

E - 10

## ESTUDIO DE MEDIDAS DE EFICIENCIA ENERGETICA Y USO DE ENERGIAS RENOVABLES



**THERUS**

alexandringenieríacivil

1 julio 2024

## ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS .....</b>	<b>3</b>
<b>2. MARCO NORMATIVO .....</b>	<b>5</b>
2.1. ORDENANZA MUNICIPAL SOBRE CALIDAD DEL AIRE Y SOSTENIBILIDAD.....	5
2.2. EL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN.....	6
2.3. LEY 7/2021 DE CAMBIO CLIMÁTICO Y TRANSICIÓN ENERGÉTICA .....	9
2.4. EL PLAN NACIONAL DE ACTUACIÓN FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO (PNACC) Y LA AGENDA URBANA ESPAÑOLA .....	9
2.5. ACTO DELEGADO DE LA TAXONOMÍA DE LA EU .....	11
<b>3. DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA .....</b>	<b>12</b>
3.1. SITUACIÓN .....	12
3.2. PROPUESTA DE ORDENACIÓN.....	13
<b>4. ENTORNO FÍSICO Y FACTORES BIOCLIMÁTICOS .....</b>	<b>21</b>
4.1. FACTORES URBANÍSTICOS .....	21
4.2. FACTORES CLIMÁTICOS .....	23
<b>5. ESTRATEGIA ENERGÉTICA.....</b>	<b>29</b>
5.1. ESTRATEGIA DE ACONDICIONAMIENTO PASIVO.....	29
5.2. SISTEMAS ACTIVOS Y FUENTES DE ENERGÍA. ELECTRIFICACION DE DEMANDA ENERGÉTICA PARA REDUCIR EMISIONES DE GASES CONTAMINANTES .....	35
5.3. APROVECHAMIENTO DE ENERGÍAS RENOVABLES .....	40
<b>6. RECOMENDACIONES AL PROYECTO DE URBANIZACIÓN Y DE EDIFICACIÓN .....</b>	<b>42</b>
6.1. RECOMENDACIONES PARA EL PROYECTO DE URBANIZACIÓN: ESPACIOS LIBRES Y VIARIO .....	42
6.2. RECOMENDACIONES DESTINADAS A LOS FUTUROS PROYECTOS DE EDIFICACIÓN .....	44
<b>7. RESUMEN Y CONCLUSIONES.....</b>	<b>49</b>

## 1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

El presente documento constituye el Estudio de Eficiencia Energética y Uso de Energías Renovables relativo al APR 16.02 “LOS ALMENDROS M-40” DEL PLAN GENERAL DE ORDENACION URBANA DE MADRID., situado en el barrio de Pinar de Valdefuentes, en el distrito de Hortaleza.

El Plan Parcial de Reforma Interior APR 16.02 “LOS ALMENDROS M-40” se traduce en una actuación estratégica de regeneración urbana con el objeto de consolidar el entorno dotándole de un modelo de movilidad sostenible y estándares mejorados de zonas verdes públicas y equipamientos, que mejoren su calidad urbana y permita la implantación de usos urbanísticos que transformen el ámbito en un modelo urbano más sostenible, resiliente y con mejores condiciones de habitabilidad y salud urbana.

Las nuevas determinaciones de la ordenación que plantea este Plan Parcial crean las condiciones para desarrollar actuaciones que favorecen patrones más sostenibles de movilidad urbana y una mejora en la calidad ambiental para los miembros de la comunidad.

La propuesta favorece un diseño que incrementa la permeabilidad del desarrollo, posibilitando tanto la introducción de estrategias de arquitectura bioclimática que permiten la reducción de la demanda energética y la mejora de la calidad del aire, como la conectividad del vecindario y la integración de soluciones basadas en la naturaleza, que además de contribuir como estrategia de mitigación y adaptación al cambio climático, promueven el transporte activo y un modo de vida más saludable.

El presente estudio tiene como objetivo principal mostrar las posibilidades que el desarrollo del Plan Parcial ofrece para promover la eficiencia energética y la mejora de la calidad del aire en línea con los requisitos del título VI, Medidas de Eficiencia Energética y Uso de Energías Renovables de la Ordenanza 4/2021, de 30 de marzo, de Calidad del Aire y Sostenibilidad, especialmente en relación al Artículo 41 Medidas de eficiencia energética y uso de energías renovables y 43 Planeamiento urbanístico.

Esta ordenanza requiere que los instrumentos de planeamiento urbanístico presenten un estudio específico en el que se analice la demanda de energía y se determinen las medidas necesarias para satisfacer las exigencias de sostenibilidad energética y calidad del aire objeto de la normativa.

Este estudio utiliza la Taxonomía de la Unión Europea (UE) para actividades económicas que contribuyen a la sostenibilidad como fuente para la definición de los criterios de sostenibilidad aplicables al sector construcción. Esta definición observa 6 áreas fundamentales que se muestran en la figura 1:



Figura 1: Principios de sostenibilidad de la Taxonomía de la UE. Fuente: Comisión Europea

El Acto Delegado para actividades que contribuyen a la adaptación y mitigación del cambio climático de la Taxonomía de la Unión Europea, define los criterios técnicos que marcan la base para cualquier edificación o desarrollo urbano que opte a la clasificación de “sostenible” de cara a las actividades financieras en la UE. Es la intención del Plan Parcial dotar de las condiciones de ordenación que permitan que los desarrollos inmobiliarios nuevos que se diseñen en el futuro sean capaces de cumplir con los criterios de sostenibilidad que define esta Taxonomía.

Las secciones siguientes proporcionan un análisis del marco normativo y políticas aplicables, un análisis de las condiciones climáticas y de infraestructura urbana, así como los aspectos fundamentales de la estrategia de eficiencia energética y calidad del aire, indicando las estrategias bioclimáticas y los criterios técnicos que se recomienda considerar para alinear el proyecto del Plan Parcial con los objetivos de la ordenanza.

## 2. MARCO NORMATIVO

### 2.1. ORDENANZA MUNICIPAL SOBRE CALIDAD DEL AIRE Y SOSTENIBILIDAD

La Ordenanza 4/2021, de 30 de Marzo de Calidad de Aire y Sostenibilidad sustituye a la Ordenanza General de Protección del Medio Ambiente Urbano (OGPMAU), de 1985, para poder "mejorar la calidad del aire y luchar contra la contaminación atmosférica".

En este caso se debe responder a los requisitos del título VI, Medidas de Eficiencia Energética y Uso de Energías Renovables de la Ordenanza 4/2021, de 30 de marzo, de Calidad del Aire y Sostenibilidad, especialmente en relación a los artículos, Artículo 41 Medidas de eficiencia energética y uso de energías renovables y 43 Planeamiento urbanístico.

En su artículo 41, la norma establece una serie de **medidas de eficiencia energética y uso de energías renovables**, cuyo objetivo general es fomentar el uso racional de la energía para conseguir un mayor ahorro energético y la mejora de la calidad del aire, así como favorecer un modelo urbano de acuerdo a los objetivos de neutralidad climática de la ciudad de Madrid, garantizando a la vez las condiciones de bienestar e higiene en las edificaciones de un modo sostenible.

Más concretamente, los objetivos de las medidas son:

- Reducir la demanda energética para climatización y ACS, planificando la edificación con diseños bioclimáticos.
- Fomentar el ahorro energético y el uso eficiente de la energía, disminuyendo el consumo de energía primaria.
- Promover instalaciones térmicas más eficientes y sin emisiones de gases contaminantes.
- Contribuir a la reducción de emisiones contaminantes de los vehículos, implantando infraestructuras de recarga para vehículos eléctricos en aparcamientos y la reserva de espacios para bicicletas o vehículos de movilidad personal (VMP) sin emisiones.
- Reducir el consumo de combustibles fósiles y la dependencia energética, fomentando la generación y almacenamiento distribuidos de energía eléctrica y el uso de energía renovable o residual.
- Potenciar la generación de energía eléctrica renovable, especialmente mediante instalaciones locales de energía solar fotovoltaica *in situ* o de instalaciones próximas.

El ámbito de aplicación de las medidas, establecido en el artículo 42, incluye tanto al planeamiento urbanístico (artículo 43) como a las edificaciones de nueva construcción y las intervenciones en

edificios existentes en los términos establecidos en los Documentos Básicos HE0, HE4 y HE5 del Código Técnico de la Edificación (artículo 44).

Las medidas contempladas en la ordenanza tienen la consideración de contenido mínimo en ambos casos y pueden ser complementadas con otras normas más exigentes que pudieran establecerse en el planeamiento urbanístico aplicable a una determinada zona o sector.

**Aunque la ordenanza no expresa como tal la relación entre ámbitos de aplicación, resulta evidente que el planeamiento urbano debe propiciar y facilitar desde sus determinaciones la aplicación de las medidas propias de la edificación, en especial las relativas al aprovechamiento de las posibilidades de la arquitectura pasiva (orientación respecto al sol y al viento dominante, disposición en relación a las zonas verdes y espacios abiertos y otras) y a la reducción de su consumo energético (disponibilidad y conexión a redes urbanas centralizadas).**

Las medidas se dictan en ejercicio de las competencias municipales reconocidas en las sentencias 2338/2015 y 2339/2015, de 22 de mayo, del Tribunal Supremo, y con arreglo a lo dispuesto en:

- Código Técnico de la Edificación (CTE), aprobado por el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, y modificado por el Real Decreto 732/2019, de 20 de diciembre.
- Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE), aprobado por el Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio.

## **2.2. EL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN**

El Código Técnico de la Edificación (CTE) es el marco normativo que establece las exigencias que deben cumplir los edificios en relación con los requisitos básicos de seguridad y habitabilidad establecidos en la Ley 38/1999 de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación (LOE). Se aprobó el CTE mediante el Real Decreto 314/2006 de 17 de marzo, estableciendo una estructura de dos partes principales, las dos de obligado cumplimiento.

La Parte 1 de este documento en la sección de Habitabilidad, así como en el documento básico DB HE establecen los requisitos en relación al ahorro de energía y la definición del edificio de energía casi nulo (nZEB) que se usa como criterio base para la definición de las recomendaciones incluidas en el presente estudio.

El objeto del DB HE es establecer reglas y procedimientos que permitan cumplir el requisito básico correspondiente a ahorro de energía, descrito en el artículo 15 de la Parte I del CTE, el cual *consiste en conseguir un uso racional de la energía necesaria para la utilización de los edificios, reduciendo a límites*

*sostenibles su consumo y conseguir, asimismo, que una parte de este consumo proceda de fuentes de energía renovable, como consecuencia de las características de su proyecto, construcción, uso y mantenimiento.*

En concreto, la ordenanza 4/2021 incluye aspectos relacionados con lo desarrollado en tres de las seis exigencias básicas que integran el DB HE (HE0, HE4 y HE5):

- *Exigencia básica HE0: Limitación del consumo energético.* De acuerdo a esta exigencia básica, el consumo energético de los edificios se limitará en función de la zona climática, uso y, en el caso de los existentes, el alcance de la intervención. Dicho consumo se ha de satisfacer, en gran medida, mediante el uso de energía procedente de fuentes renovables.
- *Exigencia básica HE4: Contribución mínima de energía renovable para cubrir la demanda de agua caliente sanitaria,* según la cual los edificios satisfarán sus necesidades de ACS y climatización de piscina cubierta empleando en gran medida energía procedente de fuentes renovables o procesos de cogeneración renovables, bien generada en el propio edificio, bien a través de la conexión a un sistema urbano de calefacción.
- *Exigencia básica HE5: Generación mínima de energía eléctrica,* la cual establece que los edificios con elevado consumo de energía eléctrica incorporarán sistemas de generación eléctrica procedente de fuentes renovables para su uso propio o suministro a la red.

El CTE también se ocupa de la accesibilidad como consecuencia de la Ley 51/2003 de 2 de diciembre, de igualdad de oportunidades, no discriminación y accesibilidad universal de las personas con discapacidad, LIONDAU.

Se aplica a edificios de nueva construcción, así como a intervenciones en edificación existente, como pueden ser obras de ampliación, modificación, reforma o cambio de uso, teniendo siempre en cuenta la excepcionalidad de determinadas construcciones protegidas desde el punto de vista ambiental, histórico o artístico.

## **MEDIDAS DE EFICIENCIA A ESCALA DE PLANEAMIENTO URBANÍSTICO**

De acuerdo al apartado 1 del artículo 43, los instrumentos de planeamiento que prevean una demanda energética deberán incluir un estudio específico (el presente) en el que se analice tal demanda y se definan las medidas necesarias para satisfacer las exigencias de sostenibilidad energética y calidad del aire, considerando los siguientes aspectos:

- Los factores bioclimáticos relativos a soleamiento, ventilación y evapotranspiración.
- La electrificación de la demanda para reducir las emisiones de gases contaminantes.
- El aprovechamiento de energías renovables, mediante la habilitación de espacios para su generación y almacenamiento distribuido.

En el apartado 2 se establece que cuando los planes conlleven la construcción de aparcamientos en superficie, nuevas edificaciones o intervenciones en los edificios existentes en el ámbito de aplicación del CTE HE0, el estudio determinará (a nivel urbanístico) las medidas necesarias para que sean “edificios de consumo de energía casi nulo” conforme a lo establecido en la normativa de eficiencia energética de los edificios en lo referente a la limitación del consumo energético. Para ello se deben tener en cuenta los siguientes aspectos:

- a) Planificar las infraestructuras verdes, las superficies permeables y la red urbana con el fin de optimizar las condiciones bioclimáticas del ámbito y contribuir a la lucha contra la contaminación por medio de soluciones basadas en la naturaleza.
- b) En terrenos, aparcamientos en superficie y edificios de titularidad pública que ocupen un área total superior a 1.000 m<sup>2</sup> en los que técnicamente sea posible, se planificará la instalación de cubiertas fotovoltaicas para generación distribuida o autoconsumo compartido e infraestructura de recarga de vehículos eléctricos.
- c) En los ámbitos donde se considere oportuno implantar redes urbanas centralizadas de climatización y producción de agua caliente sanitaria, generación o almacenamiento distribuido de energía renovable o gestión de residuos, se deberán prever espacios para albergarlos, así como sus instalaciones auxiliares e interconexiones con los edificios.
- d) Las instalaciones de distribución de energía térmica utilizarán prioritariamente fuentes de energía renovable o energía residual procedente de infraestructuras subterráneas como metro, depuradoras, equipamientos y otras instalaciones. En caso de tener que utilizar combustibles, se priorizarán aquellos que produzcan menos emisiones.

Por último, en el tercer apartado del artículo 43 se incide en que los instrumentos de planeamiento incluirán las medidas necesarias para satisfacer las exigencias de sostenibilidad energética y calidad del aire, adaptadas a las necesidades concretas del ámbito, conforme al estudio específico indicado en el apartado 1.

### **2.3. LEY 7/2021 DE CAMBIO CLIMÁTICO Y TRANSICIÓN ENERGÉTICA**

La Ley 7/2021 del 20 de mayo de 2021, publicada en el BOE el 21 de mayo del 2021, BOE-A-2021-8447, está basada en el Acuerdo de París de 2015, el desarrollo de sus reglas en Katowice y la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible que marcan el inicio de una agenda global hacia el desarrollo sostenible.

El Consejo de Ministros del 29 de junio de 2018 aprobó el Plan de Acción para la Implementación de la Agenda 2030 donde se definen las políticas palanca que servirán para acelerar la implementación de los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Entre las áreas prioritarias de actuación se incluyen nueve políticas palanca, siendo una de ellas la presente ley de Cambio Climático y Transición Energética. Esta ley en su título I establece los objetivos mínimos nacionales de reducción de emisiones y gases de efecto invernadero, energías renovables y eficiencia energética para los años 2030 y 2050 y sientan las bases para este estudio.

Se establece que las emisiones del conjunto de la economía española en el año 2030 deberán reducirse en, al menos, un 23 % respecto al año 1990 y se deberá alcanzar la neutralidad climática a más tardar en el año 2050. Además, en el año 2030 deberá alcanzarse una penetración de energías de origen renovable en el consumo de energía final de, al menos, un 42 %, con un sistema eléctrico con, al menos, un 74 % de generación a partir de energías de origen renovable y mejorar la eficiencia energética disminuyendo el consumo de energía primaria en, al menos, un 39,5 % con respecto a la línea de base conforme a normativa comunitaria.

En su Artículo 8, la ley establece los requisitos relativos a la eficiencia energética y rehabilitación, incidiendo en criterios relativos al uso eficiente de la energía, la gestión de la demanda y el uso de energías de fuentes renovables, que se reflejan en las recomendaciones indicadas para el desarrollo urbanístico del Plan Parcial propuesto que se diseña y desarrolla con el objeto de posibilitar la integración de medidas que reduzcan la demanda por un aprovechamiento de los factores climáticos, así como la inclusión de sistemas eficientes en el planeamiento y en las edificaciones, y con producción de energías renovables in situ.

### **2.4. EL PLAN NACIONAL DE ACTUACIÓN FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO (PNACC) Y LA AGENDA URBANA ESPAÑOLA**

El Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático 2021-2030 fue aprobado el 22 de septiembre de 2020 por el Consejo de Ministros, a propuesta del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. Establece 81 líneas de acción a desarrollar en los diferentes sectores socioeconómicos

del país organizadas en 18 ámbitos de trabajo, entre ellos “Ciudad, urbanismo y edificación”. Se establece cuatro líneas de actuación para este ámbito:

- Línea de actuación 8.1: Reforzar la vinculación entre la Agenda Urbana Española (AUE) y el nuevo PNACC, como marcos de gobernanza.
- Línea de actuación 8.2: Integrar la adaptación al cambio climático en la planificación territorial y urbana, desarrollando una gobernanza para la gestión del riesgo democrática, con implicación de todas las partes interesadas en la planificación y la gestión.
- Línea de actuación 8.3: Integrar la adaptación al cambio climático en el sector de la edificación, avanzando en la reglamentación para mejorar el comportamiento energético y el comportamiento hídrico de los edificios, en línea con los escenarios climáticos proyectados para el futuro.
- Línea de actuación 8.4: Comunicar, divulgar y participar por parte de la ciudadanía en el ámbito urbano, fomentando la educación y la participación ciudadana como ejes en el cuidado del medioambiente urbano poniendo en marcha una gobernanza para la gestión del riesgo democrática, con implicación de todas las partes interesadas en la planificación y la gestión.

La Agenda Urbana Española, mencionada en la Línea de actuación 8.1, fue establecida en febrero de 2019. Es un documento estratégico, sin carácter normativo, y por tanto de adhesión voluntaria, que, de conformidad con los criterios establecidos por la Agenda 2030, la nueva Agenda Urbana de las Naciones Unidas y la Agenda Urbana para la Unión Europea persigue el logro de la sostenibilidad en las políticas de desarrollo urbano. Establece 10 Objetivos Estratégicos y 30 objetivos específicos y 291 líneas de actuación.

La adaptación del modelo territorial y urbano a los efectos del cambio climático, avanzando en la prevención, es uno de los objetivos específicos de la Agenda Urbana Española.

Además de avanzar en la integración de los riesgos derivados del cambio climático en la planificación territorial y urbanística, la AUE considera necesario incorporar a la planificación el concepto de infraestructuras verdes urbanas y azules, como soluciones multifuncionales basadas en la naturaleza, que resuelven problemas urbanos como la mejora de la biodiversidad, la gestión de zonas inundables, la reducción de islas de calor, la lucha contra el cambio climático o la mejora de la calidad del aire. También es necesario promover la incorporación del mapeado del clima urbano a las herramientas de planificación y gestión urbana, lo que puede impulsar la creación de refugios climáticos.

La AUE incluye un objetivo específico enfocado a mejorar la resiliencia frente al cambio climático, que incluye como líneas de actuación el cuidado de la forma espacial de la ciudad, su morfología, la

presencia de vegetación, el albedo de los materiales de las superficies urbana y la aplicación de criterios bioclimáticos en el diseño de los espacios abiertos. Una adecuada planificación que tenga en cuenta la influencia del clima regional y local, el desarrollo compacto, el relleno de los vacíos y espacios urbanos y la densificación inteligente pueden preservar espacio para la agricultura, la bioenergía y los sumideros de carbono. El urbanismo de proximidad, la reorganización de la movilidad urbana, dando prioridad al transporte público y la movilidad activa, permite aumentar la calidad del aire y reducir el efecto isla de calor. Las Zonas de Bajas Emisiones, el calmado de tráfico y la recuperación del espacio público son elementos clave.

La integración plena de la adaptación en la planificación territorial y urbana deberá ser apoyada a través de análisis y seguimiento del despliegue del suelo urbanizado en el territorio desde la perspectiva del cambio climático. Instrumentos como el Sistema de Información Urbana (SIU)<sup>1</sup> permiten analizar el fenómeno a escala territorial, ofrecen herramientas para el establecimiento de objetivos claros en los instrumentos de ordenación urbanística y territorial, con la meta de hacer un uso más racional del suelo.

El diseño y planeamiento del presente Plan Parcial es un ejemplo de cumplimiento de todo lo anteriormente expuesto.

## **2.5. ACTO DELEGADO DE LA TAXONOMÍA DE LA EU**

La regulación (EU) 2020/852 establece el marco para facilitar las inversiones sostenibles (el "Reglamento sobre la taxonomía de la UE"). Esta regulación entró en vigor el 12 de julio de 2020.

A través de esta regulación, el Parlamento Europeo y el Consejo encargaron a la Comisión Europea que proporcionara a través de actos delegados, los criterios técnicos de selección para determinar si una actividad económica puede considerarse que contribuye sustancialmente a los objetivos medioambientales.

La actividad económica del sector de la construcción está reglada en la taxonomía, y el Acto Delegado relativo a las categorías de contribución a la mitigación y adaptación al cambio climático, establece los criterios técnicos requeridos para que un desarrollo urbanístico nuevo pueda definirse como sostenible.

---

<sup>1</sup> <https://www.mitma.gob.es/portal-del-suelo-y-politicas-urbanas/sistema-de-informacion-urbana/sistema-de-informacion-urbana-siu>

### 3. DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA

#### 3.1. SITUACIÓN

El ámbito del APR 16.02 “Los Almendros M-40” de 8,0777 Ha de superficie, se sitúa en la zona Noreste del Término Municipal de Madrid en el Distrito de Hortaleza entre la Carretera de circunvalación a Madrid M-40 del Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana y la Carretera de acceso al Aeropuerto de Madrid (desde la M-30) M-11 también del Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana.



Fig 2. Localización del ámbito APR 16.02“LOS ALMENDROS M-40”

El ámbito en estudio está situado en el Barrio de Valdefuentes y sus linderos son los siguientes:

- Noreste con las Líneas de Ferrocarril del Servicio de Mercancías y Cercanías, dependiente de ADIF que separa el ámbito del tronco de la M-11.
- Noroeste con ramal de conexión entre M-40 y la M-11.
- Sureste con el suelo urbano consolidado con Normativa Zonal 9.3 del PGOU de Madrid, hoy complejo de oficinas Helios.
- Suroeste con el tronco de la M-40 y el ramal de conexión con la M-11

Al estar enclavado en un entorno urbano consolidado, las conexiones vehiculares y peatonales del Sector en estudio con el entorno son totales, a la vez que se dispone de todos los servicios, municipales y de las distintas Compañías de servicios, así como servicio de transporte público por autobuses y metro en las cercanías del barrio.

El ámbito se localiza en las coordenadas del sistema ETRS89, Huso UTM 30, coordenada X: 445.944 y coordenada Y: 4.481.052.

Desde el punto de vista topográfico, el Sector presenta una imagen visual de desnivel continuo entre el extremo oeste y el extremo este, que no suponen complicaciones para la ordenación del mismo. Las cotas más bajas se localizan al sureste, en las proximidades de la vía del ferrocarril, aproximadamente a unos 688,60 metros. Los puntos más elevados están situados en su mayoría en la zona noroeste junto a la plataforma de la M-11 en donde alcanza los 710,50 metros.



Fig 3. Estado actual de los terrenos del ámbito APR 16.02.

### 3.2. PROPUESTA DE ORDENACIÓN

La propuesta de ordenación del presente PPRI se adapta a las determinaciones del PGOUM 97 tal y como se ha referido, contribuyendo a completar la trama urbana en este entorno, posibilitando la obtención de suelo para el sistema dotacional y contribuyendo a la mejora de la capacidad de servicio y funcionalidad del viario existente y previsto.

## Ordenación propuesta

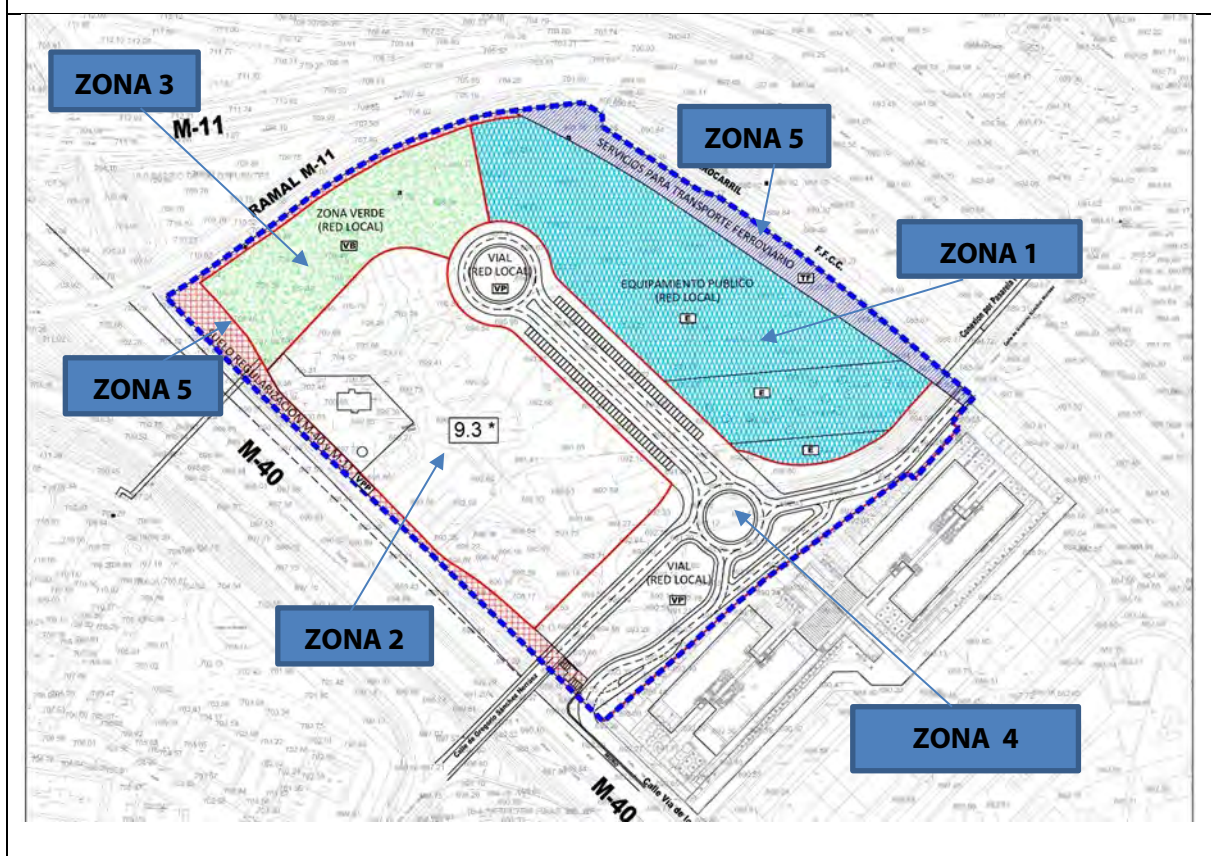


Fig 4. Zonificación general

La propuesta se organiza en torno a un eje central viario que se adecúa, lo más posible, a la topografía existente y da acceso a cuatro *zonas-piezas de ordenación*. De forma periférica se localizan las reservas de suelo necesarias para la ampliación de redes supramunicipales que constituyen una quinta zona-pieza.

**ZONA 1.- Equipamiento:** Espacio destinado a usos dotacionales alternativos con una superficie de 20.140 m<sup>2</sup>, por encima de la mínima fijada en la ficha (20.000 m<sup>2</sup>).

**ZONA 2.- Manzana de uso terciario (oficina):** Espacio destinado a la implantación y consolidación de los aprovechamientos urbanísticos en el ámbito con una superficie de 23.095 m<sup>2</sup>. El índice de edificabilidad neto (1,6 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>), es similar al del suelo urbano consolidado colindante en la franja que discurre entre la M-40 y la M11.

**ZONA 3.- Zona Verde:** área con una superficie de 8.458 m<sup>2</sup>, superior a la mínima fijada en la Ficha (6.000 m<sup>2</sup>)

**ZONA 4.- Red viaria pública local (21.311 m<sup>2</sup> de superficie):** integrada por las reservas de suelo destinadas a alojar la estructura viaria compuesta por el *Vial Interior 1* de salida de la rotonda y el *Vial Interior 2* de entrada a la rotonda de la Calle de Gregorio Sánchez Herráez que atraviesa el ámbito y que

sirve para comunicar los Barrios del Distrito de Hortaleza, que están situados al este y al oeste de la M-40 y la M-11 y también conecta con el vial público Calle Vía de los Poblados.

ZONA 5.- Reserva para ampliación de redes supramunicipales ( $4.130 \text{ m}^2(\text{TF})+3.643 \text{ m}^2(\text{VPP})$ ): integrada por las reservas de suelo destinadas a complementar las redes estatales del ferrocarril y la M-40.

Para que las zonas/piezas mencionadas y las superficies obligadas de esas zonas formen una ordenación coherente, resulta determinante que la red viaria local disponga de espacio suficiente para poder atender a las necesidades futuras que se puedan plantear para comunicar los Barrios del Distrito de Hortaleza. Además, el Vial Interior 1 de salida de la rotonda y el Vial Interior 2 de entrada a la rotonda se aproximan y ambos acceden desde la nueva rotonda no semaforizada de la Calle Gregorio Sánchez Herráez que se traslada al centro del ámbito con capacidad para mantener el flujo de vehículos entre los Barrios del Distrito de Hortaleza y la conexión con el vial Público Vía de los Poblados. Hasta tanto se realice la posible ampliación de los puentes sobre la M-40, M-11 y ferrocarril, los espacios intersticiales pueden tratarse como áreas estanciales.

La situación de la *Zona 1 Equipamiento* al este, y la *Zona 2 Parcela de uso terciario (oficina)*, es similar al indicado en la Ficha del APR. La *Zona 3 Zona Verde* está agrupada y localizada en la parte noroeste del ámbito como una gran zona estancial arbolada para los usuarios del entorno y acompañando a los caminos y sendas que estructuran la movilidad sostenible para unir los barrios del Distrito de Hortaleza.

#### ZONA 1: PARCELA EQUIPAMIENTO PÚBLICO.

La parcela para el Equipamiento Público se plantea en la localización preferente indicada en la Ficha, en el lado Noreste desplazándose lo necesario para atender a la obligada reserva de suelo para la ampliación de las infraestructuras ferroviarias derivado el proyecto informativo aprobado por el Ministerio de Fomento.

La parcela resultante para equipamiento tiene una superficie de  $20.140 \text{ m}^2$ , superior en  $140 \text{ m}^2$  a la superficie mínima de  $20.000 \text{ m}^2$  indicada en la Ficha.

Es un suelo que pertenecerá a la red local para el que se propone posibilitar la implantación de las tipologías y categorías contempladas en los artículos 7.10.1 y 7.10.3 de las NNUU del PGOUM para los niveles de implantación básico y singular, para así poder atender de manera flexible demandas dotacionales tanto de proximidad como de carácter superior al distrital. En el primer caso podrían atenderse las necesidades de los usuarios de las oficinas del entorno y por los ciudadanos de los Barrios de Hortaleza. Todo ello, según las conclusiones del E-4. Estudio Acústico y Vibratorio y del E-8. Estudio de Equipamiento.

Con objeto de posibilitar la recuperación de valores intangibles de la memoria histórica reciente referente del lugar mediante la normativa se establecen condiciones de posición de la nueva edificación en la parcela así como la prescripción del mantenimiento de los almendros existentes (junto con el trasplante de los existentes que se pueden mantener) para integrarlos con la futura edificación del equipamiento que se implante en el lugar para atender a las demandas municipales.

#### ZONA 2: MANZANA DE USO TERCIARIO (OFICINAS).

La manzana de uso terciario en la que se concentra el aprovechamiento urbanístico previsto para este ámbito de ordenación está situada en la localización preferente indicada en la Ficha. Las condiciones normativas para la futura edificación se redactan por extrapolación de las determinaciones de la Norma Zonal 9 Grado 3º del PG97, por similitud con la vigente para la franja de suelo urbano consolidado existente entre la M-40 y la M-11. El Proyecto de Reparcelación distribuirá la edificabilidad del ámbito, proporcionalmente a la superficie de cada una de las parcelas aportadas y resultantes.

Adicionalmente, con objeto de posibilitar dejar huella de ciertos valores intangibles de la memoria histórica reciente referente del lugar, mediante la normativa se establecen condiciones de posición para la implantación de la nueva edificación en la parcela, permitiendo que el proyecto integre la reconsideración del inmueble existente integrándolo en la futura actividad del área.

Las condiciones de edificabilidad fijadas permiten que los futuros proyectos de construcción que se realice en su interior además de contener la edificación/es, dispongan de zonas libres en el interior de la parcela privada que permita desarrollar parámetros de sostenibilidad ambiental, cultural y familiar para los trabajadores.

#### ZONA 3: ZONA VERDE.

La zona verde que estaba prevista en la ficha de condiciones para el desarrollo del área con un carácter fragmentado y cuya disposición entre viarios limitaba severamente su futura adaptación o rectificación de trazado, se concentra y se localiza en el norte del ámbito con mejores condiciones de accesibilidad y conectividad tanto peatonal como ciclista entre el barrio de Pinar del Rey (a través de la pasarela peatonal), Valdefuentes y Cárcavas. Su disposición en continuidad con el equipamiento permitirá también, en el futuro, ampliar las posibilidades de interrelación con la dotación que finalmente se implante. La reserva prevista para zona verde cumple las *condiciones particulares* para las zonas verdes de nivel básico, establecidas en el Artículo 7.8.4 del PGOUM, como la inscripción de un círculo de diámetro 30 metros, y resto de condiciones del Capítulo 7.8 que le son de aplicación.

La zona verde es viable con los valores límite de inmisión de ruido y vibraciones de la Ordenanza de Protección de la Atmósfera contra la Contaminación Acústica y Térmica del Ayuntamiento de Madrid, para el Tipo de Área Acústica II, similar a las zonas residenciales.

La reserva de suelo de zona verde propuesta, 8.458m<sup>2</sup>, es un 41 % superior a la superficie mínima fijada en la Ficha (6.000 m<sup>2</sup>).

#### ZONA 4: VIA PUBLICA RED LOCAL.

La ordenación propone introducir cambios significativos en el actual trazado de la Calle Gregorio Sánchez Herráez: se plantea el traslado de la rotonda al centro del ámbito para estructurar el conjunto de movimientos previstos: desde el nuevo Vial interior 1 de salida de la rotonda; al nuevo Vial Interior 2 de entrada y acceso al equipamiento y las nuevas oficinas; y a la Calle Vía de los Poblados y edificios colindantes. El espacio reservado con la calificación de vía pública secundaria incluye espacios intersticiales para posibles ampliaciones de comunicación entre los Barrios del Distrito de Hortaleza, rematado por el lado norte por una acera que atraviesa el ámbito de este a oeste y que recoge todos los recorridos peatonales hacia la nueva pasarela ejecutada sobre la M-11 para bicicletas y peatones, nos permite llegar a las Cárcavas.

Asimismo, aquellos suelos de esos espacios intersticiales que finalmente no se ocupen por calzadas de viarios, rotonda, accesos a las Oficinas próximas y aceras, pueden concebirse como áreas estanciales o entrar a formar parte de los itinerarios de movilidad sostenible.

#### ZONA 5.- RESERVA PARA AMPLIACIÓN DE REDES SUPRAMUNICIPALES.

Por último, la ordenación recoge en posición periférica la calificación expresa de determinados suelos como Servicios de Transporte Ferroviario (4.130 m<sup>2</sup>(TF)) y Vía Pública Principal (3.643 m<sup>2</sup> (VPP)), con el objetivo de atender a las prescripciones impuestas posteriormente a la aprobación del Plan General de 1997 por el ministerio de Fomento para complementar las redes estatales del ferrocarril y la M-40.

**Todas las zonas/piezas descritas, teniendo en cuenta sus particularidades, se combinan conformando la ordenación de la Alternativa elegida, haciendo posible la consecución de los objetivos previstos por el plan general para el área, completar la urbanización del área posibilitando la implantación de usos terciarios y obtener suelo para la implantación de dotaciones, en condiciones similares al resto del suelo urbano consolidado de la franja existente entre la M-40 y la M-11.**

### CONEXIÓN PEATONAL: PASARELA SOBRE LÍNEA FERROVIARIA Y SOBRE M-11.

Finalmente, el Plan Parcial propone la implantación y ejecución de una nueva **Conexión Peatonal** hasta la red viaria existente en Las Cárcavas, materializada mediante una Pasarela Peatonal sobre la M-11, para peatones y bicicletas con objeto de mejorar la movilidad sostenible entre los barrios de Pinar del Rey, Valdefuentes y Cárcavas.

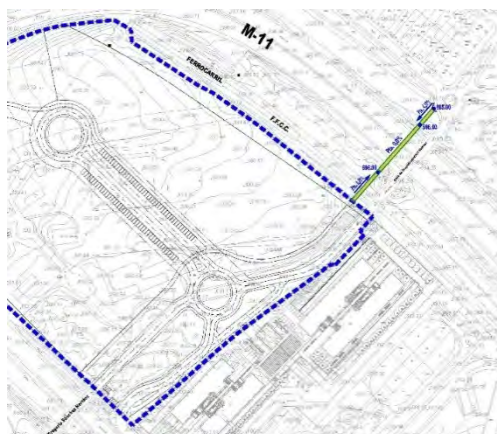


Fig 5. Conexión Norte propuesta

### USO CUALIFICADO Y EDIFICABILIDAD EN LA ORDENACION PORMENORIZADA.

Como se ha referido el ámbito del APR constituye un área homogénea en si misma. Para esta área homogénea el uso cualificado y la edificabilidad es la siguiente:

- El *uso cualificado* es el Uso Servicios Terciarios de oficinas, por lo que se elimina de la NZ 9.3º la **coexistencia con el uso industrial.**
- La *edificabilidad lucrativa total* está fijada por el Plan Parcial de Reforma Interior como una cifra total resultado de multiplicar la superficie total del ámbito una vez detraídos los suelos afectos a dotaciones públicas existentes, por el coeficiente 0,7m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>, lo que arroja un valor absoluto fijo. Como el coeficiente de ponderación en este caso es 1, la cifra de edificabilidad total y aprovechamiento en el ámbito coinciden. La edificabilidad se distribuirá proporcionalmente a la superficie final topográfica de cada una de las parcelas lucrativas aportadas con derecho a aprovechamiento y las resultantes del Proyecto de Reparcelación.

Para no alterar los derechos fijados por el plan se mantiene la referencia de la cifra global, correspondiendo referir que el índice resultante se aproxima a 1,6 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup> similar a la norma de referencia.

- Las *condiciones de altura de la edificación* contenidas en el Artículo 8.9.10 del PG97, se aplicarán con sujeción a las limitaciones siguientes: la altura máxima será de seis (6) plantas y veinticinco (25) metros al nivel de cornisa, condicionado al informe favorable de la Agencia Estatal de Seguridad Aérea en materia de Servidumbres Aeronáuticas, autorizando la altura propuesta en el proyecto de edificación, con las prescripciones señaladas en el epígrafe 3.1.4 de las Normas Urbanísticas.

- Las *condiciones de parcelación* se modifican planteándose las siguientes: superficie mínima cinco mil (5.000) metros cuadrados, frente mínimo treinta (30) metros y la formación de la parcela será tal que permita inscribir en su interior un círculo de diámetro superior a treinta (30) metros.

Estas singularidades se concretan en los artículos correspondientes de las Normas Urbanísticas particulares redactadas en este Plan Parcial de Reforma Interior, quedando regulado este suelo por la ordenanza denominada NZ 9-3º\*.

#### Protección de la Memoria Inmaterial:

Al objeto de mantener viva la memoria inmaterial del lugar, se establecen en la Normativa del Plan Parcial y con referencia en lo señalado en el plano “P.3 Condiciones de edificación y urbanización”, determinaciones normativas adicionales para el suelo dotacional público y las parcelas de uso terciario, para mantener libre y sin alterar, espacios libres, edificio principal y zona de huertos, aspectos todos ligados a la memoria de personajes, acontecimientos, fechas, lugares o usos que pertenecen a la memoria colectiva ligada a la Huerta de Mena o Casa de Mena y posterior finca de Los Almendros.

Lo expresado se puede advertir en las imágenes siguientes:

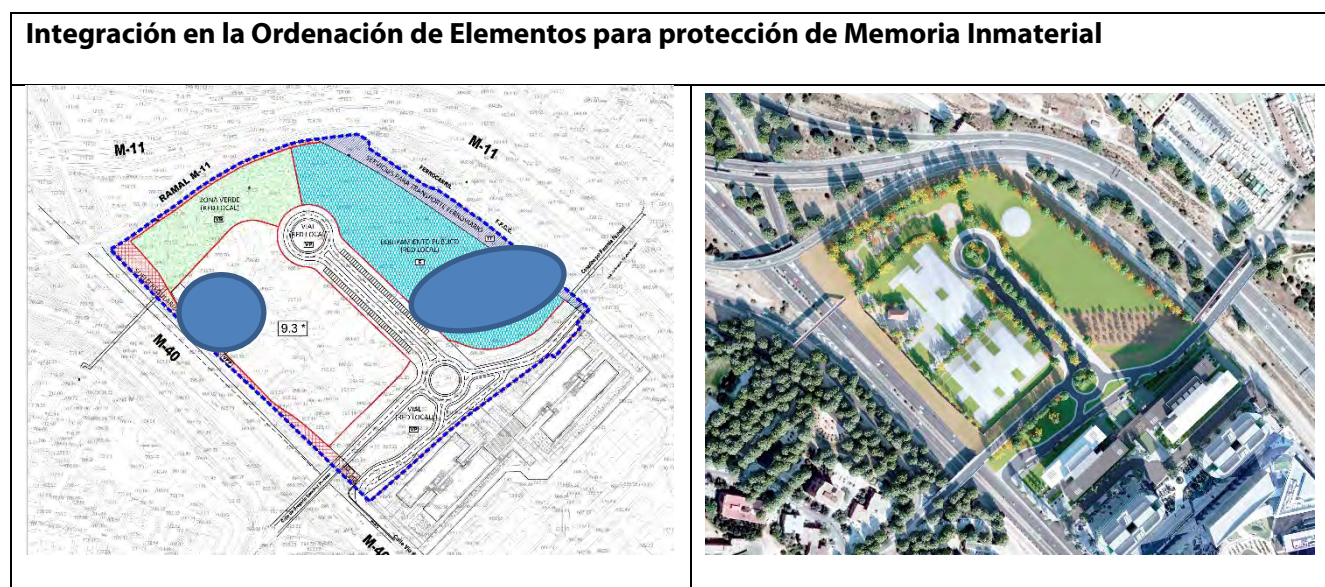


Fig 6. Elementos contemplados e integrados en la Ordenación propuesta para protección de Memoria Inmaterial

**CUANTIFICACION DE LA PROPUESTA.**

Las superficies de las parcelas resultantes de la propuesta de Plan Parcial son, un 71,26 % de superficies de parcelas para dotaciones públicas y un 28,74 % superficies de parcelas privadas con aprovechamientos lucrativos.

Las superficies de parcelas publicas incluyen los 28.958 m<sup>2</sup> de suelos afectos a dotaciones públicas existentes en el ámbito.

En el Cuadro siguiente se señalan las superficies de las parcelas dotacionales públicas de cesión y la superficie de la parcela privada con aprovechamiento lucrativo:

CUADRO 2.- SUPERFICIES DE LA ORDENACION PROPUESTA DEL PLAN PARCIAL DE REFORMA INTERIOR DEL APR 16.02 - LOS ALMENDROS						
PARCELAS RESULTANTES				SUPERFICIE DE SUELO m <sup>2</sup>	EDIFICABILIDAD	APROVECHAMIENTO
PARCELAS PÚBLICAS	SERVICIOS PARA TRANSPORTE FERROVIARIO: <b>TF</b>			4.130,00 m <sup>2</sup>		
	VIA PUBLICA PRINCIPAL (REGULARIZACION M-40 y M-11): <b>VPP</b>			3.643,00 m <sup>2</sup>		
		ZONA VERDE: <b>VB</b>		8.458,00 m <sup>2</sup>		
		EQUIPAMIENTO: <b>E</b>		20.140,00 m <sup>2</sup>		
		VIA PUBLICA SECUNDARIA: <b>VP</b>		21.311,00 m <sup>2</sup>		
	TOTALPARCELAS PUBLICAS			57.682,00 m <sup>2</sup>	0,00 m <sup>2</sup>	0,00 m <sup>2</sup>
PARCELAS LUCRATIVAS	SUELO USO SERVICIOS TERCARIOS DE OFICINAS NORMATIVA ZONAL 9 GRADO 3 *			23.095,00 m <sup>2</sup>	36.272,60 m <sup>2</sup>	36.272,60 m <sup>2</sup>
	TOTAL PARCELAS LUCRATIVAS			23.095,00 m <sup>2</sup>	36.272,60 m <sup>2</sup>	36.272,60 m <sup>2</sup>
TOTAL PLAN PARCIAL REFORMA INTERIOR				80.777,00 m <sup>2</sup>	36.272,60 m <sup>2</sup>	36.272,60 m <sup>2</sup>

En cuanto a la edificabilidad de la parcela de equipamiento, para el estudio de demandas, se estimará una superficie mínima edificable de 10.000 m<sup>2</sup>.

## **4. ENTORNO FÍSICO Y FACTORES BIOCLIMÁTICOS**

A continuación se procede a analizar los factores condicionantes de la demanda energética y de las posibilidades de aprovechamiento y diseño bioclimático en el ámbito y su entorno, y que por condicionan e influyen en la proposición de medidas de eficiencia energética y uso de energía renovables que favorezcan el cumplimiento de las exigencias de sostenibilidad energética y calidad del aire por parte del planeamiento del Plan Parcial y su edificaciones.

### **4.1. FACTORES URBANÍSTICOS**

#### **4.1.1. INTEGRACIÓN DE USOS**

El área de actuación se ubica en un suelo rodeado por tres de sus lados por carreteras estatales M.40 y M11 y líneas de Ferrocarril y por el cuarto lado por un complejo de oficinas de reciente construcción. Es un suelo que se percibe desde el exterior como un solar vacío y que no tiene valores ambientales, la superficie en general es un erial, con escasas edificaciones y viales existentes con árboles dispersos que carecen de valor.

Este suelo presenta una oportunidad de regeneración urbana implementando criterios de diseño que tengan un impacto positivo en la calidad ambiental del entorno, la calidad del aire, su habitabilidad, y en línea con los objetivos de descarbonización reflejados en la Ley 7/2021 de Cambio Climático y Transición Energética.

El resultado es la ordenación en su alternativa elegida, en la que prima la búsqueda de la máxima permeabilidad urbana y el fomento de la movilidad sostenible, propiciados por el nuevo viario local rodado y peatonal y la nueva zona verde creada que se prolonga con la zona verde existente.

La propuesta incluye la creación de una gran zona verde integradora, con inclusión de espacios verdes abiertos para el uso y disfrute público, integrando además medidas de reducción y control de escorrentías superficiales por aguas de lluvia, mediante la implantación de sistemas de drenaje urbano sostenible, y se incluyen además infraestructuras que permitirán la integración de puntos de recarga de vehículos eléctricos en el entorno, potenciando así la transición hacia un modelo de movilidad eléctrica y sin emisiones de gases contaminantes.

El resto de actuaciones incluye la parcela de equipamiento al este y la parcela lucrativa al oeste, con usos compatibles contribuyendo al equilibrio de la ciudad al favorecer el uso de las dotaciones y los equipamientos a la comunidad residente del entorno, así como la cohesión y la integración social.

La propuesta del Plan Parcial se integra en el tejido urbano del entorno con una red pública local que dispone de espacio amplio y suficiente, tanto para desplazamiento de vehículos como para peatones, bicicletas y otros medios no contaminantes, posibilitando las necesidades futuras que se puedan plantear para comunicar los Barrios del entorno del Distrito de Hortaleza y con capacidad suficiente para mantener y favorecer el flujo de movilidad entre los Barrios del Distrito de Hortaleza y la conexión con el vial público Vía de los Poblados.

La recomendación es que en las fases posteriores del diseño del proyecto de urbanización como de las edificaciones, se incluyan las medidas necesarias para que puedan cumplir con la definición de edificios de cero consumo de energía de gas, es decir que sea consumo nulo de gasificación (nZEB) conforme a lo establecido en la normativa de eficiencia energética de los edificios en lo referente a la limitación de consumo energético que marca el CTE, así como con los criterios técnicos del Acto Delegado de la Taxonomía. El objeto del Plan Parcial es posibilitar la integración de estas medidas y favorecer la inclusión de conceptos de diseño bioclimático que permitan reducir la demanda energética al máximo, electrificación e integración de energías renovables para contribuir así a los objetivos de descarbonización de Madrid.

La implantación de este Plan Parcial tiene los siguientes objetivos en materia de sostenibilidad:

- a. Incrementar el sistema de espacios libres verdes creando espacios estanciales y vías peatonales mejorando la funcionalidad del ámbito, su seguridad y servicio.
- b. Promover la tipología de edificación en bloque abierto o edificación aislada que permita la circulación del aire y la implementación de estrategias de ventilación pasiva.
- c. Fomentar la movilidad activa por medio de la integración de rutas peatonales y seguras, con anchuras adecuadas y continuidad para favorecer la calidad del entorno urbano.
- d. Fomentar una movilidad activa por medio de la integración de vías de baja velocidad limitadas a 30 Km/h donde coexistan los modos de movilidad activa y permitan la convivencia del tráfico peatonal, ciclista y vehicular garantizando la seguridad.
- e. Planificación de las infraestructuras verdes y un incremento de las superficies permeables con el fin de optimizar las condiciones bioclimáticas del ámbito, reducir el efecto Isla de Calor Urbano y promover la integración de soluciones basadas en la naturaleza, que a su vez incrementan la resiliencia de la trama urbana.

De acuerdo con lo indicado en el Proyecto Básico de Urbanización y el Estudio de Saneamiento en Cumplimiento del Decreto 170/98 de la CAM, la modificación propone el uso de técnicas de drenaje urbano sostenible mediante la definición y el diseño de SUDS (sistemas de drenaje urbano) en las zonas

verdes y espacios libres, que junto con el uso de superficies de pavimentos con acabados permeables, los sistemas implementados permitirán la infiltración de las aguas, de manera de reducir la escorrentía generada en origen, con el objetivo de conseguir una gestión sostenible de las aguas escorrentía sin modificar sustancialmente la hidrología natural de los terrenos.

#### **4.1.2. CONEXIÓN CON REDES ENERGÉTICAS**

##### **Potenciación de uso de energía eléctrica:**

El Plan Parcial de Reforma Interior APR 16.02 "LOS ALMENDROS M-40" se encuentra en un entorno bien conectado a redes de infraestructuras y servicios de transporte que posibilitan la integración del desarrollo como elemento activo en la trama urbana.

En cuanto a infraestructura eléctrica existen en la zona canalizaciones soterradas de líneas de Baja Tensión y de Media Tensión y una línea aérea de Alta Tensión en un extremo de la parcela que será soterrado para la urbanización del ámbito. Esta infraestructura posibilita la conectividad para el Sector y la planificación de una micro-red en el desarrollo alimentada por posibles cubiertas fotovoltaicas para generación distribuida o de autoconsumo compartido, e infraestructuras de recarga de vehículos eléctrico, contribuyendo así a posibilitar el desarrollo futuro de una red inteligente con gestión de demanda agregada para optimizar el uso de la energía y la creación de una comunidad energética en el ámbito de actuación.

El ámbito está servido por la red de Gas Natural de Madrid, pero la recomendación y objetivo de sostenibilidad es que la producción energética se base 100% en energía eléctrica para minimizar las emisiones de NOx derivadas de la combustión de gas natural.

El desarrollo del Plan Parcial promoverá la implantación de instalaciones de energía térmica basadas en bombas de calor eléctricas, pudiendo así la generación térmica ser alimentada por energía eléctrica 100% y dentro de esta aplicación con energía eléctrica se favorecerá que sea de origen renovable, posibilitando igualmente al 100% el desuso del gas como fuente de energía, cumpliendo así con los objetivos marcados por la Agenda 2030.

#### **4.2. FACTORES CLIMÁTICOS**

Se analizan a continuación los factores climáticos y bioclimáticos de interés en la proposición de medidas de sostenibilidad energética y calidad del aire, y que deberán estar dirigidas a aprovechar los

factores positivos y minimizar o compensar lo negativos, tanto en las áreas exteriores (diseño y urbanización de los espacios libres) como en los futuros edificios y en la relación entre ambos.

Los factores climáticos básicos son los constituidos por la temperatura seca, el viento y la humedad relativa. En el caso de la ciudad de Madrid la caracterización esencial de estos factores es la recogida por la guía de *Buenas Prácticas en Arquitectura y Urbanismo para Madrid*<sup>2</sup>:

- Clima continental mediterráneo, con contraste acusado de la temperatura entre el invierno y el verano, y oscilación anual de las temperaturas medias de unos 30°C, de los 2,7°C de mínima media invernal a los 32,8°C de máxima media estival. Las mínimas en invierno pueden caer por debajo de los -2°C y las máximas veraniegas superar los 35°C.
- Significativa oscilación térmica también diaria, de hasta 16°C en verano (mes de julio) y de casi 7°C en invierno.
- Cima seco, con una humedad relativa media anual del 50%, con valores mínimos en verano del 37% y máximos en invierno del 71%.
- Cielo casi siempre despejado, con pocos días nublados y elevados valores de irradiación solar.
- Importancia del efecto de isla térmica, que eleva las temperaturas mínimas nocturnas, y que resulta determinante en el confort ambiental de espacios exteriores e interiores. En las noches de verano el efecto de isla térmica puede suponer diferencias de hasta 9°C entre el centro y la periferia, siendo de 6°C en el invierno.

Elementos como la presencia de edificaciones, actividades, zonas verdes y la contaminación atmosférica influyen sobre los factores básicos del clima, dando lugar a un microclima urbano, caracterizado por mayor temperatura, menor humedad y un régimen de vientos turbulentos, y en el que la ubicación respecto al mencionado efecto de isla térmica resulta determinante.

#### **4.2.1. TEMPERATURA**

Las temperaturas en Madrid oscilan de los 0-6°C en invierno a más de 40°C de temperatura máxima en verano, con una amplitud térmica de 20°C de media que permite la implementación de estrategias bioclimáticas basadas en la inercia térmica y la ventilación nocturna, siendo favorable la permeabilidad en el desarrollo para promover el movimiento del aire.

---

<sup>2</sup> *Buenas Prácticas en Arquitectura y Urbanismo para Madrid. Criterios bioclimáticos y de eficiencia energética.* Área de Gobierno de Urbanismo y Vivienda del Ayuntamiento de Madrid. Año 2010.

La siguiente gráfica muestra la variación anual de temperatura de acuerdo a archivos climáticos históricos de los últimos 10 años. El gráfico muestra la temperatura de bulbo húmedo y seco, así como la zona de confort definida de acuerdo a los parámetros de ASHRAE 55.

Así mismo el gráfico muestra la radiación solar directa y difusa. Los valores son horarios medios para todas las horas del año tipo. La leyenda de datos incluida en la figura siguiente describe los parámetros mostrados.

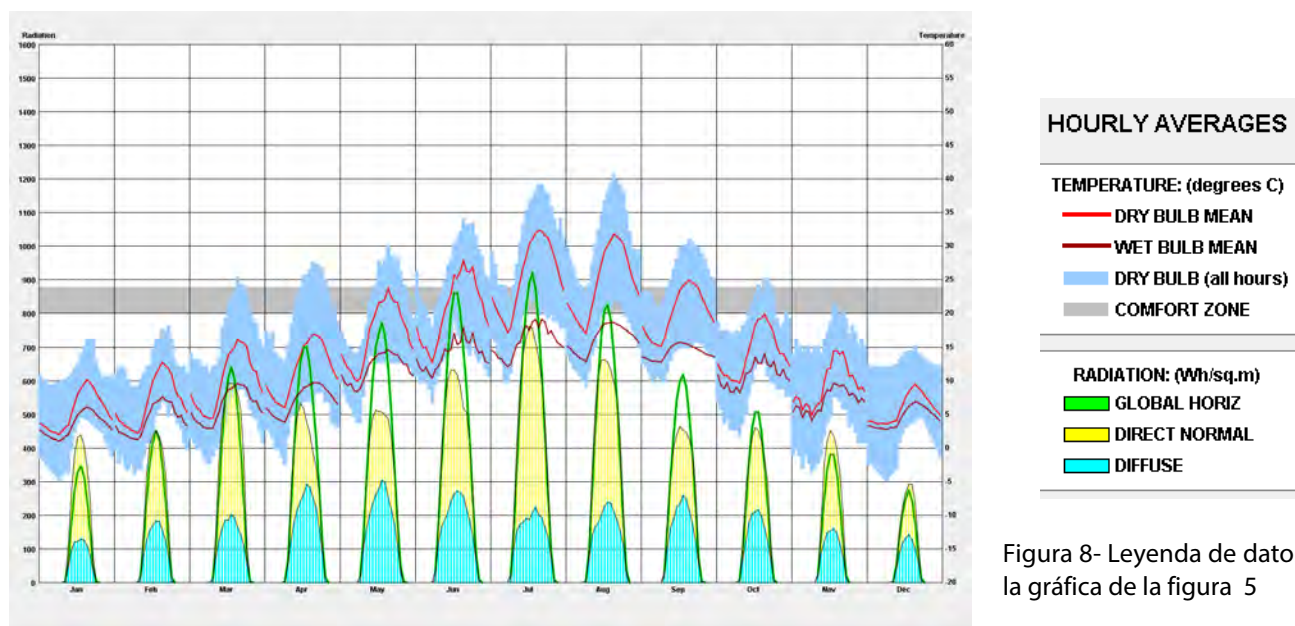


Figura 8- Leyenda de datos de la gráfica de la figura 5

Figura 7- Gráfico de temperatura horaria media anual (1990-2010). Fuente: Climate Consultant v6.

En el escenario actual de cambio climático y de acuerdo a los datos del Panel Intergubernamental de Cambio Climático y el AEMET, hay para los diferentes escenarios de emisiones analizados un ascenso de la temperatura especialmente intenso durante la última década. Un dato consistente con el hecho de que los años más cálidos se hayan registrado en su mayoría en el siglo XXI. La Figura 7 muestra la tendencia de la temperatura media anual en la comunidad de Madrid para las próximas décadas, que será especialmente intensa durante los meses de verano, con temperaturas cada vez mas altas y olas de calor más largas. Desde los años 80 se han registrado temperaturas típicas de verano a por un periodo hasta 5 semanas más largo.

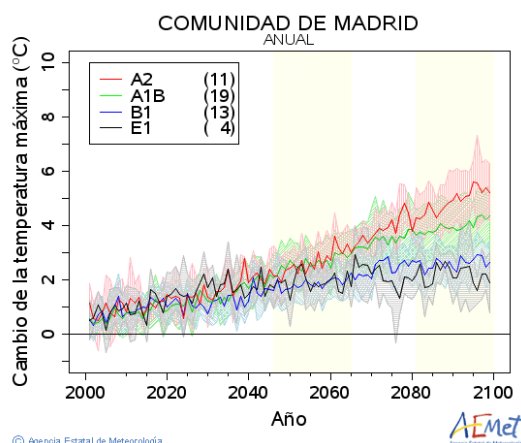


Figura 9-Gráfico de proyección de incremento de las temperaturas para Madrid en los escenarios del IPCC. Fuente: AEMET

La figura siguiente muestra la variación anual de las temperaturas medias diarias usando archivos climáticos a futuro de acuerdo con las proyecciones hechas por Weathershift<sup>3</sup> para Madrid.

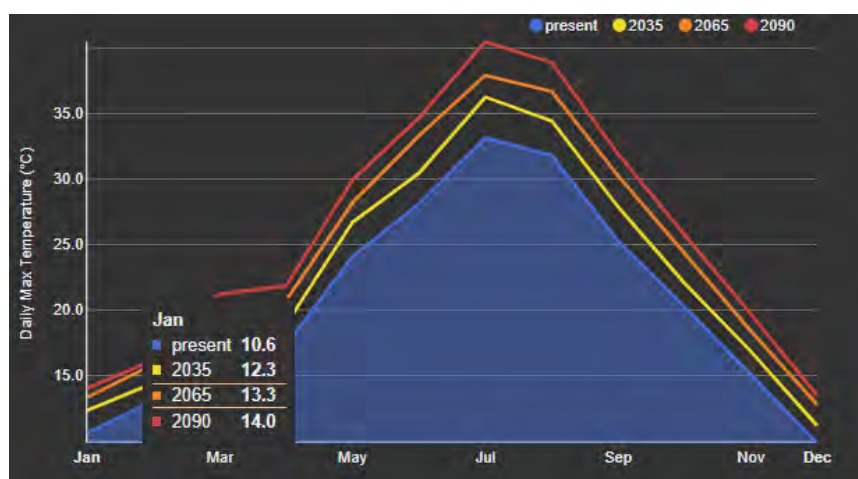


Figura 10- Temperaturas máximas medias diarias en 2015,2065 y 2090. Fuente: Weathershift

La información anterior puede complementarse con la publicada por el IDAE<sup>4</sup> (Instituto para la Diversificación y el Ahorro de Energía) que recogen los datos climáticos relevantes para el desarrollo de proyectos edificación y sus principales instalaciones térmicas y de climatización, incluyendo los datos de radiación solar incidente.

En este caso, se toma nuevamente como referencia la estación climatológica ubicada en el aeropuerto Adolfo Suárez- Madrid Barajas.

<sup>3</sup> <https://www.weathershift.com/heat>

<sup>4</sup> Guía técnica de condiciones climáticas exteriores de proyecto. IDAE. Junio de 2010

Provincia	Estación					Indicativo	
Madrid	Madrid (Barajas)					3129	
UBICACIÓN: AEROPUERTO			Nº DE OBSERVACIONES Y PERIODO				
a.s.n.m. (m)	Lat.	Long.	T seca	Hum. relativa	T terreno	Rad	
582	40º27'15"	03º32'39"W	87.600 (1998-2007)	(3) 29.200 (1998-2007)		12.720 (2005-2007)	
CONDICIONES PROYECTO CALEFACCIÓN (TEMPERATURA SECA EXTERIOR MÍNIMA)							
TSMIN (ºC)	TS_99,6 (ºC)	TS_99 (ºC)	OMDC (ºC)	HUMcoin (%)	OMA (ºC)		
-10,5	-3,8	-2,4	14,6	84	40,2		
CONDICIONES PROYECTO REFRIGERACIÓN (TEMPERATURA SECA EXTERIOR MÁXIMA)							
TSMAX (ºC)	TS_0,4 (ºC)	THC_0,4 (ºC)	TS_1 (ºC)	THC_1 (ºC)	TS_2 (ºC)	THC_2 (ºC)	OMDR (ºC)
40,7	36,4	19,1	35,2	19,0	33,7	18,8	18,7
CONDICIONES PROYECTO REFRIGERACIÓN (TEMPERATURA HÚMEDA EXTERIOR MÁXIMA)							
TH_0,4 (ºC)	TSC_0,4 (ºC)	TH_1 (ºC)	TSC_1 (ºC)	TH_2 (ºC)	TSC_2 (ºC)		
20,8	32,8	20,0	32,6	19,2	32,6		
VALORES MEDIOS MENSUALES							
Provincia	Estación					Indicativo	
Madrid	Madrid (Barajas)					3129	
VALORES MEDIOS MENSUALES							
Mes	TA (ºC)	TASOL (ºC)	GD_15 (ºC)	GD_20	GDR_20	RADH (kWh/m² día)	TTERR (ºC)
Enero	5,2	7,2	305	459	0	2,0	
Febrero	6,9	9,3	233	371	0	3,0	
Marzo	10,3	12,6	162	302	2	4,4	
Abril	12,4	14,5	113	237	7	5,3	
Mayo	16,8	19,0	49	139	40	6,3	
Junio	23,3	26,0	6	37	137	7,2	
Julio	25,6	28,0	1	17	190	7,4	
Agosto	25,1	27,5	1	18	176	6,7	
Septiembre	20,7	23,4	11	60	81	5,0	
Octubre	15,0	17,5	58	170	13	3,0	
Noviembre	8,8	11,0	190	336	0	1,9	
Diciembre	5,4	7,5	297	451	0	2,0	

Figura 11. Condiciones climáticas de proyecto (fuente: IDAE).

#### 4.2.2. VIENTO

Los vientos prevalentes en Madrid circulan en dirección NE-SO, con velocidades en torno a 8 Km/h de media, siendo primavera y comienzos de verano las temporadas de vientos más intensos, lo que favorece las estrategias basadas en la ventilación natural en las estaciones atemperadas, como en primavera.

El siguiente gráfico en la Figura 9 muestra la rosa de vientos típica de Madrid basada en los datos de los últimos 20 años.

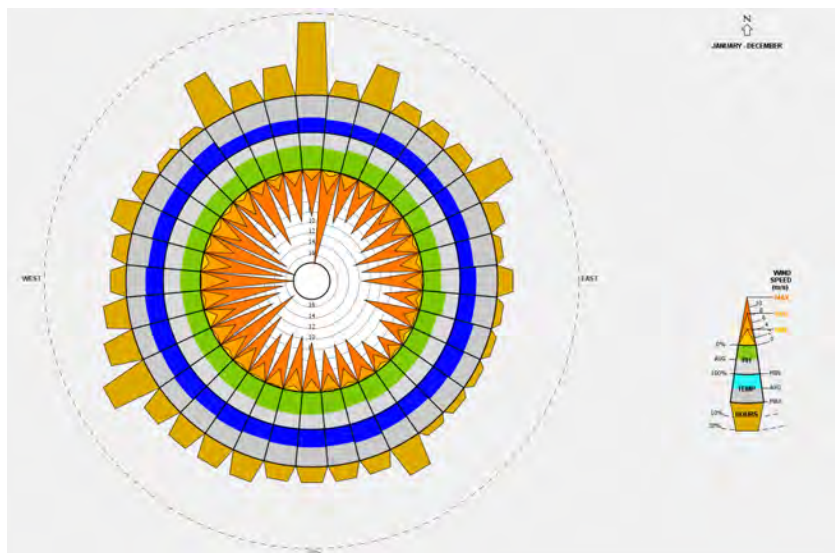


Figura 12: Rosa de vientos típica de Madrid. Fuente: Climate Consultant v6.

#### 4.2.3. SOLEAMIENTO

Madrid tiene un índice de soleamiento muy alto, con una media de más de 7 horas y media de sol al día. El mes con menos horas de sol en Madrid es diciembre, dándose una media de unas 4 diarias y coincidiendo con la época del año con menos luz diurna. Este índice hace de Madrid una localización propicia para la generación de electricidad basada en tecnología fotovoltaica. Dada la ubicación del desarrollo, sin edificaciones en altura en su entorno próximo que puedan emitir sombras, el potencial de generación energética para el ámbito es muy alto.

El gráfico de la figura siguiente muestra el gráfico de radiación solar directa, difusa y total, mostrando el alto nivel de captación solar potencial del ámbito.

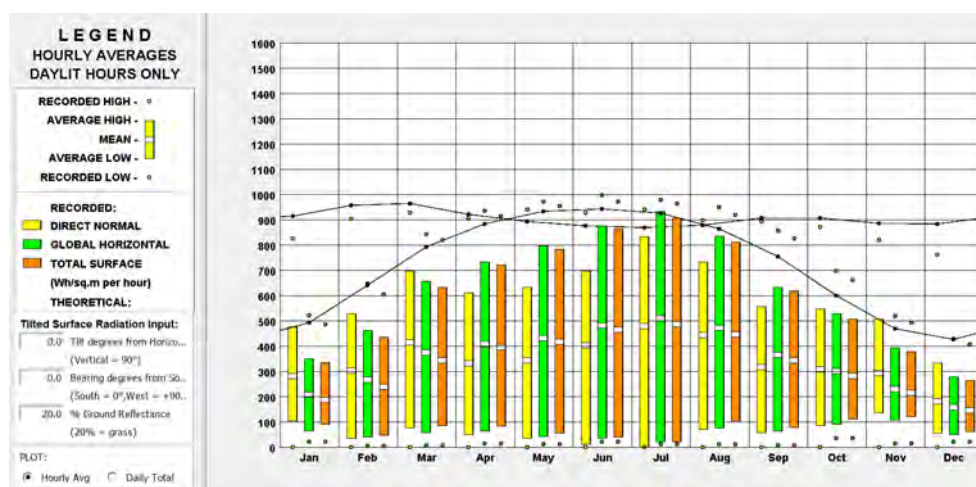


Figura 13: Gráfico de radiación solar en Madrid basado en dato de los últimos 10 años. Fuente: Climate Consultant v6

## 5. ESTRATEGIA ENERGÉTICA

El siguiente análisis de contenidos del plan urbano propuesto para el APR 16.02 “Los Almendros M-40” está orientado a justificar el cumplimiento del artículo 43 de Ordenanza 4/2021, de 30 de marzo, de Calidad del Aire y Sostenibilidad del Ayuntamiento de Madrid. Este artículo requiere que el contenido del plan se haya desarrollado teniendo en cuenta un análisis de demanda energética del ámbito y se hayan tomado medidas necesarias para favorecer la sostenibilidad energética y calidad del aire.

### 5.1. ESTRATEGIA DE ACONDICIONAMIENTO PASIVO

#### 5.1.1. ESTRATEGIAS BIOCLIMÁTICAS APLICABLES

Los parámetros climáticos expuestos en la sección anterior definen el tipo de estrategias de acondicionamiento pasivo óptimas para el ámbito del Plan Parcial.

Las condiciones climáticas de Madrid favorecen unas condiciones de confort sin ningún tipo de estrategia de acondicionamiento pasivo o mecánico, en un 10,5% de las horas del año. Un porcentaje que por medio de la disposición de elementos de sombra en espacios exteriores y elementos de control solar en los cerramientos de los edificios, puede incrementarse a porcentajes notoriamente más elevados.

Con las condiciones de exposición solar del ámbito y la estructura permeable propuesta en el Plan Parcial, se pueden favorecer estrategias de ventilación nocturna que combinadas con la inercia térmica de la edificación pueden incrementar el porcentaje de tiempo en el que no es necesaria la climatización.

La combinación de estas estrategias con elementos paisajísticos y con elementos de juegos de agua que favorezcan un enfriamiento evaporativo, pueden influir decisivamente en reducir la demanda típica de climatización, especialmente en verano.

El siguiente gráfico psicrométrico, que nos permite relacionar las propiedades termodinámicas del aire húmedo con el efecto de la humedad atmosférica en los materiales y en el confort humano, muestra las horas del año en las que diferentes estrategias bioclimáticas pueden ampliar la zona de confort pasivo. Estas estrategias son recomendaciones a integrar en los futuros proyectos de urbanización y edificación, destacando como medidas principales el sombreado, la ventilación natural nocturna, enfriamiento evaporativo y la inercia térmica.

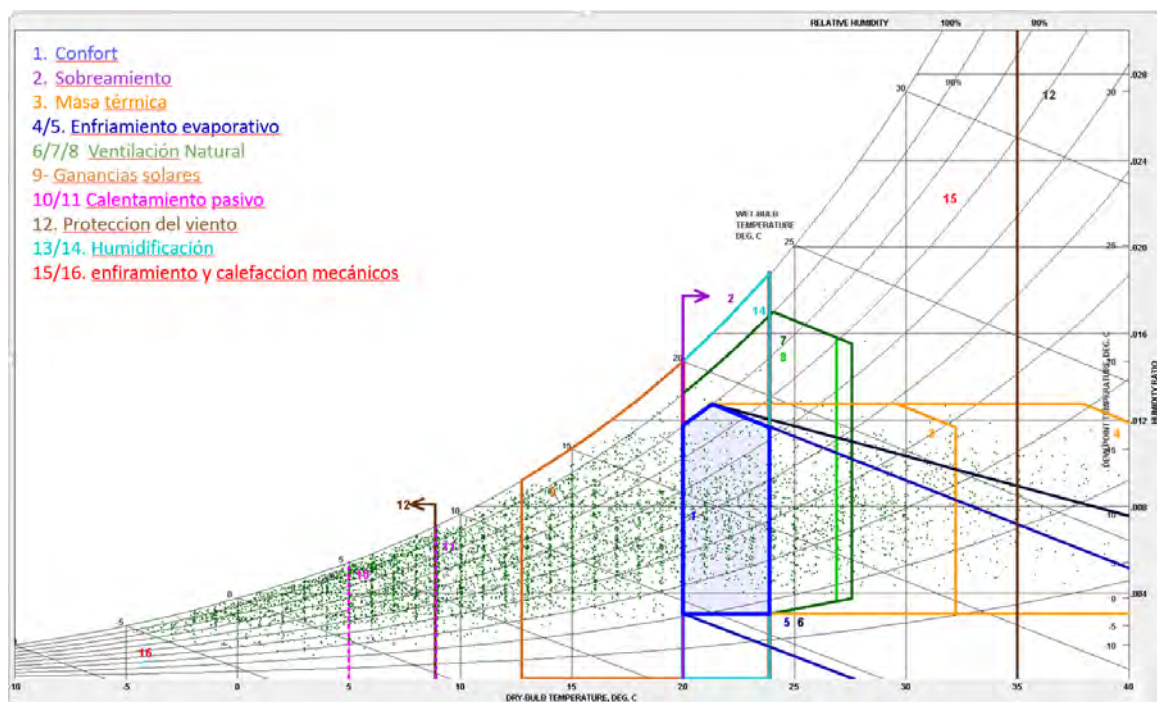


Figura 14: Diagrama psicrométrico de estrategias pasivas.

El Plan Parcial APR 16.02 “Los Almendros M-40” hace una propuesta de modelo urbano más permeable, que permite no solo una mayor conectividad y la implementación de una estrategia de movilidad activa, sino que también permite la implementación de estrategias de diseño bioclimático que fomentan la ventilación natural, por medio de la alineación de las aperturas propuestas con la dirección prevalente de los vientos, a la vez que se favorece una orientación óptima de los edificios, con prevalencia de fachadas SE y NO, lo que resulta óptima en la latitud de Madrid. Esta disposición permite un mayor aprovechamiento de las condiciones microclimáticas locales y resulta en una menor demanda energética a la vez que mejora las condiciones de confort higrotérmico en el modelo urbano generado.

### 5.1.2. ANÁLISIS MICROCLIMÁTICO DE NATURALIZACIÓN URBANA

Este documento realiza un análisis microclimático basado en una propuesta arquitectónica tipo no vinculante para el Plan Parcial. La intención es mostrar el potencial de la inclusión de sistemas de naturalización urbana en el desarrollo y su impacto sobre el microclima.

### **Metodología**

Partiendo del escenario actual, un gran espacio abierto ocupado actualmente mínimamente por algunas edificaciones existentes y el resto de terreno se encuentra sin uso y abandonado, sin actividad y mostrando toda la zona un aspecto con escasa o nula vegetación, se puede analizar claramente desde el punto de vista de microclima el valor del impacto positivo de la intervención planteada sobre la temperatura del aire en los terrenos hoy agrestes y carentes de vegetación, en particular en verano, que es el periodo más crítico microclimáticamente en Madrid, incidiendo en la naturalización urbana mediante la población de vegetación propuesta, la utilización de láminas de aguas, fuentes y juegos de agua, el diseño de espacios abiertos y espacios con grandes sombras mediante las plantaciones o bien con elementos como pérgolas, toldos y otros.



Figura 15. Análisis de estado de los terrenos en la situación actual del ámbito



Figura 16: Imagen no vinculante tras la inclusión de medidas de naturalización urbana en el ámbito en una propuesta hipotética tipo.

### **Resultado**

La integración de soluciones basadas en la implantación de medidas que potencien la naturaleza resulta en una reducción de la temperatura del aire a 1,5 metros de altura sobre el suelo es de hasta 1,5 °C en las horas centrales del día.

Esta diferencia de 1,5 °C entre la situación actual y la propuesta, muestra el potencial de reducción del efecto isla de calor gracias a la intervención propuesta y se traduce en una gran mejoría del confort térmico en este espacio gracias a las múltiples estrategias introducidas (elevada presencia de vegetación, pavimentos claros y permeables, de junta abierta, aplicación de SUDS).

### **Conclusión**

El Plan Parcial ofrece unas condiciones que el diseño puede aprovechar para mejorar notablemente la situación microclimática actual, reduciendo el efecto isla de calor de la zona, y mejora las condiciones de salud, habitabilidad, confort y bienestar para los habitantes de la comunidad, mediante la aplicación de estrategias de naturalización urbana y estrategias que reduzcan el estrés térmico en el escenario de cambio climático en el que nos encontramos.

### 5.1.3. ANÁLISIS DE CAPTACIÓN DE CO<sub>2</sub>

#### **Metodología**

El análisis de captación de CO<sub>2</sub> se basa en una comparación de los niveles de CO<sub>2</sub> que actualmente se absorben en la parcela en relación con las absorciones futuras que se producirán tras la plantación de los nuevos ejemplares arbóreos, utilizando los criterios de la “Guía para la estimación de absorciones de dióxido de carbono” y la “Calculadora de proyectos de absorción de dióxido de carbono” del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. La distribución de la vegetación actual en el ámbito y una propuesta usada como ejemplo para evaluar el potencial de captación en base a la superficie libre del desarrollo se muestran en las figuras siguientes.

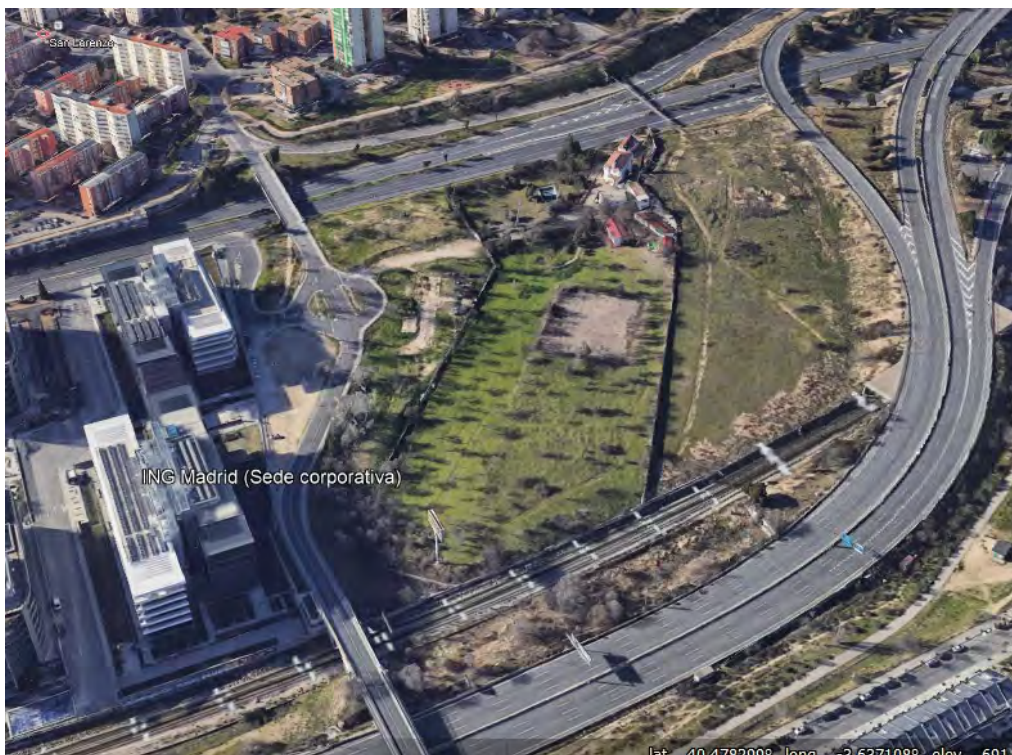


Figura 17: Vegetación existente en el ámbito.



Figura 18: Propuesta tipo de inclusión de vegetación en el Plan Parcial.

## **Resultados**

Teniendo en cuenta la densidad de la masa arbórea de las especies presentes en la situación actual, cuya especie mayoritaria es el almendro, localizados de manera dispersa (y en la zona de huerto a preservar), con un 48% de ejemplares. Otras especies abundantes son el olmo, ciprés y ailanto. Estas 4 especies suman el 74,8% de los ejemplares del ámbito, lo que a razón de una absorción de 0,03 t CO<sub>2</sub>/especie y Año obtenemos una captación aproximada a 12 t CO<sub>2</sub>/Año para una cantidad media de 400 árboles.

Mientras, para la situación del proyecto contemplamos una cantidad de incremento de plantaciones en aproximadamente 200 árboles más en la zona, con especies nativas, resistentes al clima y con bajas necesidades hídricas: Álamo (*Populus alba*), Olmo (*Ulmus minor*), Arce (*Acer pseudoplatanus*), Ciruelo rojo (*Prunus cerasifera*) y Pino piñonero (*Pinus pinea*)), lo que estimando un factor de captación medio de 0,08 tCO<sub>2</sub>/ especie y año, resulta un incremento de captación de CO<sub>2</sub> de 16 tCO<sub>2</sub>/año, es decir se obtiene un incremento de captación de CO<sub>2</sub> del orden de 133% mayor, aumentando en un 50% las plantaciones arbóreas existentes.

### **Conclusión**

**El desarrollo del Plan Parcial permite por medio de las nuevas plantaciones con integración en las zonas verdes y espacios libres propuestos, el incremento en la capacidad de captación de CO<sub>2</sub> del orden de por lo menos un 133 % mayor según el tipo de plantación a plantar, que la captación que se produce en la actualidad.**

## **5.2. SISTEMAS ACTIVOS Y FUENTES DE ENERGÍA. ELECTRIFICACION DE DEMANDA ENERGÉTICA PARA REDUCIR EMISIONES DE GASES CONTAMINANTES**

En línea con el objetivo de la ordenanza de Calidad del Aire y Sostenibilidad, en el Plan Parcial se plantea como prioritario una estrategia energética basada en la eliminación de aquellas fuentes de producción energética basadas en la combustión de gases. De esta forma en el planeamiento del Plan Parcial y en su desarrollo urbanístico se eliminan las emisiones de NO<sub>x</sub> derivadas de la combustión de gas natural, y los gases de efecto invernadero derivados de otros tipos de combustibles fósiles.

Se recomienda en el Plan Parcial de igual manera, que las propuestas edificatorias a desarrollar permitan que el equipamiento térmico se base en bombas de calor, evitando el uso de calderas de gas natural y favoreciendo la estrategia de electrificación de la demanda de energía, que permite la futura alimentación de demanda energética con energía eléctrica de origen renovable, bien producida in situ o bien importada de la red general de suministro.

De los análisis a continuación se comprueba el potencial de electrificación que se recomienda para el Plan Parcial y su potencial ahorro de emisiones y de gases contaminantes.

### **5.2.1. ANÁLISIS DEL POTENCIAL DE REDUCCIÓN DE EMISIONES CONTAMINANTES DE LOS VEHÍCULOS DE COMBUSTIÓN**

El presente análisis muestra el potencial del Plan Parcial en ahorro de emisiones contaminantes por la implantación de infraestructura para carga de vehículos eléctricos. Del análisis resulta una estimación de este potencial ahorro de emisiones contaminantes.

### **Metodología**

Analizamos las emisiones de un supuesto escenario “base” y luego comparamos estas emisiones con el escenario que se recomienda como objetivo para el plan, a este último escenario se le denomina escenario “Propuesta plan”.

*Escenario Base:*

Las emisiones estimadas del escenario base asumen un escenario en donde, de los vehículos esperados para la implantación del desarrollo urbano del Plan Parcial, sólo se incorporan un 10% de coches eléctricos al desarrollo y el resto son de gasolina y diésel.

*Escenario Propuesta Plan:*

Las emisiones estimadas del escenario "Propuesta Plan" resulta de asumir un escenario en donde se dispone de un 85 % de coches eléctricos y el restante 15% es aún de vehículos convencionales.

**Análisis**

El estudio compara las emisiones para cada escenario planteado, la diferencia de emisiones estimada indica el ahorro potencial de emisiones de la propuesta.

Partimos de la estimación del número de plazas de aparcamiento, según la edificabilidad prevista en el Plan Parcial y las indicaciones de las Normas Urbanísticas Plan General de Ordenación Urbana de Madrid (NNUU PGOUM97) – Artículo 7.5.35 Dotación de plazas de aparcamiento en función de usos de los edificios- estándares (n-2)" Ratio de 1,5 plazas de aparcamiento por cada 100 m<sup>2</sup>c edificable:

Edificab		vehic
36.272,60	m <sup>2</sup> c	242
10.000,00	m <sup>2</sup> c	67
Total plazas		308

En cuanto a vehículos convencionales (gasolinas y diésel), estimando a una media de recorrido de 15.000 km/Año y un consumo de 10 Km/l, considerando además un Factor de emisión para vehíc Gasolina 95: 2,180 kg CO<sub>2</sub>/l (Fuente: GUÍA PARA EL CÁLCULO DE LA HUELLA DE CARBONO Y PARA LA ELABORACIÓN DE UN PLAN DE MEJORA DE UNA ORGANIZACIÓN):

	km/Año	Km/l	l/Año	CO <sub>2</sub> /l	kg CO <sub>2</sub> /Año
por vehículo convencional	15000	10	1500	2,18	3270

En cuanto a vehículos eléctricos, estimando que un vehículo eléctrico consume de media 15 kWh de electricidad cada 100 kilómetros (fuente: AEDIVE), las emisiones generadas para obtenerla equivaldrían a 58 gramos de CO<sub>2</sub> por kilómetro recorrido.

La Secretaría de Estado de Energía ha tenido en cuenta los datos del Centro Común de Investigación de la Comisión Europea, que cifran en 402 gCO<sub>2</sub>eq/kWh las emisiones procedentes de la electricidad consumida a baja tensión en España en 2015. No obstante, al aplicar un factor de mejora para actualizar dicho valor se obtiene una cifra nacional media de intensidad de emisiones para dichos vehículos de 388 gCO<sub>2</sub>eq/kWh, a la que se le aplica un factor de conversión de 3,6 MJ/kWh, con arreglo al Informe Well-to-Wheels, publicado por el Centro Común de Investigación de la Comisión Europea. La cifra final son 108 gramos de CO<sub>2</sub> por kWh consumido:

	km/Año	kWh/100 Km	kWh/Año	grCO <sub>2</sub> /kWh	kg CO <sub>2</sub> /Año
por vehículo eléctrico	15000	15	10	108	1,08

Finalmente:

<u>Escenario base</u>			
Tot vehíc	Vehic Convenc	Vehic eléctric	Total
			(kg CO <sub>2</sub> )
	90%	10%	
308	277	31	
kg CO <sub>2</sub> /Año	3270	1,08	
kg CO <sub>2</sub>	905.790,00	33,48	905.823,48

<u>Escenario 2030</u>			
Tot vehíc	Vehic Convenc	Vehic eléctric	Total
			(kg CO <sub>2</sub> )
	15%	85%	
308	46	262	
kg CO <sub>2</sub> /Año	3270	1,08	
kg CO <sub>2</sub>	150.420,00	282,96	150.702,96

De lo que se aprecia claramente que **la propuesta de potenciación de reducción de gases contaminantes por implantación de infraestructura para carga de vehículos eléctricos es notoriamente favorable en la propuesta, presentando un orden de reducción del 83% en la generación de gases contaminantes por vehículos convencionales, frente a la propuesta de plazas de aparcamientos con carga eléctrica para potenciar el uso de vehículos eléctricos.**

### **5.2.2. ANÁLISIS DE REDUCCIÓN DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE FÓSIL POR IMPLANTACIÓN DE BOMBAS DE CALOR**

El análisis presenta una estimación del potencial ahorro en emisiones de combustibles de origen fósil que significará la implantación de bombas de calor eléctricas en la generación de calor.

#### ***Metodología***

La metodología del estudio se basa en las emisiones del escenario considerado como “base” o escenario sin las medidas que permite el Plan Parcial y las compara con el escenario “propuesta” que habilita el Plan Parcial. La diferencia de consumos de ambos escenarios mostrará el potencial ahorro de combustible que habilita la implantación del plan.

#### ***Caso Base***

En este estudio, el caso base asume un escenario en donde sólo se incorporan en los desarrollos inmobiliarios nuevos calefacción a gas natural (instalación térmica que cumple con los requerimientos mínimos del actual CTE).

#### ***Caso Propuesto***

El escenario propuesto por el plan asume un escenario potencial en donde los edificios se ejecutan con un sistema de calefacción mediante bombas de calor eléctrica. El estudio de ahorro de combustible fósil se analiza a continuación:

#### ***Análisis***

En el Plan Parcial del APR 16.02 “Los Almendros M-40”, se ha diseñado la propuesta urbanística en el Proyecto Básico de urbanización de tal manera de electrificar lo máximo posible la demanda energética del Plan Parcial, eliminando de esta manera las emisiones de gases contaminantes.

Las previsiones de demandas de energía del Proyecto Básico de urbanización están referidas a la demanda máxima que supondrán los usos previstos (Terciario y Equipamiento) sobre las redes energéticas de suministro, que en este caso se limitan a las existentes en el entorno urbano, de electricidad y de gas natural.

Para el presente análisis se toma en cuenta la demanda previsible de calefacción en Madrid de acuerdo al CTE:

<b>Escenario Base</b>	
Superficie. edificable	36.272,60 m <sup>2</sup>
Emisiones debidas a la calefacción con gas natural	Consumo Combustible fósil y emisiones:
	Gas Natural: 64.820,45 m <sup>3</sup> /año
	CO <sub>2</sub> : 501.522,05 kg/año
	NO <sub>x</sub> : 67,75 kg/año

<b>Escenario Propuesta</b>	
Sup. edificable	36.272,60 m <sup>2</sup>
Emisiones debidas a la calefacción de viviendas mediante bomba de calor eficiente eléctrica	Consumo combustible fósil y emisiones:
	Gas Natural: 0 m <sup>3</sup> /año
	CO <sub>2</sub> : 420.279,00 kg/año
	NO <sub>x</sub> : 0 kg/año

<b>Resultado:</b>	<b>Ahorro potencial de Gases contaminantes y emisiones que permite la propuesta:</b>
Emisiones del escenario potencial menos emisiones Escenario base	Gas Natural: 64.820,45 m <sup>3</sup> /año (-100%)
	CO <sub>2</sub> : 81.243,055 kg/año (-16,20%)
	NO <sub>x</sub> : 67,75 kg/año (-100%)

Como se puede observar del análisis anterior, **la electrificación de la demanda de calefacción satisfecha con energía eléctrica (bombas de calor) en detrimento del uso de energías contaminantes (gas natural) supondría una reducción notable de gases contaminantes sobre el total de la demanda.**

La estrategia bioclimática propuesta, además contribuye a incrementar la eficiencia de este tipo de sistemas de climatización basados en bombas de calor, puesto que las reducciones de temperatura ambiente conseguidas por medio de esta estrategia, favorecerá a su vez la reducción de la demanda de climatización al disminuir las pérdidas por transmisión térmica en verano y, en el caso de electrificar los sistemas de producción de ACS y clima, mediante el uso de sistemas como la aerotermia con bombas de calor, una temperatura menor del aire contribuye también a incrementar la eficiencia de estos sistemas resultando el conjunto en un menor consumo energético.

**Partiendo de este análisis, y teniendo en cuenta las prescripciones de la ordenanza 4/2021 a la que atiende el presente estudio, existiría un considerable margen disponible para el aumento de la electrificación en detrimento de consumo de gas natural y que se ha de tener en cuenta para la proposición de medidas de sostenibilidad energética en el ámbito del APR 16.02 Los Almendros M-40.**

### **5.3. APROVECHAMIENTO DE ENERGÍAS RENOVABLES**

El Plan Parcial APR 16.02 “Los Almendros M-40” promueve el aprovechamiento de energías renovables, mediante el diseño y habilitación de espacios necesarios para su generación y almacenamiento distribuido.

Se promueven las siguientes medidas:

- Reserva de espacios para producción de energía renovable fotovoltaica en cubiertas de edificios.
- Integración de elementos de producción de energía renovable en el paisajismo y áreas de aparcamientos en superficie.

Se recomienda que en el desarrollo se habilite la posible generación de energía eléctrica renovable, especialmente mediante la implantación a nivel local de instalaciones de energía solar fotovoltaica in situ en las cubiertas de los edificios o en marquesinas sobre los aparcamientos.

El análisis efectuado a continuación incide en la capacidad de generación de energía renovable eléctrica que permite la propuesta en base a los parámetros de edificabilidad y ocupación de parcela establecidos en la propuesta del Plan Parcial.

El estudio presenta las emisiones ahorradas de CO<sub>2</sub> que posibilitan varios escenarios de implantación de paneles fotovoltaicos en la edificación que permite el Plan Parcial. Cada uno de estos escenarios incluye un porcentaje de cobertura de la demanda eléctrica posible, con diferentes niveles de cobertura con paneles fotovoltaicos susceptibles de ser instalados en las cubiertas de los posibles edificios a desarrollar en las parcelas.

El escenario 1 corresponde al estado de no producción de energía solar fotovoltaica. El escenario 2 corresponde a la generación de energía solar fotovoltaica con implantación de placas solares en las cubiertas de los futuros edificios de usos terciarios. El escenario 3 corresponde a la implantación de placas solares en las cubiertas de edificios de uso terciario y en el uso del equipamiento metropolitano.

Cabe destacar que el presente análisis indica la capacidad potencial de generación de energía solar fotovoltaica, la implantación real de energía fotovoltaica renovable dependerá del diseño de cada uno de los desarrollos edificatorios que habilita el plan.

Escenarios de generación fotovoltaica posibles que habilita el plan	Generación de energía renovable fotovoltaica (kWh)	Superficie horizontal estimada para paneles fotovoltaicos (m <sup>2</sup> )	Reducción de las emisiones de la Edificación por energía renovable (%)
Escen 1	0,00	0,00	0
Escen 2	253.946,69	1.140,93	20%
Escen 3	634.864,42	2.850,01	50%

El análisis muestra que el desarrollo ofrece la **posibilidad de reducir las emisiones de NO<sub>x</sub> en el orden del 20% por medio de la eliminación del gas natural, y de un 50% para gases de efecto invernadero, si se maximiza la instalación de sistemas de producción fotovoltaica.**

## **6. RECOMENDACIONES AL PROYECTO DE URBANIZACIÓN Y DE EDIFICACIÓN**

Se proponen en este capítulo las medidas de eficiencia energética y uso de energías renovables que, tras el análisis previo, se consideran necesarias para satisfacer las exigencias de sostenibilidad energética y calidad del aire adaptadas a las necesidades específicas del ámbito del Plan Parcial APR 16.02 “Los Almendros M-40”.

En cumplimiento de la ordenanza 4/2021, las medidas se plantean teniendo en cuenta los aspectos señalados en los apartados 1 y 2 del artículo 43 y con los objetivos recogidos en el artículo 41.

### **6.1. RECOMENDACIONES PARA EL PROYECTO DE URBANIZACIÓN: ESPACIOS LIBRES Y VIARIO**

De acuerdo a lo establecido en la ordenanza 4/2021, el planeamiento urbanístico, y en este caso la propuesta de ordenación para el Plan Parcial, debe adoptar criterios y plantear actuaciones encaminados a lograr unas condiciones de ordenación y desarrollo interior que tengan en cuenta y permitan aprovechar los factores bioclimáticos específicos del lugar, faciliten la electrificación de la demanda (incluyendo la del transporte atraído y generado y de las futuras edificaciones públicas y privadas) y el aprovechamiento de energías renovables, preferentemente de modo distribuido. Todo ello atendiendo a las condiciones específicas del ámbito de planeamiento.

El diseño del Plan Parcial APR 16.02 “Los Almendros M-40” promueve la reducción de la demanda energética gracias a la disposición de los viales y su orientación, así como a los espacios libres diseñados para la zona verde propuesta, y posibilita la implementación de sistemas de producción basados en energía eléctrica, que proporcionan eficiencias más altas y un uso racional de la energía. Esta combinación de eficiencia y comportamiento pasivo disminuirán el consumo de energía primaria de la urbanización y de las futuras edificaciones propuestas en dicho planeamiento.

El objetivo de estas recomendaciones es aprovechar el potencial identificado en el Plan Parcial y promover un modelo energético y de movilidad sostenible. Para ello se proponen las siguientes estrategias que contribuyan a alcanzar el objetivo de reducir al 100% las emisiones atribuidas al uso de combustibles fósiles, en instalaciones y vehículos, y se consigan los objetivos de mejorar las condiciones de habitabilidad en el ámbito:

- Recarga de vehículos eléctricos: en los aparcamientos se instalarán las canalizaciones hasta las plazas de aparcamiento y los módulos de reserva en la centralización de contadores, tal

y como se describe en la (ITC) BT-52, dando cobertura al 25% de las plazas, así mismo se dotará de una estación de recarga por cada 10 plazas, con una cobertura del 10% de las plazas.

- Aparcamiento preferente Se designará el 10% de las plazas de aparcamiento en la urbanización como plazas de aparcamiento preferente para vehículos de uso compartido
- Áreas verdes
  - Se destinará una superficie ajardinada. Las especies seleccionadas para el ajardinamiento deberán de ser autóctonas de acuerdo con el control ambiental del Ayuntamiento de Madrid Art.5.1.2 del PGOUM.
  - Se planificará el diseño de paisajismo en base a las condiciones microclimáticas de la parcela y seleccionando las especies con el criterio principal de reducir la demanda de riego. Asimismo, la selección de especies tendrá en cuenta las condiciones del desarrollo y las variaciones estacionales justificando su impacto sobre el área de sombra estacional en viales y edificios.
  - El sistema de riego de áreas verdes cumplirá con los siguientes criterios:
    - Se incluirá un contador de agua específico para el riego
    - Se instalarán programadores de riego ajustados a las necesidades hídricas concretas de la plantación
    - Se instalarán sensores de lluvia, de humedad del suelo y/o de viento, en el caso que estos factores puedan modificar las necesidades de riego
    - Se instalarán detectores de fugas
    - Se instalarán aspersores de corto alcance en las zonas de césped
    - Los árboles y arbustos y plantas leñosas se regarán por sistemas de goteo
    - Se diseñará el riego con sistemas de prevención de la escorrentía.
    - Se utilizarán prioritariamente aguas pluviales y/o regeneradas limitándose el uso del agua potable a 1.600m<sup>3</sup>/ha/año
    - Siempre que sea posible se empleará riego localizado por goteo. Si no fuese posible, se utilizarán aspersores de corto alcance o baja presión dirigidos hacia el suelo.

- Se incorporará como parte integrante del proyecto de urbanización un capítulo donde se analicen los siguientes aspectos:
  - Estudio de condiciones ambientales que se use como base para el proyecto de urbanización interior de la parcela en el que se analicen los siguientes aspectos:
    - Condiciones microclimáticas
    - Se realizará un análisis de las condiciones microclimáticas locales actuales y a futuro usando como base los datos climáticos actuales y escenarios futuros para el 2050 generados por el AEMET para establecer la base de la estrategia energética y de confort del proyecto actual y en el escenario de cambio climático, en especial para mitigar el Efecto de Isla de Calor Urbana.
  - Los sistemas y soluciones adoptadas para reducir el consumo de agua en las zonas verdes

## **6.2. RECOMENDACIONES DESTINADAS A LOS FUTUROS PROYECTOS DE EDIFICACIÓN**

El objetivo de estas recomendaciones es facilitar la implementación de las estrategias de diseño pasivo claves para la reducción de la demanda como fundamento de la estrategia energética que permita el cumplimiento del nuevo CTE y la alineación con los criterios en materia de cambio climático indicados en la Taxonomía para nuevas edificaciones.

En relación a los futuros edificios, la propuesta del Plan Parcial introduce condiciones, espacios e infraestructuras que contribuyan a que aquellos puedan ser de consumo de energía casi nulo, en los términos que establece el Código Técnico en el DB HE (del CTE), favoreciendo que los edificios reduzcan su demanda energética, se aumente la eficiencia de las instalaciones y se recurra principalmente al uso de energía procedente de fuentes renovables (incluyendo las de calor residual) y sin emisiones, si es posible generada y almacenada de forma centralizada y distribuida, logrando así que el consumo de energía primaria sea lo más reducido posible, especialmente para la de origen no renovable.

Tras el análisis desarrollado anteriormente, se proponen las siguientes medidas a tener en cuenta en los futuros proyectos de edificación en el interior del Plan Parcial APR 16.02 “Los Almendros M-40”:

### **Sostenibilidad de la edificación de nueva planta**

- Criterios de arquitectura bioclimática entendida como la que tiene por objeto la consecución de un gran nivel de confort térmico mediante la adecuación del diseño, la

geometría, la orientación y la construcción del edificio a las condiciones climáticas de su entorno.

Los Proyectos de Edificación deberán incluir una estrategia energética en el que se demuestre el cumplimiento de calificación energética según la normativa nacional que trasponga la Directiva (UE) 2018/844 y las directrices posteriores eficiencia energética en edificios que vengán a sustituirla o modificarla, con una certificación mínima.

En la estrategia energética se tendrán en cuenta los siguientes criterios de arquitectura bioclimática:

- Las fachadas (aberturas y forma) y la distribución interior de los edificios se diseñarán para conseguir el máximo aprovechamiento de calor y luz natural, evitando incluir elementos de ganancia solar (lucernario, claraboya, etc.) que no estén adecuadamente sombreados durante el verano. Se incorporarán dispositivos de sombreado de ventanas y fachadas.
- Se considerará el color de la fachada de los edificios como un factor de control de la radiación solar primando colores claros que reduzcan las ganancias por transmisión.
- Las ventanas y puertas tendrán un coeficiente de transmisión térmica inferior a 0,8 W/m<sup>2</sup>/K incluido el marco y el coeficiente de todos los cerramientos opacos de los edificios tendrán un coeficiente de transmisión térmica de 0,1 W/m<sup>2</sup>/K de acuerdo al estándar Passive House para climas templados.
- La demanda de calefacción y refrigeración de los edificios será inferior a 15kW/h/m<sup>2</sup> de acuerdo al estándar Passive House. Se incluirá una memoria justificativa de esta demanda en el proyecto de ejecución.
- La instalación de ascensores en nueva edificación se hará con mecanismos de maniobra selectiva, que activan únicamente la llamada del ascensor que se encuentra más cerca del punto requerido y con motores de regeneración energética.
- Todos los sistemas de iluminación estarán basados en tecnología LED para reducir la demanda y minimizar las cargas internas en la edificación.
- Los nuevos edificios deberán proporcionar instalaciones de recarga inteligente de vehículos eléctricos para un mínimo del 10% de las plazas de aparcamiento. Estos equipos deberían estar dotados de sistemas de recarga inteligente V2G que

permita que las baterías de estos vehículos funcionen como acumuladores de energía renovable.

- En todas las nuevas edificaciones se instalarán medidores de consumo energético inteligentes para todas las fuentes de energía usadas en el edificio y para cualquier uso final de energía individual que represente el 10% o más del consumo anual total del edificio.

### **Reducción de emisiones**

- En edificaciones se realizará un Análisis de Ciclo de Vida de los proyectos para evaluar el impacto en la huella de carbono embebido de los materiales seleccionados y el proceso constructivo. Se evaluarán al menos 3 opciones de acuerdo con las normas ISO 14040 y 14044 y la norma BS EN 15978 para seleccionar la que tenga menos impacto en su ciclo de vida completo. La opción elegida debe de demostrar una reducción de impacto en la categoría de cambio climático (Kg CO<sub>2</sub>e) de al menos un 20% y al menos un 5% de reducción en 2 de las siguientes categorías:
  - Destrucción de la capa de ozono (Kg CFC-11e)
  - Acidificación (Kg SO<sub>2</sub>e)
  - Eutrofización (Kg N)
  - Ozono troposférico (kg NO<sub>x</sub>)
  - Consumo de fuentes de energía no renovables (MJ)

### **Producción de energía renovable**

- La contribución mínima de energía renovable cubrirá al menos el 40% de la demanda energética anual para ACS y/o climatización, obtenida a partir de los valores mensuales, calculada según se indica en la Sección HE4 del Código Técnico de la Edificación.
- Para la integración de sistemas de producción de energía solar térmica para Agua Caliente Sanitaria, con independencia del obligado cumplimiento de las determinaciones incluidas en el Código Técnico de la Edificación, se recomienda seguir las indicaciones establecidas en la "Propuesta de Ordenanza Municipal de captación de energía solar para usos térmicos" desarrollada por el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía.

**Condiciones de salud y bienestar**

- Control del efecto Isla de Calor: El 50% del área no ocupada por instalaciones de las cubiertas de las nuevas edificaciones tendrán que estar ajardinadas.

**Movilidad activa**

- Con el fin de promover la movilidad activa y facilitar el tráfico peatonal y desplazamiento en bicicleta, todos los edificios reservarán un espacio, no computable a efectos de edificabilidad ni ocupación, dotada de las necesarias condiciones de guarda y custodia destinada al depósito de bicicletas y vehículos ligeros (para personas de movilidad reducida) cero emisiones.

**Garantía de sostenibilidad del proyecto de edificación**

- Se incorporará como parte integrante del proyecto de edificación un capítulo donde se analicen los siguientes aspectos:
  - o Estudio de orientaciones, donde se justifiquen los criterios adoptados para reducir la demanda energética y optimizar el aporte solar para calefacción pasiva, iluminación y ventilación natural para minimizar las pérdidas de calefacción en el invierno y disminuir los consumos energéticos en el periodo veraniego.
  - o Los sistemas y soluciones adoptadas para mejorar la eficiencia energética del edificio
  - o Los sistemas y soluciones adoptadas para reducir las emisiones generadas por el edificio
  - o Análisis de Ciclo de Vida de los materiales seleccionados de acuerdo con las normas ISO 14040 y 14044 y la norma BS EN 15978 para seleccionar la que tenga menos impacto en su ciclo de vida completo. La herramienta para la realización de este análisis deberá de estar reconocida por cualquiera de los sistemas de certificación de sostenibilidad relevantes en el mercado internacional.
  - o La justificación de la contribución de la energía renovable generada en el edificio en relación con su demanda energética. La selección de los sistemas de generación de energía renovable se realizará en base a un estudio de viabilidad que identifique

las fuentes óptimas para la ubicación en base a sus condicionantes microclimáticos y urbanos. Se consideran como fuentes renovables aceptables:

- Fotovoltaica
- Solar Térmica
- Eólica

No se considerará aceptable el uso de biomasa ni los sistemas de aerotermia como fuente de energía renovable.

- Condiciones y soluciones acústicas adoptadas
- Los sistemas y soluciones adoptadas para reducir el consumo de agua en el edificio
- Un análisis de la huella hídrica del edificio analizando el balance de agua potable consumida y la tasa de descarga a la red

## 7. RESUMEN Y CONCLUSIONES

El presente informe proporciona un análisis y recomendaciones para que la propuesta urbana incluida en el Plan Parcial APR 16.02 “Los Almendros M-40” responda a los puntos de la ordenanza de Madrid de Calidad del Aire y Sostenibilidad, Título VI en sus apartados 41 y 43, en concreto en los siguientes aspectos:

### **Justificación de la calidad ambiental:**

El Plan Parcial propuesto permite la inclusión de medidas de eficiencia energética y producción y uso de energías renovables. Este informe incluye el análisis de las características climáticas y de infraestructura que posibilitan estas medidas, así como estudios complementarios que informan de la capacidad del plan propuesto para reducir la demanda energética gracias a la integración de estrategias pasivas, medidas de eficiencia energética y generación de energías renovables. Estas estrategias combinadas permiten la reducción de consumo de combustibles fósiles y la consecuente reducción o eliminación de emisiones contaminantes.

El Plan Parcial posibilita la inclusión de infraestructuras que posibiliten la integración de sistemas de suministro de energía eléctricos y puntos de recarga que promuevan el transporte eléctrico renovable. Adicionalmente el informe presenta un análisis de la capacidad del Plan Parcial de albergar sistemas de generación eléctrica renovable según varios posibles escenarios. El estudio presenta recomendaciones a nivel de proyecto de urbanización y de edificación:

### **Proyecto de Urbanización:**

En línea con los requerimientos del artículo 43 de la ordenanza de Calidad de Aire y Sostenibilidad del Ayto. de Madrid, este informe incluye recomendaciones que tienen en cuenta los siguientes aspectos:

- Diseño en base a criterios bioclimáticos que se favorecen en la propuesta del Plan Parcial como la implementación de estrategias de ventilación natural y sombreado, como claves para la reducción de la demanda energética.
- Integración de pavimentos y acabados de colores claros, Sistemas de Drenaje Urbano Sostenible y soluciones basadas en la naturaleza con especies vegetales adaptadas a la zona y el clima y con bajas necesidades hídricas. Todas estas medidas contribuyen a la reducción de la temperatura del aire mitigando el efecto Isla de Calor y contribuyen a la mitigación al cambio climático por su capacidad de captación de CO<sub>2</sub>.

- La electrificación de la demanda. Se presentan las posibilidades de electrificación de la demanda que plantea el Plan Parcial, electrificación bien mediante posible incorporación de bombas de calor para calefacción en los edificios, bien con la incorporación de vehículo eléctrico sostenible.
- El aprovechamiento de energías renovables, que muestra un potencial de hasta un 50% de reducción de la demanda en un escenario de electrificación total de los sistemas y de aprovechamiento máximo de las superficies disponibles en el desarrollo para producción fotovoltaica.

### **Proyectos de Edificación:**

Este estudio proporciona recomendaciones para que el diseño de las futuras edificaciones a desarrollar, cumplan con los requerimientos del código técnico (CTE) tanto en cuanto a reducción de demanda térmica como a generación de energía renovable. Se recomienda la inclusión de previsiones en el desarrollo de las parcelas que permitan la materialización de los objetivos marcados por la Ordenanza en cuanto a eficiencia energética y reducción de emisiones por medio de las siguientes medidas clave:

- Inclusión de criterios de diseño pasivo en la edificación que incluyan una correcta orientación, estrategias de ventilación natural, inercia térmica, sombreado, selección de materiales de colores claros y la inclusión de soluciones basadas en la naturaleza.
- Diseño de sistemas de clima 100% eléctricos basados en bombas de calor que permiten la eliminación de calderas de gas.
- Integrar sistemas de producción de energía fotovoltaica en cubiertas, e integración de elementos de sombreado.
- Integrar sistemas BMS (Building Management System, concepto edificio inteligente) que permitan la conexión a futura red de distrito para contribuir a la agregación de la demanda y ser parte de una red inteligente de distrito.
- En el caso de aparcamientos en superficie de más de 1000 m<sup>2</sup>, incluirán generación fotovoltaica permitiendo el autoconsumo.

Se ha efectuado un análisis de factores climáticos e implantación de las medidas indicadas en la ordenanza de Madrid de Calidad del Aire y Sostenibilidad, obteniendo en todos los casos un grado de cumplimiento elevado para la propuesta del Plan Parcial, con un alto porcentaje de reducción de gases

contaminantes y sin emisiones, contribuyendo también a la mejora de la calidad del aire en el entorno de la propuesta, mediante el planteamiento de un uso más racional de la energía, un mayor ahorro energético y un consumo basado preferentemente en la utilización y generación de energías renovables.

Si atendemos a la Hoja de Ruta Madrid 2030, el Ayuntamiento de Madrid se plantea una reducción de -53 % en el consumo energético en tipología de uso Deportivo (Equipamiento) aumentando así la expectativa en una mayor eficiencia y un mayor ahorro en el consumo energético (Documento “El Ayuntamiento de Madrid y la autosuficiencia energética”, v. 18/12/2017, Fundación energías renovables):

*Un análisis detallado por cargas y tipologías pone de manifiesto como las medidas tomadas en **climatización** tienen mayor repercusión en el ahorro total y, en especial, en las tipologías menos electrificadas como **Deportivo, Educativo y Servicios Sociales**.*

*Sobre los consumos contabilizados (331 GWh) y los que no han podido ser evaluados (15 GWh), se ha estimado un potencial de ahorro del 50%, de tal forma que en el Escenario de Eficiencia 2030 sobre el total de los consumos contabilizados en 2016, el ahorro se estima en 173 GWh. (ver **Tabla 7- 6**).*

**Tabla 7- 6. Escenario de Eficiencia por tipología y total a 2030.**

	Consumo total 2016, GWh	Escenario de ahorros a 2030	Consumo total EE-2030, GWh
<b>Administrativo</b>	49	<b>-43%</b>	28
<b>Cultural</b>	38	<b>-50%</b>	19
<b>Deportivo</b>	84	<b>-53%</b>	39
<b>Educativo</b>	85	<b>-51%</b>	42
<b>Otros</b>	21	<b>-51%</b>	11
<b>Seguridad</b>	18	<b>-50%</b>	9
<b>Servicios Sociales</b>	36	<b>-51%</b>	18
<b>TOTAL ANALIZADO</b>	<b>331</b>	<b>-50%</b>	<b>166</b>
<b>NO ANALIZADO</b>	15	<b>-50%</b>	7
<b>TOTAL</b>	<b>346</b>	<b>-50%</b>	<b>173</b>

*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).*

Como resultado del análisis efectuado y de las características de la ordenación diseñada en el Plan Parcial, se han propuesto una serie de medidas de eficiencia energética y el uso de energía renovable para su consideración tanto en el proyecto de urbanización como en los futuros proyectos de edificación, comprobando que se incrementa del orden de un 133 % la captación de CO<sub>2</sub> al tomar medidas pasivas de naturalización de la propuesta. De igual manera se reduce del orden de un 83 % la emisión de gases contaminantes de la combustión de vehículos frente a la propuesta de plazas de aparcamientos con puntos de carga eléctrica para potenciar el uso de vehículos eléctricos.

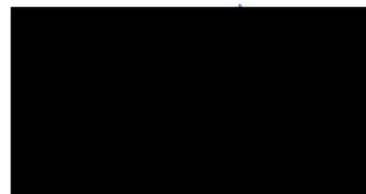
De igual manera la electrificación de la demanda de calefacción satisfecha con energía eléctrica (bombas de calor) en detrimento del uso de energías contaminantes (gas natural) supondría una reducción de -16% de CO<sub>2</sub> y reduce en un 100% la emisión de gases contaminantes como NO<sub>x</sub>. Por último se comprueba la posibilidad de reducir las emisiones de NO<sub>x</sub> en un 100% por medio de la eliminación del gas natural, y de hasta un 50% para gases de efecto invernadero, si se maximiza la instalación de sistemas de producción fotovoltaica.

**Estas medidas se formulan como recomendación para su traslado al Proyecto de Urbanización y futuros proyectos edificatorios.**

Con ello se considera cumplido tanto el objetivo general como los particulares que plantea la ordenanza de Madrid de Calidad del Aire y Sostenibilidad para el Plan Parcial del APR 16.02 "Los Almendros M-40".

Madrid, a 1 de julio de 2024

El Autor del Estudio



Fdo: Jorge Alexandri Varela

