	0%	15%
<i>Cultural</i>	11%	12%	16%	9%	0%	11%
<i>Deportivo</i>	17%	16%	17%	25%	90%	25%
<i>Educativo</i>	39%	35%	13%	38%	6%	26%
<i>Otros</i>	4%	9%	7%	6%	<1%	6%
<i>Seguridad</i>	5%	6%	8%	4%	1%	5%
<i>Servicios Sociales</i>	10%	15%	13%	10%	2%	11%

*Tabla 4. Caracterización energética por tipología y distribución de cargas.*

	% Iluminación	% Climatización	% ACS	% Equipos
<i>Administrativo</i>	26%	48%	3%	22%
<i>Cultural</i>	19%	71%	4%	7%
<i>Deportivo</i>	11%	76%	10%	3%
<i>Educativo</i>	15%	78%	1%	5%
<i>Otros</i>	7%	81%	3%	8%
<i>Seguridad</i>	-	-	-	-
<i>Servicios Sociales</i>	15%	74%	3%	7%

<b>El Ayuntamiento de Madrid y la Autosuficiencia Energética</b>	18/12/2017
<b>Hoja de Ruta Madrid 2030</b>	<b>Resumen Ejecutivo</b>

El análisis de los datos permite identificar, por un lado, la importancia de las tipologías de **Educativo** y **Deportivo** en la contribución al consumo total municipal, ya que suponen el 51% de la demanda total y, por otra, el peso de la **climatización** en el consumo de cada edificio, siendo el consumo más importante en todas las tipologías, superando el 70%, excepto en **Administrativo**, que coincide con la tipología en la que más electrificada está la demanda de **climatización**.

Estos dos puntos definirán cual debe ser el objetivo de actuación prioritario en las políticas de sostenibilidad energética del Ayuntamiento, por lo que se deberán priorizar las medidas en **climatización**, al tener una mayor repercusión en el ahorro total y, en especial, en las tipologías menos electrificadas como **Deportivo**, **Educativo** y **Servicios Sociales**; y en especial sobre las cargas de **climatización**.

<b>El Ayuntamiento de Madrid y la Autosuficiencia Energética</b>	18/12/2017
<b>Hoja de Ruta Madrid 2030</b>	<b>Resumen Ejecutivo</b>

### III. Escenario Eficiencia 2030. EE-2030

La consecución de los objetivos de la Hoja de Ruta 2030, exige la aplicación del **Escenario de Eficiencia 2030 EE-2030**, dirigido a la **limitación de la demanda y a la reducción de los consumos energéticos**.

A partir del análisis de los consumos, estado y tipología del parque inmobiliario municipal se han ido identificando las principales medidas que mayor repercusión tienen sobre los consumos energéticos municipales. Para llevar a cabo con éxito el conjunto de actuaciones dirigidas a la reducción de los consumos energéticos es preciso una planificación energética global, en la que estén bien definidas las políticas y responsabilidades dentro de la compleja estructura municipal.

Las herramientas básicas más idóneas para la planificación y ejecución de una planificación energética global municipal serán:

- a) La implementación de un **Sistema de Gestión Energética municipal (SGE)** junto con,
- b) el desarrollo de las **herramientas de gestión y análisis de los diferentes parámetros energéticos**.

Estos sistemas y herramientas serán las piezas claves para llevar a cabo la planificación detallada, seguimiento y verificación del resto de actuaciones, además, de permitir una identificación en profundidad de los consumos, ineficiencias y mejoras a realizar.

Una vez se haya planificado la implantación de estas dos medidas principales, sistemas de gestión energética y herramientas de monitorización y análisis, se plantean las siguientes actuaciones sobre las diferentes cargas para definir el **Escenario de Eficiencia Madrid 2030 EE-2030**:

- **Iluminación:**
  - Automatización y sistemas de gestión de iluminación.
  - Cambio a LED.
- **Climatización:**
  - Implementación de políticas eficientes de climatización y configuración de espacios, despliegue de puestos y definición de áreas de trabajo.
  - Mejora de la envolvente y cerramientos. (Rehabilitación energética).
  - Electrificación de la demanda de climatización mediante la introducción de la tecnología de las Bombas de Calor reversibles.
  - Mejoras de eficiencia en equipos obsoletos (bombas de calor y calefactores eléctricos).
- **ACS:**
  - Electrificación de la demanda de ACS.
  - Mejoras de eficiencia en equipos obsoletos (calentadores eléctricos).
  - ACS Solar.

<b>El Ayuntamiento de Madrid y la Autosuficiencia Energética</b>	18/12/2017
<b>Hoja de Ruta Madrid 2030</b>	<b>Resumen Ejecutivo</b>

- **Otros y equipos:**
  - Eliminación de consumos fantasma o “stand-by”.
  - Mejora de la eficiencia de equipos.

Del análisis de las actuaciones propuestas y de la combinación de los ahorros se ha propuesto un **Escenario Eficiencia 2030**, que incluye como objetivo **reducir la demanda de energía en un 50%** en el parque de edificios actualmente disponible. En este sentido, bajo la hipótesis del **EE-2030** la demanda de los edificios del Ayuntamiento de Madrid pasaría de los 346 GWh, contabilizados en 2016 (electricidad, gas natural y gasóleo C), a un consumo de electricidad de 173 GWh en 2030.

El objetivo del **Escenario de Eficiencia 2030** de un consumo anual estimado de 173 GWh se ha establecido en función de la situación actual, sin tener en cuenta las variaciones que puedan existir en el parque inmobiliario municipal. No obstante, el establecimiento por parte del Ayuntamiento del criterio de que los edificios de nueva construcción han de ser edificios de energía positiva no debería afectar al objetivo aquí establecido, ya que, en el peor de los casos, los edificios serían de consumo casi nulo y, por tanto, su aportación al conjunto debería ser mínima.

En la **Tabla 5** se presenta el escenario de ahorro sobre el consumo de energía final estimado. El resultado se ha obtenido analizando los potenciales de ahorro existentes en las diferentes cargas evaluadas, tanto por la electrificación de la demanda como por la utilización de las mejores tecnologías y buenas prácticas. Se muestra, asimismo, la distribución de las diferentes cargas en el escenario final, donde de nuevo la climatización vuelve a ser la carga más importante.

*Tabla 5. Escenario de Eficiencia a 2030.*

EE-2030	Iluminación	Climatización	ACS	Otros	Total
<b>Reducción de consumo, %</b>	<b>-45%</b>	<b>-55%</b>	<b>-60%</b>	<b>-10%</b>	<b>-50%</b>
<b>Participación de cada carga</b>	17%	64%	4%	15%	

En la **Tabla 6** se refleja la aplicación de las posibilidades de mejora en la eficiencia para las diferentes tipologías de edificios. Para aquellas de las que no se ha dispuesto de datos se ha establecido el escenario de ahorro global que se fijaba en el 50% lo que supondría reducir la demanda de energía de 331 GWh analizados a 166 GWh. Quedan pendientes de analizar los 16 GWh de edificios de pequeño tamaño o con falta de información para los que se han considerado las mismas prácticas de mejora que para el 95% analizado, obteniéndose el resultado final de reducción del 50% de los 346 GWh totales.

<b>El Ayuntamiento de Madrid y la Autosuficiencia Energética</b>	18/12/2017
<b>Hoja de Ruta Madrid 2030</b>	<b>Resumen Ejecutivo</b>

Tabla 6. Escenarios de Eficiencia por tipología a 2030.

	Consumo total actual, GWh	Escenario ahorros 2030	Consumo total EE-2030, GWh
<i>Administrativo</i>	49	-43%	28
<i>Cultural</i>	38	-50%	19
<i>Deportivo</i>	84	-53%	39
<i>Educativo</i>	85	-51%	42
<i>Otros</i>	21	-51%	11
<i>Seguridad</i>	18	-50%	9
<i>Servicios Sociales</i>	36	-51%	18
<b>TOTAL ANALIZADO</b>	<b>331</b>	<b>-50%</b>	<b>166</b>
<i>NO ANALIZADO</i>	15	-50%	7
<b>TOTAL</b>	<b>346</b>	<b>-50%</b>	<b>173</b>

Para la consecución del **Escenario de Eficiencia Madrid 2030** es necesario, por tanto, **limitar la demanda a la razonablemente necesaria**. Para ello, por una parte, es imprescindible que existan unos hábitos de eficiencia energética y adecuar la instalación para que estas demanden lo mínimo necesario, eliminando ineficiencias y pérdidas. Por otra parte, **la demanda de energía se ha de cubrir con equipos altamente eficientes** lo cual se puede alcanzar a través de la electrificación de la demanda de climatización.

<b>El Ayuntamiento de Madrid y la Autosuficiencia Energética</b>	18/12/2017
<b>Hoja de Ruta Madrid 2030</b>	<b>Resumen Ejecutivo</b>

#### IV. Escenario de Autosuficiencia 2030. EA-2030

Esta Hoja de Ruta propone, adicionalmente a las medidas de eficiencia energética, una apuesta clara por el aprovechamiento del potencial de la producción de energía eléctrica con energía solar fotovoltaica en las azoteas de los edificios municipales.

El desarrollo del **Escenario de Autosuficiencia 2030 (EA-2030)** se ha llevado a cabo una vez evaluado el esfuerzo del **EE-2030** y obtenido el resultado de las necesidades de consumo en 2030 (173 GWh).

La situación privilegiada de Madrid, en cuanto a niveles de irradiación solar (1.746 kWh/m<sup>2</sup>) (ver Anexo IV: Recurso solar en Madrid), favorece el aprovechamiento de su potencial **fotovoltaico** que se encuentra entre los más altos de las capitales europeas. Además, el desarrollo tecnológico de la fotovoltaica y la progresiva reducción de sus costes, la convierten en la tecnología óptima para su integración en edificios e instalaciones municipales.

*Tabla 7. Valores de radiación global anual en Madrid. (Estimación a partir de datos de las estaciones terrestres).*

Año tipo	P10	P90
<b>1.746 kWh/m<sup>2</sup></b>	<b>1.659 kWh/m<sup>2</sup></b>	<b>1.800 kWh/m<sup>2</sup></b>

En el marco del proyecto se han evaluado los espacios disponibles en los edificios, principalmente azoteas y cubiertas. En total se ha conseguido identificar y contabilizar más de 1,2 millones de metros cuadrados de azoteas de los que, obviamente, no son todos aprovechables tanto por la configuración y acceso como por la existencia de sombras que limitan considerablemente la superficie disponible real.

En la **Tabla 8** se muestra todo el espacio aprovechable identificado en los 900 edificios municipales evaluados. Por una parte, se ha evaluado el espacio aprovechable en azoteas y cubiertas considerando no tener que realizar actuaciones complejas. A la superficie aprovechable de 600.000 m<sup>2</sup> se han añadido otros 100.000 m<sup>2</sup> por actuaciones en la rehabilitación de edificios y en el entorno de los 35.000 m<sup>2</sup> por la consideración de parte de las fachadas de los edificios analizados.

*Tabla 8. Superficie aprovechable para sistemas de autoconsumo fotovoltaico en edificios municipales.*

Espacios	Superficie aprovechable m <sup>2</sup>
Cubiertas y Azoteas	600.000
Rehabilitación	100.000
Fachadas	35.000
<b>Total</b>	<b>735.000</b>

Según las diferentes tipologías y diseños de las azoteas, cubiertas y fachadas se han evaluado distintos valores en cuanto a la potencia instalada por m<sup>2</sup> disponible según su orientación e inclinación.

Para la determinación del objetivo dentro del **EA-2030**, se han seleccionado diferentes valores para estimar el espacio necesario para la instalación de los sistemas fotovoltaicos. Además del espacio aprovechable estimado anteriormente, se ha evaluado el potencial fotovoltaico instalable en el conjunto de los edificios, tal como se muestra en la *Tabla 9*.

*Tabla 9 Estimación de potencia fotovoltaica instalable en edificios (autoconsumo).*

	Cubiertas			Rehabilitación			Fachadas	Potencia total edificios (MWp)		
Superficie (m <sup>2</sup> )	600.000			100.000			35.000	730.000		
m <sup>2</sup> /kWp	15	10	6	15	10	6	6	15	10	6
Potencia FV (MWp)	40	<b>60</b>	100	7	<b>10</b>	17	<b>5</b>	52	<b>75</b>	122

En el planteamiento de este proyecto, con vistas a determinar la planificación de la instalación de sistemas fotovoltaicos, se ha optado por utilizar el valor de 10 m<sup>2</sup>/kWp atendiendo a la existencia de cubiertas inclinadas con necesidades de ocupación más bajas, la mejora de los sistemas y que los diseños han de optimizar el espacio para alcanzar la potencia necesaria para cubrir el máximo de los consumos asociados al edificio.

En la **Tabla 10** se muestran las productividades tipo estimadas bajo unos criterios básicos de diseño.

*Tabla 10. Productividades tipo según emplazamientos.*

Emplazamientos	Productividades anuales (kWh/kWp)
Cubierta inclinada y azoteas óptimas	1.500-1.600
Azoteas planas	1.400
Fachadas	900-1.000

En la **Tabla 11** se recoge la evaluación de la producción fotovoltaica en función de la estimación de la potencia fotovoltaica instalable.

*Tabla 11. Estimación de la producción fotovoltaica en edificios municipales.*

Ocupación		Producción fotovoltaica en edificios municipales (MWh)		
		15 (m <sup>2</sup> /kWp)	10 (m <sup>2</sup> /kWp)	6 (m <sup>2</sup> /kWp)
	Potencia FV (MWp)	<b>52</b>	<b>75</b>	<b>122</b>
Productividad (kWh/kWp)	<b>1.300</b>	67.600	97.500	158.600
	<b>1.400</b>	<b>72.800</b>	<b>105.000</b>	<b>170.800</b>
	<b>1.500</b>	78.000	112.500	183.000

<b>El Ayuntamiento de Madrid y la Autosuficiencia Energética</b>	18/12/2017
<b>Hoja de Ruta Madrid 2030</b>	<b>Resumen Ejecutivo</b>

De este modo, ha sido posible determinar que la productividad media no se aleja de los 1.400 kWh/kWp si se mantienen unos criterios de elección del emplazamiento y de diseño adecuados (ver Anexo V: Recomendaciones sobre instalaciones fotovoltaicas de autoconsumo en entornos urbanos), con un máximo de un 15% de pérdidas por orientación e inclinación, un límite de un 5% de pérdidas por sombreado y utilizando los mejores equipos que existen en el mercado (módulos fotovoltaicos con eficiencias por encima de 0,18 e inversores por encima de 0,98).

Bajo los diferentes criterios, anteriormente mencionados, se ha considerado como primer **objetivo de potencia fotovoltaica a 2030 la instalación de 75 MWp en edificios municipales**, lo que supondría generar 105.000 MWh/año y una cobertura del 61% de la demanda de electricidad prevista en 2030.

Alcanzar el objetivo de 100% de autosuficiencia en el **EA-2030** sobre los 173 GWh de consumo previsto en el **Escenario Eficiencia-2030**, exige una potencia fotovoltaica instalada total de **124 MWp**, lo que supone la necesidad de instalar además aproximadamente 49 MWp adicionales a los propuestos en los edificios analizados. Es necesario, por tanto, buscar emplazamientos adicionales **para el cumplimiento del objetivo de 100% autosuficiencia**.

Se han identificado otros espacios abiertos con potencial para la instalación de sistemas fotovoltaicos, que se encuentran, en algunos casos, dentro de la misma instalación o edificio, como patios, canchas, etc. y, en otras ocasiones, sobre instalaciones con consumos muy poco significativos o incluso inexistente, lo que supondría que habría que encuadrarlos en la categoría de generación conectada a las líneas de distribución.

- **Pérgolas y estructuras en espacios públicos**

Tipologías como *Educativo* y *Deportivo*, con grandes espacios abiertos debido a las pistas deportivas, son excelentes candidatas para el aprovechamiento de sus espacios abiertos mediante estructuras de sombra, pérgolas, etc.

A modo de referencia, si se instalasen pérgolas de entre 10-20 m<sup>2</sup> en cada uno de los edificios de *Educativo* y *Deportivo* se conseguirían entre 4.500 y 9.000 m<sup>2</sup> adicionales, lo que solo significaría un 1% de superficie adicional a la hasta ahora estimada.

Existen otras zonas propicias como parques, plazas, puntos limpios o cantones de limpieza (**Otros**) que, aunque suelen tener consumos poco significativos, si son aptos para instalaciones fotovoltaicas que abastecieran a edificios o instalaciones municipales cercanas mediante una red interna, red de alumbrado público o para verter su generación a la red.

- **Aparcamientos disuasorios**

Dentro de los planes de movilidad sostenible que está llevando a cabo la ciudad de Madrid, se han planificado la construcción de 12 aparcamientos disuasorios en el extrarradio de la ciudad. En total suponen más de 100.000 m<sup>2</sup> de suelo, sobre los cuales podrían construirse cubiertas fotovoltaicas que, sin contabilizar los viales, supondrían 70.000 m<sup>2</sup>.

<b>El Ayuntamiento de Madrid y la Autosuficiencia Energética</b>	18/12/2017
<b>Hoja de Ruta Madrid 2030</b>	<b>Resumen Ejecutivo</b>

Estos aparcamientos deberían llevar consigo la creación de infraestructuras de recarga de vehículos eléctricos como un servicio más del propio Ayuntamiento que debería adoptar un posicionamiento como gestor de carga.

- **Instalaciones sobre suelo municipal**

Hay otros espacios municipales sin consumos o consumos no significativos asociados, aprovechables para la instalación de sistemas fotovoltaicos que, mediante la inyección a la red de distribución o a redes propias, puedan cubrir algunos consumos energéticos municipales y permitir adoptar un papel activo en materia energética al Ayuntamiento de Madrid.

El Ayuntamiento cuenta con terrenos municipales dónde poder realizar grandes instalaciones fotovoltaicas sobre suelo. Gracias a esta medida se pueden cubrir otras necesidades energéticas como el alumbrado público exterior, la creciente implantación de los vehículos eléctricos o la demanda que no se pueda satisfacer mediante las instalaciones de autoconsumo.

Las plantas de generación distribuida, además de garantizar la autosuficiencia del propio Ayuntamiento, pueden servir para avanzar en la consideración de la energía como un servicio público de acceso universal y al Ayuntamiento en un agente activo que ayude a mitigar la pobreza energética de los ciudadanos de Madrid.

En la **Tabla 12** se ha realizado un primer análisis del potencial y de las necesidades de superficie y potencia de otros espacios diferentes al de los propios edificios e instalaciones municipales, que podría servir para alcanzar el objetivo deseado del 100% de autosuficiencia.

*Tabla 12. Potencial fotovoltaico en otros espacios.*

	Superficie identificada (m <sup>2</sup> )	Potencia fotovoltaica (MWp)	Producción fotovoltaica (GWh)
<i>Aparcamientos disuasorios</i>	70.000	11	17
	Potencia fotovoltaica (MWp)	Producción fotovoltaica (GWh)	Superficie necesaria (m <sup>2</sup> )
<i>Suelo municipal</i>	45	68	540.000
<i>Zonas verdes</i>	45	68	270.000
<i>Otros espacios públicos</i>	49	68	294.000

El objetivo del 100% de autosuficiencia por tanto que cubra los 173 GWh del escenario EE-2030, solo será posible si se consigue la instalación de aproximadamente 124 MWp, de los que 75 MWp se incorporarían en azoteas de edificios del Consistorio y para los 49 MWp restantes deberá encontrarse una combinación adecuada del aprovechamiento de los diferentes espacios municipales que se han identificado, al margen de los propios edificios municipales, mediante el aprovechamiento de todo o parte del espacio identificado en los aparcamientos disuasorios planeados y el de otros espacios municipales como pueden ser plantas de generación en

<b>El Ayuntamiento de Madrid y la Autosuficiencia Energética</b>	18/12/2017
<b>Hoja de Ruta Madrid 2030</b>	<b>Resumen Ejecutivo</b>

terrenos del Ayuntamiento, instalaciones pérgolas y estructuras de doble uso en zonas verdes y otros espacios públicos.

La potencia total instalable en edificios cubriría las necesidades en diferente medida dependiendo de su uso. En la **Tabla 13** se muestra la potencia por tipología de edificio y la cobertura dentro del **EE-2030**.

*Tabla 13. Escenario de Autosuficiencia por tipologías y total del EA-2030 y cobertura dentro del EE-2030.*

	Potencia Fotovoltaica (MW)	Producción Fotovoltaica (MWh)	Cobertura EE 2030
<b>Administrativo</b>	5,4	7.570	26%
<b>Cultural</b>	6,6	9.269	46%
<b>Deportivo</b>	16,2	22.779	57%
<b>Educativo</b>	33,2	46.636	108%
<b>Otros</b>	3,0	4.042	34%
<b>Seguridad</b>	3,4	4.689	47%
<b>Servicios Sociales</b>	7,2	10.015	53%
<b>TOTAL AUTOCONSUMO</b>	<b>75</b>	<b>105.000</b>	<b>61%</b>
<b>Necesidades de Generación fotovoltaica distribuida</b>	49	68.000	39%
<b>TOTAL AUTOSUFICIENCIA</b>	<b>124</b>	<b>173.000.</b>	<b>100%</b>

El Escenario de Autosuficiencia EA-2030 aúna el esfuerzo sobre los propios edificios hasta alcanzar una cobertura del 61%, junto con el apoyo de plantas de generación distribuidas en otros espacios municipales (suelo, zonas verdes, aparcamientos, etc.) que aportarían el 39% restante.

*Tabla 14. Cobertura fotovoltaica escenarios 2016-2030.*

	Escenario 2016	Escenario 2030
<b>Consumo Total</b>	346 GWh	173 GWh
<b>Cobertura fotovoltaica autoconsumo</b>	30%	<b>61%</b>
<b>Cobertura generación distribuida</b>	70%	<b>39%</b>

## V. Evaluación económica del Escenario de Eficiencia 2030

Se ha realizado un análisis de las necesidades económicas que representaría llevar a cabo el Escenario de Eficiencia Madrid 2030. Para ello se han estimado los costes por metro cuadrado en función de las diferentes actuaciones propuestas, utilizando los valores que aparecen en el informe “*La Rehabilitación de Edificios como Motor de Crecimiento y Empleo*” (CEOE 2014). Estas se han agrupado en dos categorías: las medidas pasivas en climatización que representa la rehabilitación y las medidas activas en iluminación y climatización. En la **Tabla 15** se muestran los costes estimados y propuestos para la evaluación económica del Escenario de Eficiencia Madrid 2030.

*Tabla 15 Estimación de coste por m2 de las actuaciones de eficiencia energética*

		Coste, €/m2	
		Mínimo	Máximo
Pasivas	<b>Pasivas: Climatización (Rehabilitación)</b>	<b>40</b>	<b>80</b>
Activas	Iluminación	15	30
	Climatización y ACS	30	60
	<b>Total activas</b>	<b>45</b>	<b>90</b>

En el caso de la rehabilitación, los costes aquí expuestos son los que están intrínsecamente ligados a cuestiones energéticas, aislamiento, ventanas, etc., y a su instalación. Por la dificultad que entraña el análisis de instalaciones singulares (piscinas), los costes asociados a la rehabilitación de dichas instalaciones podrían estar por encima de los costes aquí estimados, aunque por número de casos no se cree que pueda desvirtuar los costes totales presupuestados.

Las características de cada edificio requerirán actuaciones muy diversas, con costes muy dispares. Sirva como ejemplo que en el documento antes mencionado estiman unos costes de entre 33 €/m<sup>2</sup> para medidas pasivas y 39 €/m<sup>2</sup> para medidas activas en colegios públicos, mientras que para edificios *Administrativos* los sitúan sobre los 44€/m<sup>2</sup> y 72 €/m<sup>2</sup> respectivamente.

Para la estimación del presupuesto por años se ha evaluado la afectación de las medidas propuestas a los metros cuadrados construidos y el tiempo en el que se ha planificado alcanzar los objetivos propuestos. Da la complejidad, y diversidad de actuaciones en función de las diferentes tipologías y necesidades de cada uno de los edificios, el presupuesto aquí estimado pretende ser un acercamiento, teniendo en cuenta que los costes reales sobre edificios concretos pudieran estar por encima o debajo de los costes aquí estimados.

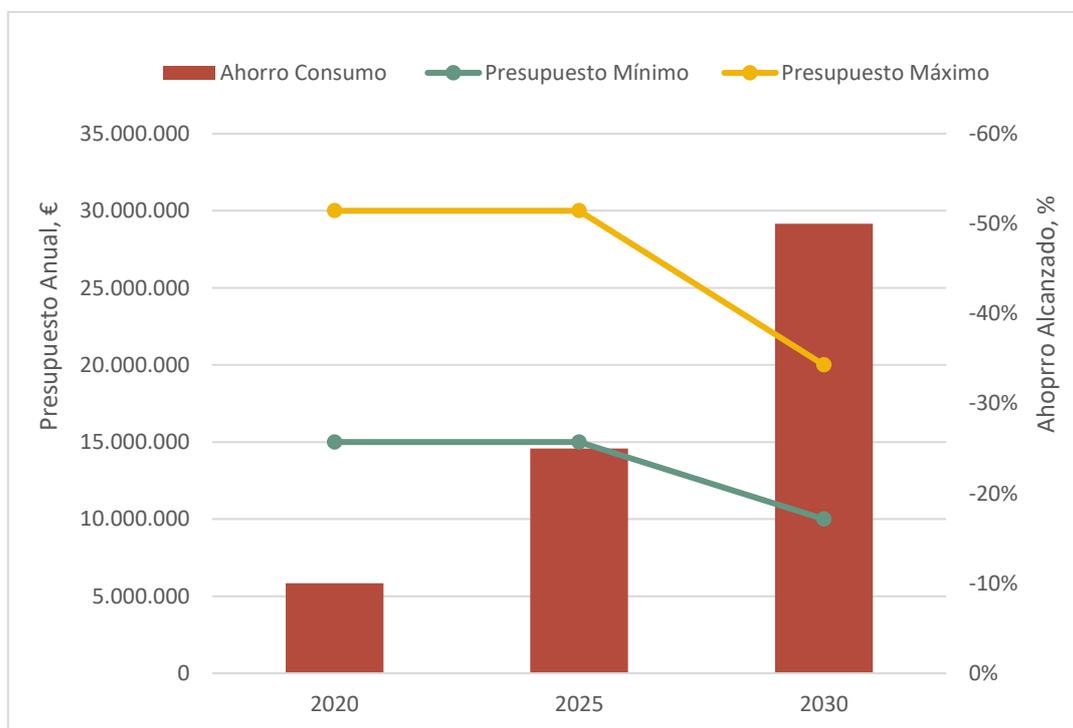
No se han incluido las actuaciones sobre otros equipos. El coste asociado estaría relacionado con los sistemas de monitorización de cargas y tele control, por la propia renovación de equipos (ofimáticos y otros) y por la mejora de la eficiencia y el rendimiento de los mismos.

Según los parámetros utilizados, la inversión necesaria hasta 2030 estaría comprendida en una banda de entre 170 y 340M€ hasta el año 2030, con el desglose temporal anual que se muestra en la **Tabla 16**.

*Tabla 16 Planificación presupuestaria anual para el Escenario 2030 de eficiencia energética.*

		Presupuesto anual €-año			Presupuesto total €	
		Escenario	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
<b>Pasivas</b>	<b>Climatización: Rehabilitación</b>	Hasta 2030	5 M€	10 M€	65 M€	130 M€
<b>Activas</b>	<b>Iluminación</b>	Hasta 2025	5 M€	10 M€	40 M€	80 M€
	<b>Climatización y ACS</b>	Hasta 2030	5 M€	10 M€	65 M€	130 M€
	<b>TOTAL</b>	-			<b>170 M€</b>	<b>340 M€</b>

El presupuesto anual se extendería a lo largo del periodo hasta alcanzar el año 2030, excepto en el caso de la iluminación en el que se espera alcanzar el Escenario de Eficiencia en 2025. En la **Ilustración 1** se muestran las necesidades presupuestarias totales para el seguimiento de la Hoja de Ruta y de la evolución del Escenario de Eficiencia Madrid 2030.



*Ilustración 1. Presupuesto anual y evolución del Escenario de Eficiencia Madrid 2030.*

Solo el Escenario de Eficiencia 2030 aquí propuesto supone una reducción del coste anual del suministro energético del 20% (manteniendo los costes fijos) con respecto a 2016 y una reducción de más del 40% de las emisiones (suponiendo factores de emisión fijos). Los diferentes escenarios normativos y tarifarios que pudieran existir podrían aumentar o disminuir los ahorros aquí estimados. En especial el recargo existente sobre la potencia contratada en la tarifa actual podría suponer una reducción de los ahorros, aunque la política europea ya ha señalado a estas penalizaciones, y previsiblemente a lo largo de los próximos 13 años se verán al menos reducidas.

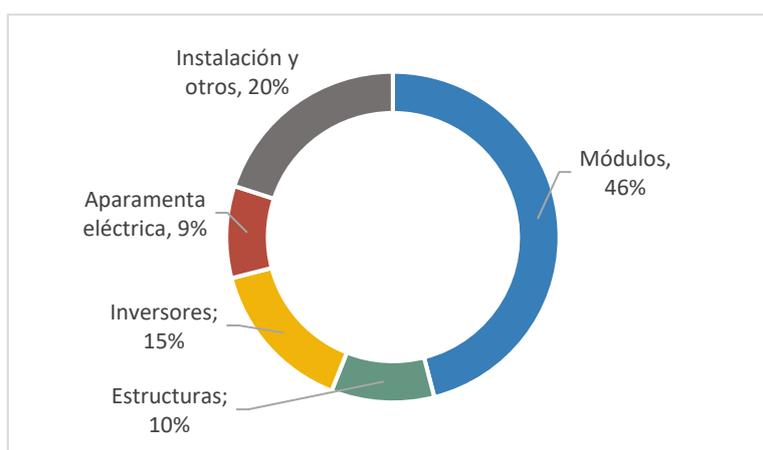
*Tabla 17. Ahorro en coste anual de suministros y emisiones 2016-2030.*

	Año 2016			Año 2030		
	Consumos (kWh)	Coste (€)	Emisiones (kg CO <sub>2</sub> )	Consumos (kWh)	Coste (€)	Emisiones (kg CO <sub>2</sub> )
<b>Electricidad</b>	149.697.194	23.339.189	49.549.771	173.000.000	26.988.000	57.263.000
<b>Gas natural</b>	177.096.899	9.324.535	44.628.419	0	0	0
<b>Gasóleo C</b>	19.530.877	1.027.414	2.148.396	0	0	0
<b>Consumo total</b>	<b>346.324.970</b>	<b>33.691.138</b>	<b>96.326.586</b>	<b>173.000.000</b>	<b>26.988.000</b>	<b>57.263.000</b>

Estos ahorros se verán aumentados mediante el Escenario de Autosuficiencia 2030 que se propone a continuación.

## VI. Evaluación económica de los escenarios de potencial fotovoltaico Madrid 2030

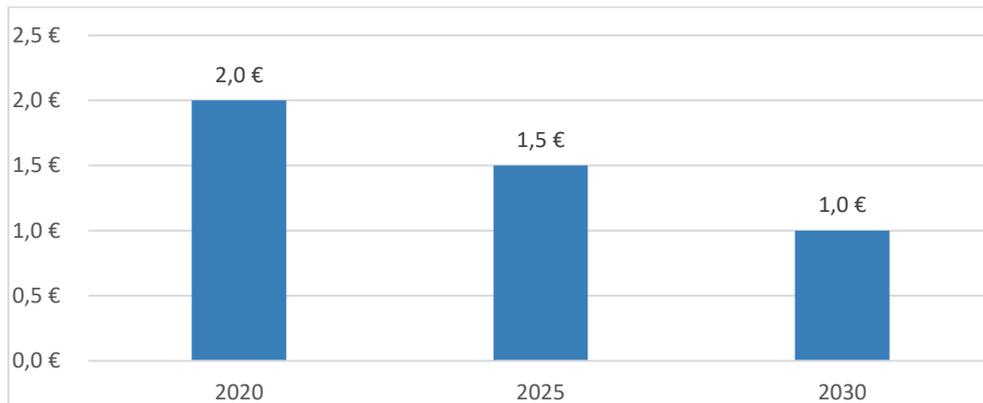
La evolución de los costes de instalación de los sistemas fotovoltaicos sobre cubierta ha sufrido una importante reducción durante los últimos diez años. En particular, la evolución de los costes de los sistemas fotovoltaicos con tecnología de silicio cristalino sobre azotea está evolucionando rápidamente a medida que aumenta su penetración en el mercado.



*Ilustración 2. Estructura del coste de instalación fotovoltaica (sin impuestos incluidos).*

En España, los costes administrativos de estas instalaciones son más elevados que otros países de nuestro entorno lo que supone que el coste (sin impuestos) de una instalación sobre azotea en España hoy supera los 1,5 €/Wp, mientras en Alemania se encuentra en torno a los 1,3 €/Wp.

En la evolución de costes de instalación sobre cubierta que se representa en la **Ilustración 3** se ha asumido que durante los primeros años el tamaño medio de las instalaciones será reducido, lo que aumenta el coste de instalación.

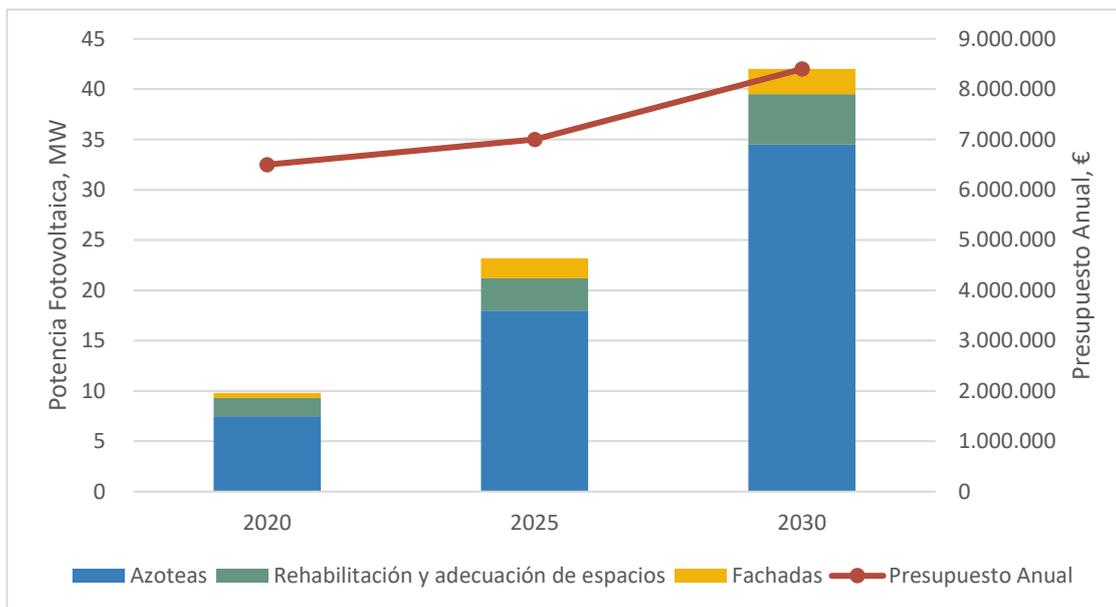


*Ilustración 3. Evolución del coste estimado de instalación de <10 kW sobre azoteas o cubiertas. (Impuestos incluidos.).*

La instalación de los 75MWp identificados como objetivo en la Hoja de ruta a 2030 en los propios edificios municipales, según el plan de desarrollo establecido en la **Tabla 18** y en la **Ilustración 4**, y la evolución de costes de las instalaciones fotovoltaicas reflejada en la **Ilustración 3**, definen un volumen de inversión de 96,5 M€ .

*Tabla 18. Escenarios del potencial fotovoltaico y presupuestos 2030.*

	Potencia fotovoltaica de autoconsumo (MW)				Presupuestos de autoconsumo
	Azoteas	Adecuación de espacios	Fachadas	Total	Presupuesto anual (€) / Presupuesto EA-2030 (€)
2020	8	2	1	10	6 500 000
2025	18	3	2	20	7 000 000
2030	35	5	3	45	8 400 000
<b>TOTAL</b>	<b>60</b>	<b>10</b>	<b>5</b>	<b>75</b>	<b>96 500 000</b>



*Ilustración 4. Presupuesto anual para instalaciones fotovoltaicas.*

Las inversiones necesarias para la instalación de los 75 MWp tiene como contrapartida la generación de un ahorro económico anual por menores compras de energía eléctrica. Este mayor retorno económico de las instalaciones de autoconsumo se produce cuando existe mayor convergencia entre perfil de generación y perfil de consumo. Como se ha destallado anteriormente, el potencial fotovoltaico se distribuye de manera irregular entre las diferentes tipologías de edificios y, mientras que, en algunos casos, el 100% de la generación será aprovechada de forma directa por los consumos asociados al edificio, en otros, existirá un excedente que deberá ser gestionado bien a través del almacenamiento para su uso por el propio edificio o bien mediante el intercambio con la red. Es fundamental por tanto que, a la hora de diseñar y planificar las instalaciones asociadas a edificios, se evalúen correctamente los perfiles de consumo y producción. Aunque cada caso deberá analizarse de forma individual, en la mayor parte de las tipologías, el potencial fotovoltaico estimado, con políticas adecuadas de gestión activa de la demanda y un buen diseño y planteamiento de las instalaciones, podría aprovecharse al máximo para la generación de los sistemas de autoconsumo y cubrir en torno al 40%-50% de sus consumos.

De las coberturas fotovoltaicas estimadas, el caso de la tipología *Educativo* sobresale entre las demás. Esta tipología, por número de edificios y tipo de azoteas, es la que dispone de mayor espacio para este tipo de instalaciones, pero su perfil de consumo se caracteriza principalmente por no ser significativo (sin uso los fines de semana y los meses de verano, (julio y agosto)). Aunque es factible, mediante sistemas de gestión activa de la demanda, sistemas de almacenamiento y diseño adecuado de las instalaciones, maximizar la cobertura de autoconsumo, en este caso, la generación de los meses de verano difícilmente podrá ser aprovechada por el propio edificio por lo que deberá gestionarse mediante modelos de intercambio con la red.

<b>El Ayuntamiento de Madrid y la Autosuficiencia Energética</b>	18/12/2017
<b>Hoja de Ruta Madrid 2030</b>	<b>Resumen Ejecutivo</b>

Respecto al aprovechamiento de otros espacios, es necesario distinguir el presupuesto necesario para la instalación de los sistemas fotovoltaicos y de estructuras que supongan una funcionalidad extra como en pérgolas, aparcamientos, elementos de sombreados, etc. y que podrían ser instalados sin sistemas fotovoltaicos asociados.

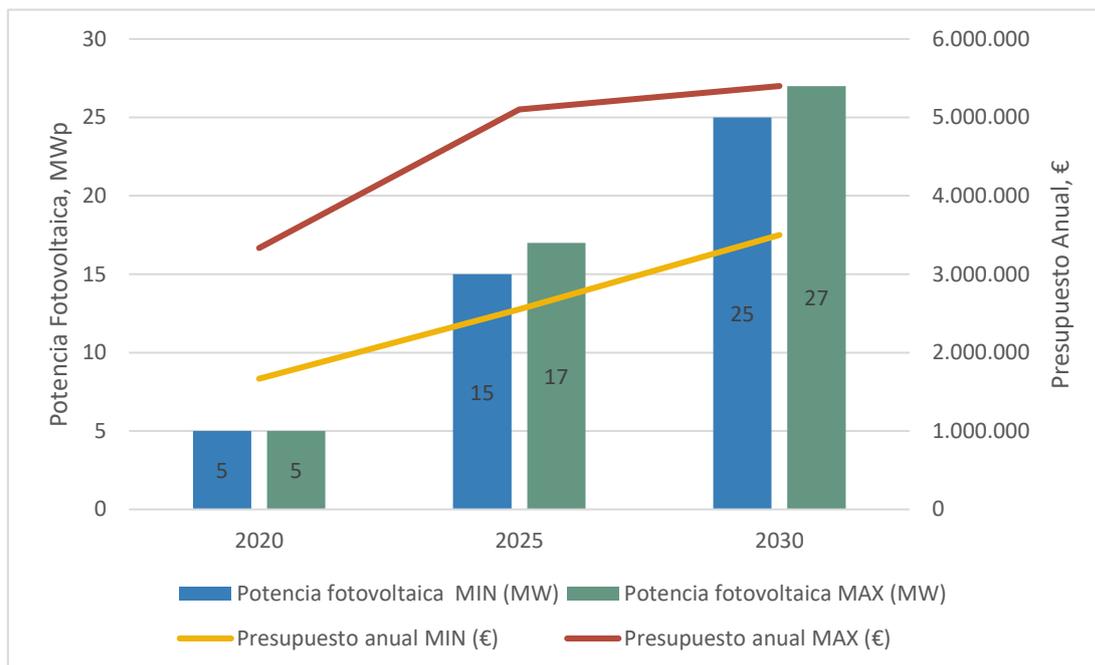
Para la evaluación económica de las instalaciones sobre otros espacios, solo se han contabilizado los costes propios de la instalación fotovoltaica (módulos, inversor, soportes cableado, etc.), sin evaluar los costes asociados a la estructura en el caso de que esta tenga una doble funcionalidad, entendiendo que estas estructuras podrían darse sin tener asociados sistemas fotovoltaicos.

Para los aparcamientos disuasorios, el coste de instalación se ha estimado igual al de edificios, mientras que para las grandes plantas sobre suelo se ha valorado un coste de 1 €/Wp hasta alcanzar una reducción del 30% en 2030, teniendo en cuenta que se estima una reducción del 50% del coste actual para 2050. (Ver **Tabla 19**).

*Tabla 19. Escenarios de autoconsumo en edificios y presupuestos 2030.*

	Otros Espacios			
	Potencia fotovoltaica MIN (MWp)	Potencia fotovoltaica MAX (MWp)	Presupuesto anual MIN (€)	Presupuesto anual MAX (€)
2020	5	5	1.666.667	3.333.333
2025	15	17	2.550.000	5.100.000
2030	25	27	3.500.000	5.400.000
<b>TOTAL EA-2030</b>	<b>45</b>	<b>49</b>	<b>35.250.000</b>	<b>62.500.000</b>

En la **Ilustración 5** se muestra, de nuevo, la evolución del presupuesto anual necesario y del Escenario de Autosuficiencia para el aprovechamiento de otros espacios municipales.



*Ilustración 5. Presupuesto anual para el Escenario de Autosuficiencia en otros espacios municipales.*

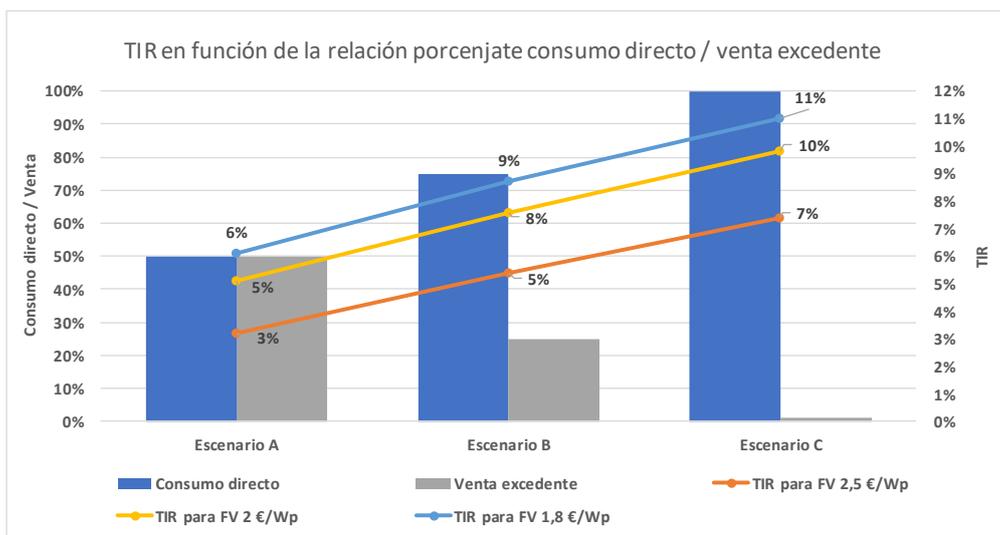
Alcanzar el Escenario de Autosuficiencia 2030 propuesto implica invertir 140 M€, que representan el coste de algo más de 5 años de suministros energéticos en el Escenario de Eficiencia.

Aunque el comportamiento económico debe analizarse de forma individualizada para cada instalación, dado que la estructura de la demanda y su acoplamiento con la producción es la variable fundamental para definir la capacidad de generación de flujos de caja, se ha realizado un estudio generalizado a partir de la evaluación económica de diferentes instalaciones sobre cubierta, en el que, con la legislación actual, se puede estimar que el periodo de amortización de una instalación fotovoltaica sobre cubierta rondará entre los 10 y 12 años. La TIR disponible sobre inversión es muy variable, como puede verse en la **Ilustración 6** (en la siguiente página), en la que se muestran valores que dependerán, en gran medida, de la evolución del precio de la electricidad, de la variación de los costes de peaje y, como se ha comentado anteriormente, de la optimización de la cobertura de autoconsumo.

En el estudio económico realizado se han considerado tres escenarios financieros distintos de acoplamiento entre la generación del sistema fotovoltaico y la demanda:

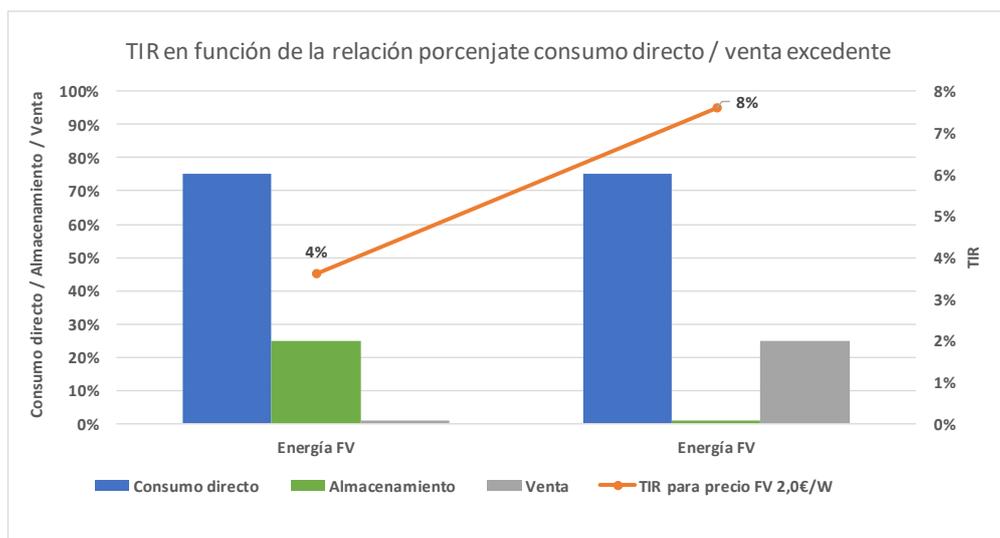
- *Escenario A:* de la energía generada, el 50% se autoconsume y el 50% se vierte a la red.
- *Escenario B:* de la energía generada, el 75% se autoconsume y el 25% se vierte a la red.
- *Escenario C:* se autoconsume el 100% de la energía generada. Escenario idóneo en el que se alcanzan rentabilidades hasta del 11%.

En estos tres escenarios se puede ver como el mayor acoplamiento entre la generación y la demanda presenta rentabilidades muy superiores frente a la necesidad de verter energía a la red, lo que hace recomendable que, mientras no se cambie la normativa, instalar sistemas de autoconsumo instantáneo máximo. Comparando los escenarios 1 y 3 podemos observar cómo, para la misma instalación, según el comportamiento con la demanda, hay diferenciales de rentabilidad de más de 500 ppbb.



*Ilustración 6. TIR en función del precio FV para distintos escenarios consumo-venta de la energía autogenerada.*

La posibilidad de implementar sistemas de almacenamiento para maximizar la cobertura de autoconsumo influye sobre los retornos económicos. En la actualidad esta práctica, por los costes de almacenamiento existentes, no aporta rentabilidad adicional, tal como muestra la **Ilustración 7**, aunque sí lo hará en el futuro, a tenor de las proyecciones existentes de la evolución de costes por kWh almacenado y de la esperada eliminación de trabas de la legislación española.



<b>El Ayuntamiento de Madrid y la Autosuficiencia Energética</b>	18/12/2017
<b>Hoja de Ruta Madrid 2030</b>	<b>Resumen Ejecutivo</b>

*Ilustración 7. Comparativa de la rentabilidad del almacenamiento frente a la venta de la energía autogenerada.*

Una normativa futura que favorezca el mejor aprovechamiento de los excedentes mediante el intercambio con la red haría aumentar, de forma considerable, la rentabilidad de los proyectos, así como facilitaría conseguir la autosuficiencia sobre el conjunto del parque inmobiliario, permitiendo el aprovechamiento de los excedentes por aquellos edificios e instalaciones en los que, por espacio, orientación o sombreados, no sea posible la implantación de una instalación de autoconsumo.

Como conclusión, las inversiones que el Ayuntamiento tendría que realizar, una vez anualizadas los presupuestos mínimos y máximos totales estimados de los escenarios de eficiencia y autosuficiencia EE-2030 y EA-2030; se situarían entre los 23 M€-año de mínimo y los 38 M€-año de máximo. Teniendo en cuenta que los costes anuales de la factura energética de las instalaciones y edificios municipales son actualmente de 33 M€ aproximadamente, muy cerca de las necesidades de inversión, se demuestra la oportunidad económica que supone el avance en autosuficiencia a largo plazo.

<b>El Ayuntamiento de Madrid y la Autosuficiencia Energética</b>	18/12/2017
<b>Hoja de Ruta Madrid 2030</b>	<b>Resumen Ejecutivo</b>

## VII. Conclusiones: el futuro energético de Madrid

A lo largo del proyecto y dentro del Escenario Global de Sostenibilidad Energética para Madrid 2030 se han definido dos escenarios de actuación en esta Hoja de Ruta:

- ✓ Escenario Eficiencia EE-2030.
- ✓ Escenario Autosuficiencia EA-2030.

Llevar a cabo la implantación del escenario global de Sostenibilidad Energética exige superar las barreras identificadas actualmente, entre las que cabe destacar:

- a) Aunque ya existe un sistema centralizado de información que permita conocer los consumos de los edificios municipales y algunas variables y parámetros energéticos. Aun no es posible determinar los indicadores energéticos necesarios para evaluar el comportamiento de los diferentes edificios e instalaciones, ni las medidas de mejora en eficiencia. En este sentido el compromiso del Plan A sobre la creación de una plataforma abierta de consumos en edificios municipales y la inclusión del 80% de los consumos para 2020 es un paso en esta dirección.
- b) Inexistencia de un plan coordinado de actuación sobre la autosuficiencia energética del Ayuntamiento. Se necesitan objetivos concretos a corto, medio y largo plazo, asumidos por todos. Esta Hoja de Ruta es un buen primer paso en este sentido.
- c) Difusa identificación de las responsabilidades existentes cuando ha de gestionarse la variable energética. Se necesita por tanto identificar las responsabilidades, unificarlas para mejorar coordinación funcional y más recursos humanos y técnicos, que podrían, por ejemplo, proporcionarse desde la aprobada Comisión Municipal de Eficiencia Energética y Energías Renovables del Plan A (Plan de Calidad del Aire y Cambio Climático) o desde una entidad específica.

De acuerdo con lo anterior, sería preciso adoptar medidas en dos ámbitos básicos:

- a) El modelo organizativo municipal. Al margen del desarrollo de las iniciativas puntuales y globales, es preciso que dicho modelo sea más flexible y ejecutivo. Actualmente el Ayuntamiento de Madrid tiene una estructura de toma de decisiones y de responsabilidades muy atomizada, tanto por la necesaria participación de las distintas Áreas de Gobierno, como por la intervención de los Distritos que, en ocasiones, pueden dificultar la operativa de forma que una iniciativa puede ser desarrollada por diferentes vías. Con independencia del origen de las iniciativas, el Ayuntamiento de Madrid debe centralizar el control y coordinación del desarrollo del **EE-2030** y del **EA-2030**, tanto de su puesta en marcha como de la gestión de producciones y su seguimiento (O&M).
- b) Las herramientas de gestión de la información. En este sentido, se considera imprescindible:

<b>El Ayuntamiento de Madrid y la Autosuficiencia Energética</b>	18/12/2017
<b>Hoja de Ruta Madrid 2030</b>	<b>Resumen Ejecutivo</b>

1) La implantación de un sistema de gestión energética a nivel municipal (SGE)

Mediante un SGE es posible conocer e identificar las necesidades, actuar sobre ellas y medir los resultados. Es el primer paso fundamental para eliminar demandas innecesarias y proponer mejoras en la eficiencia.

2) La puesta a disposición de herramientas TIC para gestionar consumos y generación

Estas herramientas son recursos imprescindibles para la correcta puesta en marcha y el éxito de gran parte de las actuaciones propuestas:

- a) *Sistema de gestión documental e información.*
- b) *Monitorización y análisis de consumos.*
- c) *Monitorización, análisis y precisión de la producción de los sistemas de generación.*

La puesta en marcha del **EA-2030** supone un cambio cualitativo y cuantitativo en lo que respecta al papel del Ayuntamiento desde una posición, como la actual, de consumidor a una de productor/consumidor y, al mismo tiempo, una reflexión sobre cuál debe ser la evolución lógica que el Ayuntamiento debe adoptar no solo como usuario sino como soporte administrativo de las necesidades energéticas de la ciudadanía.

Aunque el Plan A y los compromisos adquiridos a través de la iniciativa ciudadana Madrid 100% Sostenible, han avanzado en las propuestas encaminadas a revertir estas deficiencias, el Ayuntamiento debe dar un paso adelante en la definición de la organización que le permita cumplir su nuevo rol de **consumidor y productor de energía y gestionar en el futuro la energía como agente único**. Este rol incluiría el papel como *autoconsumidor* de la energía generada en el mismo punto de consumo, como *productor* de energías renovables de plantas conectadas a red y de los excedentes de autoconsumo, y como *consumidor* de energía a través de las redes de distribución. En esta situación, el Ayuntamiento puede optar por estrategias simplificadas, comprando y vendiendo a empresas comercializadoras o estableciendo su propia estructura para actuar en el mercado como un agente más, e incluso, utilizar esa estructura para garantizar la energía como un servicio básico y para que los habitantes de la ciudad puedan actuar sin trabas como consumidores y productores. Se plantean de este modo interrogantes como el de crear una comercializadora propia y si esta debe trabajar solo para los consumos del Ayuntamiento o también para prestar servicios a los habitantes de Madrid.

Otros temas que deberán ser definidos son la consideración o no de la electricidad como servicio público que cubra las necesidades de colectivos vulnerables, la actuación sobre la digitalización de las redes y el refuerzo de las mismas para que estas puedan acoger las relaciones de intercambio entre iguales P2P o la remunicipalización de activos y cometidos que ahora están en manos del sector privado.

Madrid tiene un compromiso con la ciudadanía para hacer de la ciudad un ejemplo de comportamiento sostenible y responsable con el medio ambiente. En esta Hoja de Ruta se pone

<b>El Ayuntamiento de Madrid y la Autosuficiencia Energética</b>	18/12/2017
<b>Hoja de Ruta Madrid 2030</b>	<b>Resumen Ejecutivo</b>

de manifiesto que es posible alcanzar un escenario de autosuficiencia energética y con emisiones cero, si bien, para alcanzarlo es preciso el máximo compromiso de la Dirección y la participación y coordinación de todos los agentes.