



ANEXO 6. ESTUDIO DE CAMBIO CLIMÁTICO DOCUMENTO AMBIENTAL ESTRATÉGICO PLAN PARCIAL DEL SECTOR S-5 “COMILLAS” DEL PLAN GENERAL DE ALCOBENDAS

Autor del Encargo: JUNTA DE COMPENSACIÓN DEL SECTOR S-5 “COMILLAS”

Alcobendas (Madrid)

ENERO de 2025

ESTÁNDAR DE CALIDAD

El autor de este trabajo declara haber cumplido los protocolos de calidad desarrollados por Arnaiz 4.0 AIE para sus empresas y, en consecuencia, manifiesta que:

- Ha contado con la colaboración de profesionales cualificados y habilitados administrativamente para el desempeño de su carrera y ejercicio profesionales, bajo las premisas de independencia de criterio y solvencia técnica.
- El trabajo se ha desarrollado en un entorno de conocimiento colaborativo en el que Arnaiz 4.0 AIE garantiza los canales de comunicación para que los colaboradores de las empresas asociadas compartan su experiencia profesional y conocimientos científicos en áreas tan diversas como la Arquitectura, la Ingeniería, el Urbanismo, las Nuevas Tecnologías, la Construcción, la Economía, el Derecho, la Medicina, el Medio Ambiente, etc.
- Ha asignado suficientes medios materiales y dispone de solvencia financiera para el desarrollo del trabajo con plena independencia de criterio empresarial para la ordenación de sus propios recursos en términos de eficiencia.
- Posee medios tecnológicos y aplicaciones informáticas amparados en licencias y autorizaciones de proveedores de la más alta calidad.
- El tratamiento de la información y de los datos de sus clientes y proveedores se somete a protocolos permanentes de monitorización de seguridad para garantizar la confidencialidad y la ausencia de vulnerabilidades o ataques externos al entorno de trabajo.
- Sus procedimientos productivos se desarrollan bajo protocolos de cumplimiento normativo con especial énfasis en el respeto a la seguridad y salud laborales y al medio ambiente.

AVISO LEGAL

Este documento ha sido preparado en nombre y para el uso exclusivo del Cliente, y está sujeto y emitido de conformidad con el acuerdo entre el Cliente y el Autor.

El Autor no acepta responsabilidad alguna por el uso que terceras partes hagan de este informe. No está permitida la copia de este informe sin el permiso del Cliente o del Autor.

A) Regla de confidencialidad

Tampoco está permitida la reproducción o aprovechamientos de terceros de los procedimientos y sistemática de los mismos, cuya propiedad intelectual pertenece en exclusiva al autor y se destina a la utilidad de su cliente.

B) Implantación de los protocolos

Todos los datos personales a los que se tuviera acceso como consecuencia de la puesta en marcha del protocolo contenido en este documento se encuentran protegidos por la Ley Orgánica de Protección de Datos de Carácter Personal (LOPD) y su Reglamento.

ÍNDICE

ANEXO 6. ESTUDIO DE CAMBIO CLIMÁTICO	4
1. Introducción.....	4
1.1. Contexto legal.....	4
1.2. Contenido y estructura.....	6
2. Metodología	7
2.1. Mitigación y emisiones de GEI (huella de carbono).....	7
2.2. Adaptación al cambio climático y evaluación de riesgos (resiliencia frente al cambio climático)..	7
3. Cálculo de la Huella de Carbono.....	9
3.1. Datos sobre el planeamiento	9
3.2. Consideración de escenarios para el cálculo de la huella de carbono	10
3.3. Resultados de la huella de carbono.....	12
3.4. Medidas para la reducción de la huella de carbono.....	15
4. Adaptación y Riesgos asociados al Cambio Climático.....	19
4.1. Evaluación de impactos y riesgos del cambio climático	19
4.2. Medidas para la adaptación progresiva y la resiliencia frente al cambio climático	27

ANEXO 6. ESTUDIO DE CAMBIO CLIMÁTICO

1. Introducción

1.1. Contexto legal

El análisis del cambio climático en la evaluación ambiental de proyectos, planes o programas relacionados con la planificación y gestión territorial y/o urbanística se sustenta en dos documentos normativos de carácter estatal. En primer lugar, la **Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental**, según la cual, los promotores de planes, programas o proyectos sometidos a evaluación ambiental estratégica y evaluación de impacto ambiental deben analizar sus posibles efectos significativos sobre el cambio climático;

LEY 21/2013 DE EVALUACIÓN AMBIENTAL

ANEXO IV - Contenido del estudio ambiental estratégico

3. Las *características medioambientales de las zonas* que puedan verse *afectadas* de manera significativa y su *evolución* teniendo en cuenta el *cambio climático esperado en el plazo de vigencia del plan o programa*.
6. Los *probables efectos significativos* en el medio ambiente, incluidos aspectos como... la *incidencia en el cambio climático*, en particular una evaluación adecuada de la *huella de carbono* asociada al plan o programa [...].

En segundo lugar, la **Ley 7/2021, de 20 de mayo, de cambio climático y transición energética**, confirma que el «*cambio climático ya es una realidad y sus impactos se muestran con una amplitud y profundidad crecientes*». Considera que «*sectores clave de nuestra economía dependen del clima, entre otros algunos como la vivienda o las actividades económicas como la industria o el sector servicios*». Por todo ello, su articulado parte de la base de que las «*acciones de adaptación reducen la exposición y la vulnerabilidad de los sistemas sociales, económicos y ambientales frente al cambio del clima*». Y establece la obligación de integrar «*los riesgos derivados del cambio climático en la planificación y gestión de políticas sectoriales, como la territorial y urbanística, la de desarrollo urbano, la de edificación e infraestructuras del transporte*» entre otras.

LEY 7/2021 DE CAMBIO CLIMÁTICO Y TRANSICIÓN ENERGÉTICA

Artículo 21. Consideración del cambio climático en la planificación y gestión territorial y urbanística, así como en las intervenciones en el medio urbano, en la edificación y en las infraestructuras del transporte.

1. La planificación y gestión territorial y urbanística, así como las intervenciones en el medio urbano, la edificación y las infraestructuras de transporte, a efectos de su adaptación a las repercusiones del cambio climático, perseguirán principalmente los siguientes objetivos:

- a) La *consideración, en su elaboración, de los riesgos derivados del cambio climático*, en coherencia con las demás políticas relacionadas.
- b) La *integración*, en los instrumentos de planificación y de gestión, de las *medidas* necesarias para propiciar la *adaptación progresiva y resiliencia frente al cambio climático*.
- c) La adecuación de las *nuevas instrucciones de cálculo y diseño de la edificación y las infraestructuras de transporte* a los efectos derivados del cambio climático, así como la adaptación progresiva de las ya aprobadas, todo ello con el objetivo de disminuir las emisiones.
- d) La consideración, en el diseño, remodelación y gestión de la *mitigación del denominado efecto «isla de calor»*, evitando la dispersión a la atmósfera de las energías residuales generadas en las infraestructuras urbanas y su aprovechamiento en las mismas y en edificaciones en superficie como fuentes de energía renovable.

Teniendo en cuenta los citados textos legislativos, el presente Estudio da cumplimiento a los preceptos descritos en ellos.

1.2. Contenido y estructura

Teniendo en cuenta los citados textos legislativos, el presente estudio da cumplimiento a los preceptos descritos en ellos.

Por tanto, la consideración del cambio climático en el contexto del presente Plan Parcial se basa en el análisis del cambio climático desde dos vertientes:

a) Evaluación de la Huella de Carbono e impacto en la capacidad de sumidero

En esta sección se estima el impacto del planeamiento propuesto en las emisiones de Gases Efecto Invernadero (GEI), materializadas en el cálculo de la huella de carbono.

Se tendrán en cuenta los siguientes sectores:

- Emisiones procedentes de los consumos de energía de los nuevos usos (en este caso se trata de un instrumento de planeamiento que contempla usos residenciales, terciarios y de equipamientos).
- Emisiones procedentes de la movilidad.
- Emisiones asociadas a los cambios de uso del suelo (cálculo de la pérdida del stock de carbono y la evaluación de la capacidad de sumidero de superficies forestales y de cultivo afectadas).

Como resultado, en cada una de las fases, se formulan toda una serie de medidas y recomendaciones para la reducción de los GEI.

b) Adaptación al cambio climático

En esta sección se realiza una **evaluación de la vulnerabilidad** y un **análisis de riesgos asociados al cambio climático**, que constituyen la base para definir y aplicar medidas de adaptación concretas y particularizadas al ámbito de estudio para ayudar a reducir el riesgo residual a un nivel aceptable.

El análisis incluirá, por tanto:

- Análisis de la sensibilidad.
- Análisis de la exposición.
- Análisis de la vulnerabilidad.
- Análisis de probabilidad.
- Análisis de impacto.
- Evaluación de riesgos
- Definición de medidas de adaptación.

2. Metodología

2.1. Mitigación y emisiones de GEI (huella de carbono)

Para calcular la huella de carbono asociada al “Plan Parcial Sector S-5” se emplea la herramienta de cálculo de emisiones de gases de efecto invernadero (en adelante GEI) desarrollada por la Comunidad de Madrid de manera específica para el planeamiento urbanístico.

El objetivo de esta herramienta es su instauración como instrumento comprensivo y sintético para la cuantificación de las emisiones de GEI con la finalidad última de su valoración para la toma de decisiones en el actual contexto de crisis climática.

Este instrumento incluye las actividades derivadas e influyentes que deberían ser incluidas en la solicitud de inicio de los instrumentos de planeamiento urbanístico, dentro del procedimiento de evaluación ambiental estratégica simplificada, en relación con los potenciales impactos ambientales en materia de cambio climático, de acuerdo con el *artículo 29 de la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental*.

Supone además una propuesta de la información a incluir en la solicitud de inicio de los instrumentos de planeamiento urbanístico sometidos a evaluación ambiental estratégica ordinaria o simplificada en materia de cambio climático.

Esta herramienta de cálculo de huella de carbono es aplicable a los distintos tipos de planeamiento urbanístico lo que permite valorar el impacto de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), asociadas al planeamiento. Esto supone proporcionar en la práctica un asesoramiento científico y técnico en la valoración del cambio climático en expedientes administrativos urbanísticos de la Comunidad de Madrid.

En los cálculos integrados en dicha herramienta se incluyen los relativos al *consumo de energía, climatización y ACS, movilidad, consumo de agua y tratamiento y gestión de residuos, movilidad, alumbrado en viario público, agua de riego para zonas verdes y la captación de CO₂* por los sumideros de carbono en el ámbito objeto del planeamiento, tanto en la fase actual o de referencia, como en la propuesta por el planeamiento o escenario futuro.

En definitiva, para el planeamiento urbanístico en la Comunidad de Madrid, constituye la mejor opción para el cálculo de la huella de carbono en el contexto de la evaluación ambiental estratégica, que es el caso que nos ocupa.

2.2. Adaptación al cambio climático y evaluación de riesgos (resiliencia frente al cambio climático)

Marco teórico

El marco metodológico empleado para evaluar la adaptación al cambio climático es la publicación europea “**COMUNICACIÓN DE LA COMISIÓN: Orientaciones técnicas sobre la defensa contra el cambio climático de las infraestructuras para el período 2021-2027 (2021/C 373/01)**” (en adelante la *Comunicación 2021/C373/01* o simplemente la *Comunicación*), cuyo objetivo es «ofrecer unas orientaciones técnicas sobre la defensa contra el cambio climático de las infraestructuras para el período de programación 2021-2027».

Se trata, tal como se recoge en sus páginas, de una referencia útil para integrar las cuestiones relativas al cambio climático en las evaluaciones de impacto ambiental (EIA) y las evaluaciones ambientales estratégicas (EAE).

La Comunicación expone la importancia de evaluar la adaptación al cambio climático de los proyectos y planes en el marco de la EAE, en tanto que se trata de edificios, infraestructuras, etc. que “suelen ser de larga duración y pueden estar expuestas durante muchos años a un clima cambiante con repercusiones meteorológicas y climáticas extremas cada vez más adversas y frecuentes”.

Por lo tanto, la evaluación de la vulnerabilidad y el análisis de riesgos climáticos ayuda a determinar aquellos que son importantes y que sirven para definir, evaluar y aplicar medidas de adaptación específicas y concretas para un plan determinado, reduciendo y minimizando el riesgo residual a un nivel aceptable.

Enfoque metodológico

Partiendo, como base, de la *Comunicación 2021/C373/01*, el proceso metodológico para evaluar los riesgos asociados al cambio climático, en función de la vulnerabilidad, la sensibilidad y la exposición de la zona donde se integra el Plan Parcial y de sus características, así como de las proyecciones de cambio climático es el siguiente:

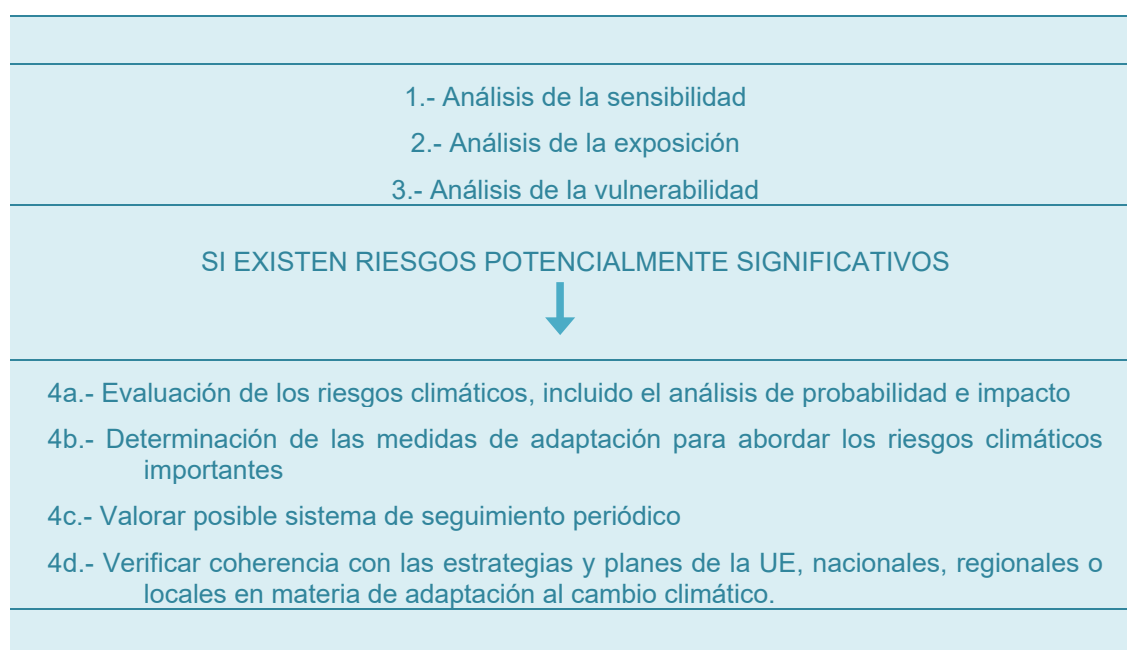


Figura 1. Esquema metodológico para adaptación. Fuente: elaboración propia según la Comunicación 2021/C373/01.

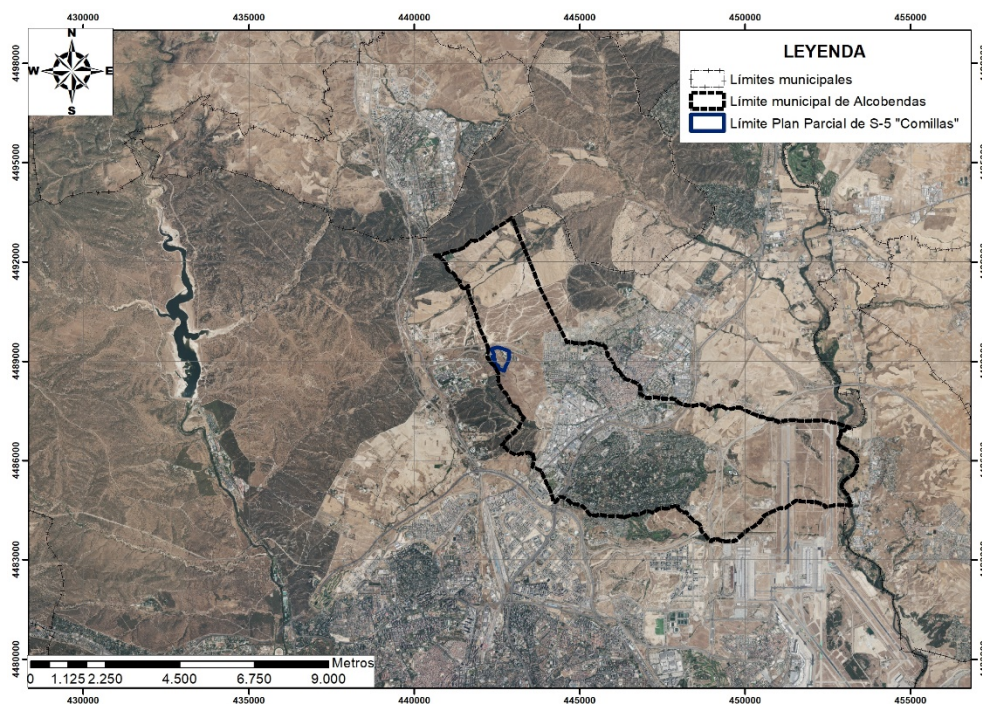
Las orientaciones metodológicas descritas son las que se emplean en este estudio para la evaluación de la vulnerabilidad y los riesgos climáticos, que se enriquecerán con otros posibles enfoques derivados del IPCC en el contexto del Sexto Informe de Evaluación (AR6).

En el apartado “*Adaptación y Riesgos asociados al cambio climático*” se ofrecen en detalle los datos de partida, ecuaciones de cálculo y los resultados de la evaluación de la vulnerabilidad y el análisis de riesgos derivados del cambio climático en relación con el proyecto contemplado en el Plan Parcial.

3. Cálculo de la Huella de Carbono

3.1. Datos sobre el planeamiento

El área cubierta por la huella de carbono corresponde al **ámbito geográfico del planeamiento propuesto**, cuyos límites se señalan en la siguiente ortofoto.



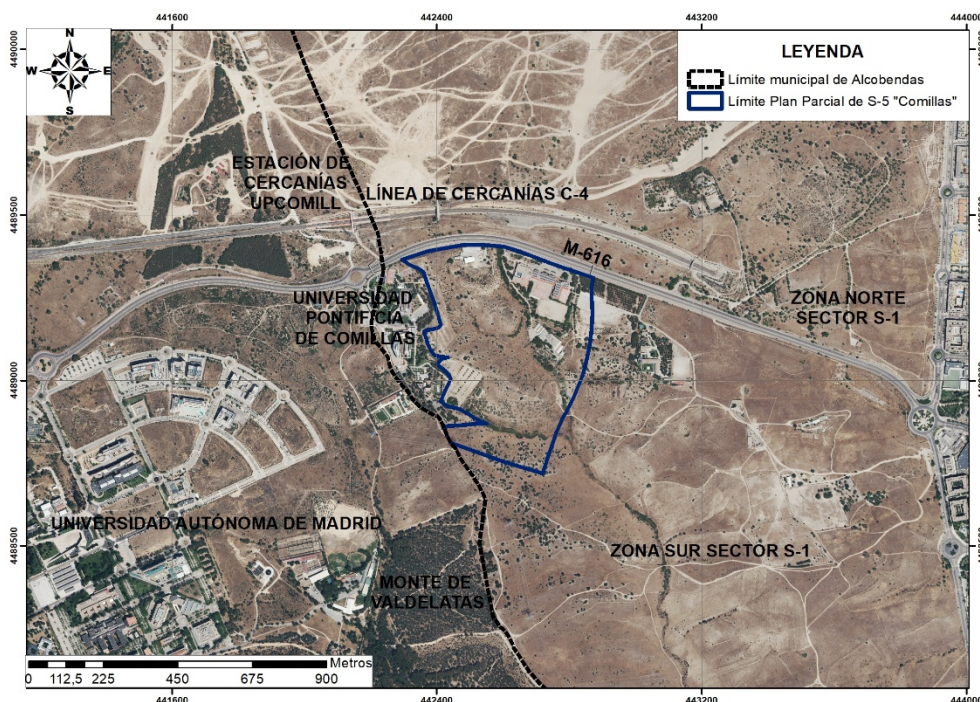


Figura 2. Detalle del ámbito geográfico cubierto por la huella de carbono. Fuente: Propuesta de planeamiento.

Los terrenos objeto de ordenación pormenorizada a través del Plan Parcial se encuentran ubicados en el Sector S-5 de Suelo Urbanizable Sectorizado del Plan General de Alcobendas (Madrid). El Sector se encuentra situado en el límite oeste del municipio de Alcobendas, colindante con el término municipal de Madrid en su zona suroeste. Se trata de un Sector cuyo límite septentrional es la carretera M-616, el límite este y sur es el Sector S-1 del planeamiento de Alcobendas, el suroeste límite con el término de Madrid y, finalmente, el límite occidental colinda con la Universidad Pontificia de Comillas. El objetivo del Plan Parcial es colaborar con el Ayuntamiento de Alcobendas para el desarrollo urbanístico del Sector con un uso global dotacional.

3.2. Consideración de escenarios para el cálculo de la huella de carbono

Puesto que el planeamiento que nos ocupa es el definido como “planeamiento de desarrollo” a través de la figura del Plan Parcial que, a efectos del cálculo de la huella de carbono, implica un cambio de los usos del suelo, desde el actual, ocupado mayoritariamente por pastizales, retamares y algunas especies arbóreas con una zona de uso docente y otra industrial, a un uso dotacional docente. Por ello, se van a estimar las emisiones de GEI en la situación actual o de referencia, y en la situación operacional o absoluta, comparando ambos escenarios para cuantificar el impacto o efecto sobre la huella de carbono que representa el planeamiento urbanístico objeto de estudio.

Se consideran los siguientes escenarios para el cálculo de la huella de carbono que va a permitir comparar ambas situaciones:

- **Escenario de referencia o actual:** se calculan las emisiones correspondientes a los usos actuales. Los terrenos que ocupan el Sector actualmente están ocupados mayoritariamente por un pastizal-erial, fruto del abandono agrícola que se produjo hace años. De una forma menos extensa destaca la presencia de ejemplares de encina en la zona sur, así como áreas de retamar al suroeste. En las márgenes del arroyo de Valdelacasa y sus pequeños tributarios que discurren por el ámbito aparece una vegetación de ribera de tipo matorral donde predominan los zarzales.

Por otra parte, en la zona noreste se encuentra un conjunto de edificaciones donde se localiza el colegio Padre Manyanet, que según los datos del catastro presenta una superficie construida de 25.417 m². También en el límite norte del Sector se localiza la empresa de transportes Montes, donde ubica sus instalaciones administrativas y presenta un área de aparcamiento de vehículos, con una superficie construida, según catastro, de 1.317 m². Estas construcciones se computarán en la Huella de Carbono como uso dotacional docente e industrial, respectivamente.

Superficies actuales en la zona del Plan Parcial	
Superficie del sector (m ² s)	260.206
Usos dotaciones educativas	
Colegio Padre Manyanet	25.417
Usos industriales	
Empresa	1.387
	26.804

Tabla 1. Datos de entrada para el cálculo de la huella de carbono en el escenario de referencia o actual.
Fuente: Propuesta de planeamiento.

Por lo tanto, a la superficie total del ámbito a ordenar, se le resta la superficie de los usos docentes e industriales actuales, que se computa en la herramienta de huella de carbono como “uso de suelo no urbanizado” y actúan como sumideros de carbono. Por otra parte, dicha superficie de usos con edificaciones actuales se introduce en la herramienta para calcular las emisiones asociadas como uso dotacional e industrial.

→ **Escenario absoluto u operacional:** se calculan las emisiones correspondientes a los usos propuestos por el Plan Parcial. Los parámetros de entrada, por tanto, para la herramienta de cálculo de la huella de carbono bajo este escenario son:

Uso		Superficie de suelo (m ² s)	Superficie edificable (m ² e)
Dotacional		125.964	119.480
REDES PÚBLICAS			
Tipos		Superficie de suelo (m ² s) parcial	Superficie de suelo (m ² s) total
Redes Generales	Infraestructuras comunicación viaria	27.216	125.572
	Equipamientos y servicios	35.924	
	Zonas verdes	24.917	
Redes Locales	Zonas verdes	37.515	
DPH Arroyos		8.670	8.670

Tabla 2. Datos de entrada para el cálculo de la huella de carbono en el escenario absoluto u operacional.
Fuente: Propuesta de planeamiento.

→ **Emisiones relativas:** por último, se calcula la diferencia entre ambos escenarios, es decir, las emisiones absolutas o futuras respecto a las emisiones de referencia o actuales.

3.3. Resultados de la huella de carbono

→ **Escenario de referencia o actual:**

A partir de los datos indicados en el apartado anterior, relativos a los usos actuales correspondientes al suelo no urbanizado formado principalmente por pastizales con áreas arboladas de encinas al sur y retamar al suroeste, con una capacidad de sumidero de 6,33 tonCO₂ eq/hectárea, se ha calculado la huella de carbono correspondiente y que, según los datos introducidos en la herramienta, que supone un total de **-147.743,477 kg de CO₂ eq/año**.

En la escasa superficie para uso docente e industrial las únicas emisiones del ámbito se producen a partir de los consumos energéticos para climatización, agua caliente sanitaria, movilidad, etc. De este modo, el resultado de la huella del carbono del colegio Padre Mayoret es de **+1.058.850,66 kg de CO₂ eq/año**, mientras que los usos de la empresa de transporte serán de **+41.201,04 kg de CO₂ eq/año**. A estos consumos de los usos que se dan en el Sector S-5 hay que restar el efecto sumidero del resto de la superficie, el cual ha sido cuantificada por la calculadora como **-147.743,47 kg de CO₂ eq/año**. Se trata, por lo tanto, de un resultado positivo como consecuencia principalmente de los usos docentes que se dan en el ámbito.

Por todo ello, las emisiones del ámbito en el escenario de referencia o actual se reflejan en la siguiente tabla, diferenciado entre los distintos usos existentes en la actualidad:

Huella de carbono por usos (escenario actual o de referencia)	
Uso docente	+1.058.850,66
Uso industrial	+41.201,04
Uso de pastizales y retamares	-147.743,47
Huella de Carbono Total	-952.309,23

Tabla 3. Huella de Carbono del escenario de referencia correspondiente a los usos actuales. Fuente: Herramienta Huella de Carbono. Comunidad de Madrid.

➔ **Escenario absoluto u operacional:**

Introduciendo en la herramienta los datos del escenario absoluto o futuro correspondiente a los usos dotacionales propuestos por el planeamiento, se han obtenido los siguientes resultados de la huella de carbono (kg de CO₂ eq/año):

Emisiones totales		
Usos	kg de CO ₂ eq / año	Porcentaje (%)
Uso dotacional	5.973.253,61	98,75
Viario y zonas verdes	75.502,16	1,25
Sumidero	-11.146,98	-
TOTAL	6.037.608,79	100

Tabla 4. Resultado de la huella de carbono para los desarrollos propuestos por el planeamiento. Fuente: Elaboración propia a partir de la Herramienta Huella de Carbono. Comunidad de Madrid.

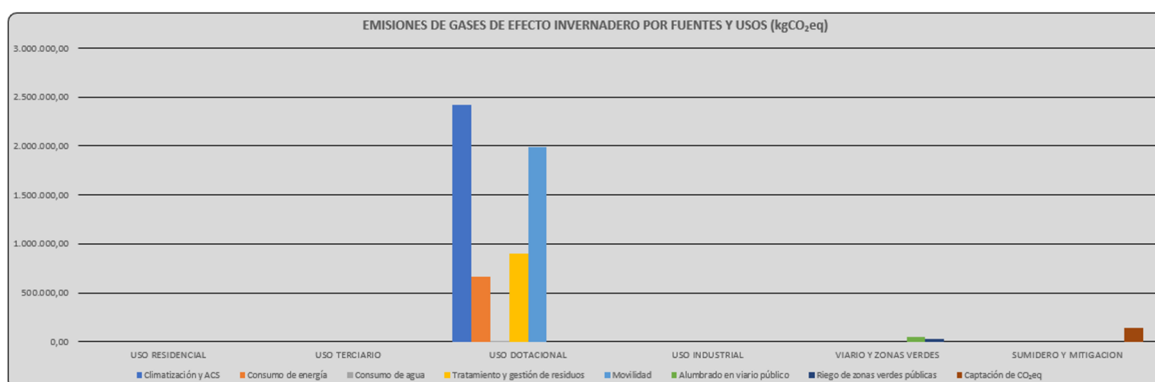


Figura 2. Emisiones de gases de efecto invernadero por fuentes y usos en el escenario absoluto o futuro. Fuente: Herramienta Huella de Carbono. Comunidad de Madrid.

Emisiones por fuentes (KgCO ₂ e/año)								
Usos	Climatización y ACS	Consumo de energía	Consumo de agua	Tratamiento y gestión residuos	Movilidad	Alumbrado viario	Riego zonas verdes	Captación CO ₂
Uso dotacional	2.418.746,22	662.275,75	5.186,48	902.263,89	1.984.781,27	-	-	-
Viario y Zonas verdes						46.655,19	28.846,97	
Sumidero								-11.146,98
	2.418.746,22	662.275,75	5.186,48	902.263,89	1.984.781,27	46.655,19	28.846,97	-11.146,98

Tabla 5. Resultado de las emisiones por fuentes en el escenario absoluto o futuro. Fuente: Elaboración propia a partir de la Herramienta Huella de Carbono. Comunidad de Madrid (KgCO₂e/año).

En el siguiente gráfico se desglosan las emisiones de CO₂ por fuentes emisoras de gases de efecto invernadero.

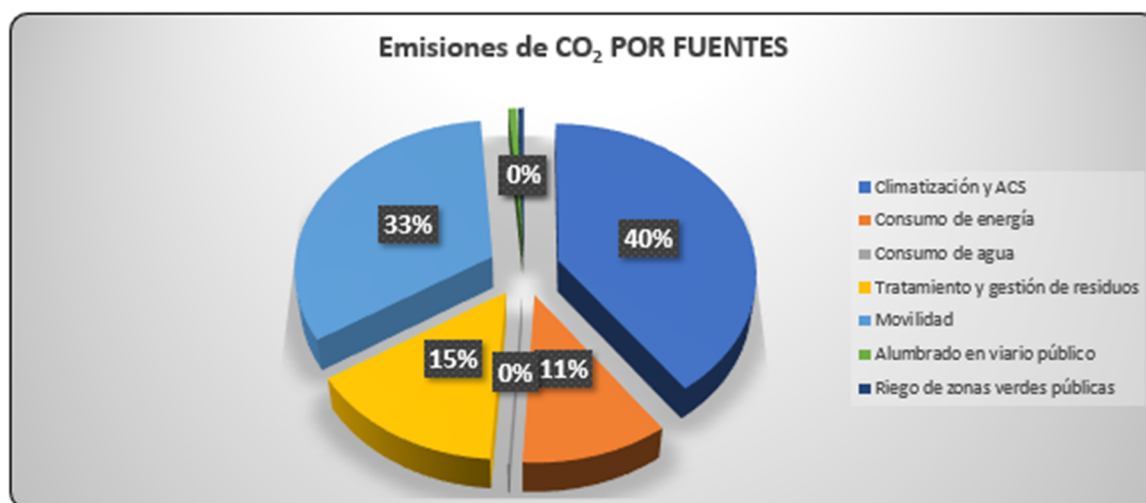


Figura 3. Distribución de las emisiones de CO₂ por fuentes. Fuente: Herramienta Huella de Carbono. Comunidad de Madrid.

Huella de carbono del escenario absoluto o futuro	
Emisiones por usos del ámbito	6.048.755,77
Sumideros de carbono	-11.146,98
EMISIONES TOTALES DEL ÁMBITO	6.037.608,79

Tabla 6. Huella de Carbono del escenario absoluto o futuro correspondiente a los usos propuestos por el planeamiento. Fuente: Herramienta Huella de Carbono. Comunidad de Madrid.

→ Emisiones relativas:

En la tabla siguiente se expone un resumen de las emisiones de CO₂ en el escenario absoluto u operacional (planeamiento propuesto) y de las emisiones de CO₂ del escenario de referencia o actual (uso de suelo actual). Por último, se muestran las emisiones relativas que supone la diferencia entre ambos escenarios.

	Escenario de Referencia (Be)	Escenario Absoluto (Ab)	Emisiones Relativas (Re)
Emisiones (t CO ₂ /año)	+952.308,23	+6.037.608,79	+5.085.300,56
Superficie edificable (m ² e)	26.804	125.664	+98.860

Tabla 7. Emisiones relativas (diferencia entre el escenario actual y futuro). Fuente: Herramienta Huella de Carbono. Comunidad de Madrid.

El Plan Parcial objeto de análisis, respecto a su incidencia en lo que respecta a la huella de carbono, supone un incremento considerable de las emisiones de CO₂. La principal razón es que, actualmente, los usos docentes e industriales suponen una superficie muy reducida, respecto a la superficie total del Sector S-5, de tal forma que la huella de carbono de los usos que se desarrollan en la actualidad suponen **+952,31 ton CO₂eq./año**. Teniendo en cuenta que el Plan Parcial supone la urbanización para usos docentes incrementando la superficie construida en más de 98.860 m², ello supondrá una mayor cantidad de combustibles y otras fuentes energéticas para climatización, generación de ACS, etc. así como emisiones de CO₂ procedentes del tráfico rodado generado por los nuevos usos (desplazamientos de profesorado y alumnado fundamentalmente) y otras emisiones derivadas de los usos energéticos para la iluminación de los viarios, el riego de zonas verdes, etc. Por todo ello, la huella de carbono en el escenario absoluto o futuro asciende a **+6.037.608,79 ton CO₂eq./año**.

3.4. Medidas para la reducción de la huella de carbono

La Ley 7/2021 de Cambio Climático y Transición Energética, en su artículo 21, indica que la planificación y gestión territorial y urbanística, así como las intervenciones en el medio urbano, la edificación y las infraestructuras de transporte perseguirán, entre otros objetivos, el de adecuar las nuevas instrucciones de cálculo y diseño de la edificación y las infraestructuras de transporte a los efectos derivados del cambio climático con el objetivo de disminuir las emisiones.

Así, las medidas aquí expuestas, van a tratar de reducir la demanda energética y fomentar la movilidad sostenible teniendo en cuenta los resultados de la huella de carbono para reducirla. En caso de aplicar estas medidas, y en los futuros proyectos de urbanización, siempre que se lleven a cabo acciones para reducir la huella de carbono, el impacto sobre la mitigación del cambio climático (reducción de emisiones de GEI) se verá considerablemente reducido.

Las medidas se describen brevemente, clasificándolas según fuentes emisoras y el ámbito al que corresponde la reducción de GEI relacionada. La clasificación se ha codificado mediante la siguiente simbología:



Fuentes emisoras	Alcance	Símbolo
Fuentes fijas o estacionarias	Combustibles (alcance 1)	
	Electricidad (Alcance 2)	
Fuentes móviles	Combustibles transporte (Alcance 1)	

Tabla 8. Clasificación de medidas según las fuentes emisoras y la reducción de GEI asociada

En la siguiente tabla se recogen las medidas y se clasifican en función del alcance y las fuentes emisoras. Después, se describen brevemente cada una de las medidas.




Nombre medida	Ámbito HC		
			
1 Sistemas de energías renovables para ACS por encima de lo exigido por el CTE			
2 Gestión energética a través de una Empresa de Servicios Energéticos (ESE's)			
3 Sistemas de producción de energía eléctrica con fuentes renovables			
4 Sistemas automatizados para el control de iluminación eléctrica en zonas comunes			
5 Infraestructuras de recarga de vehículos eléctricos por encima de los exigido en el CTE			
6 Equipamientos comunitarios para bicicletas			

Tabla 9. Clasificación de medidas en función del alcance y las fuentes emisoras.

1.- Sistemas de energías renovables para ACS por encima de lo exigido por el CTE

Se trata de un requerimiento incluido en el CTE (*Documento Básico HE Ahorro de Energía – Sección HE4*) y que se aplica a los edificios de nueva construcción de cualquier uso en los que exista una demanda de agua caliente sanitaria. De hecho, en el propio documento, se especifica que las contribuciones solares que se recogen tienen el carácter de mínimos pudiendo ser ampliadas voluntariamente por el promotor.

En el caso de Alcobendas (zona climática IV en función de la radiación solar global media diaria anual) la contribución solar mínima es la siguiente:

Contribución solar mínima anual para ACS en %		
<i>Demanda total de ACS del edificio (l/día)</i>	<i>Zona Climática</i>	<i>Porcentaje</i>
50 -5.000	IV	40 %
5.000 – 10.000		50 %
>10.000		60 %

Tabla 12. Criterio de demanda de ACS de referencia a 60° C para los probables usos previstos.

El hecho de que, en los edificios contemplados en el planeamiento, en este caso de uso docente, se realice una contribución superior al porcentaje que marca el CTE, supondría una reducción adicional de las emisiones de GEI.

2.- Gestión energética a través de una Empresa de Servicios Energéticos (ESE's)

Se trata de contratar una ESE para implantar un ciclo completo de servicios en instalaciones energéticas especializadas en edificios docentes.

El objetivo es gestionar, a través de una ESE, todas las cuestiones relacionadas con la energía con el objetivo de reducir la demanda energética y la mejora continua en este sentido.

Las fases suelen incluir desde el estudio inicial de todas las necesidades energéticas, pasando por la en análisis de la viabilidad de diferentes soluciones y su diseño considerando su mayor eficiencia y sostenibilidad, hasta la ejecución del proyecto, seguimiento, mejoras y aplicación, en caso necesario, de ampliaciones, renovaciones, y la operación, explotación y mantenimiento de las instalaciones energéticas.

3.- Sistemas de producción de energía eléctrica con fuentes renovables

Las instalaciones de generación de energía eléctrica con fuentes de energía renovable permiten el autoconsumo y la incorporación de la energía a mercados locales, contribuyendo a la diversificación de las fuentes de energía primaria, a la reducción de la dependencia energética y a la reducción de emisiones de CO₂.

4.- Sistemas automatizados para el control de iluminación eléctrica en zonas comunes

La implantación de estos sistemas podría mejorar no solo la eficiencia energética, sino también reducir el coste económico. Otra de las ventajas es el aprovechamiento de la iluminación natural, que prolonga la vida útil de las luminarias, incrementa la productividad y el confort de las personas y permite lograr espacios adaptados y personalizables. Algunas de las múltiples acciones que lleva aparejada la implantación de estos sistemas automatizados son:

- *Sistemas automáticos de encendido y apagado*, para efectuarse adecuadamente, sin que se adelante el encendido ni se retrase el apagado, de forma que el consumo energético sea el estrictamente necesario. Esto se lleva a cabo a través de un interruptor crepuscular y un interruptor horario astronómico.
- *Sistemas de regulación del nivel luminoso* para que durante las horas de tráfico intenso de vehículos y/o peatones, el nivel medio de iluminación tenga un valor suficiente para satisfacer las necesidades visuales, pero pueda reducirse de manera programada cuando la demanda sea menor, reduciendo así el consumo energético.
- *Instalación de balastos serie tipo inductivo con doble nivel de potencia* que aportan una primera solución adecuada para la regulación del nivel luminoso de las instalaciones de alumbrado público.
- *Instalación de reguladores estabilizadores en cabecera de línea* para reducir la tensión de alimentación al conjunto lámpara - balasto, con lo que se obtienen disminuciones de potencia en torno al 40% para reducciones del flujo luminoso de la lámpara aproximadamente del 50%

Con todo ello, se lograrían reducciones importantes de las emisiones de GEI de alcance 2.

5.- Infraestructuras de recarga de vehículos eléctricos por encima de los exigido en el CTE

El CTE, en el “Documento Básico HE Ahorro de energía - Sección HE 6 Dotaciones mínimas para la infraestructura de recarga de vehículos eléctricos” se indica que los edificios dispondrán de una infraestructura mínima que posibilite la recarga de vehículos eléctricos.

En concreto, para los **edificios de uso distinto al residencial privado** se instalarán sistemas de conducción de cables que permitan el futuro suministro a *estaciones de recarga* para al menos el 20% de las plazas de aparcamiento.

Además, se instalará una estación de recarga por cada 40 plazas de aparcamiento debiendo instalarse siempre, como mínimo, una estación de recarga.

Superándose estas contribuciones mínimas, se fomenta la adquisición y uso de vehículos eléctricos con la consiguiente reducción de emisiones de GEI.

6.- Equipamientos comunitarios para bicicletas

Con el objetivo de fomentar una movilidad sostenible y cero emisiones netas, es necesario dotar a los espacios públicos y privados de las condiciones necesarias para que los ciudadanos realicen sus desplazamientos en bicicleta de forma cómoda, segura y eficaz.

En este sentido, esta medida se dirige a la construcción de espacios de aparcamientos o guarda-bicis seguros y/o vigilados, en las zonas comunes de los edificios de uso docente.

4. Adaptación y Riesgos asociados al Cambio Climático

4.1. Evaluación de impactos y riesgos del cambio climático

El principal objetivo del análisis de adaptación es “*detectar los riesgos climáticos significativos como base para la determinación, evaluación y aplicación de medidas específicas de adaptación*”, tal como se recoge en la **Comunicación 2021/C373/01**, en donde además se propone el siguiente esquema metodológico que es el que se sigue en este documento:

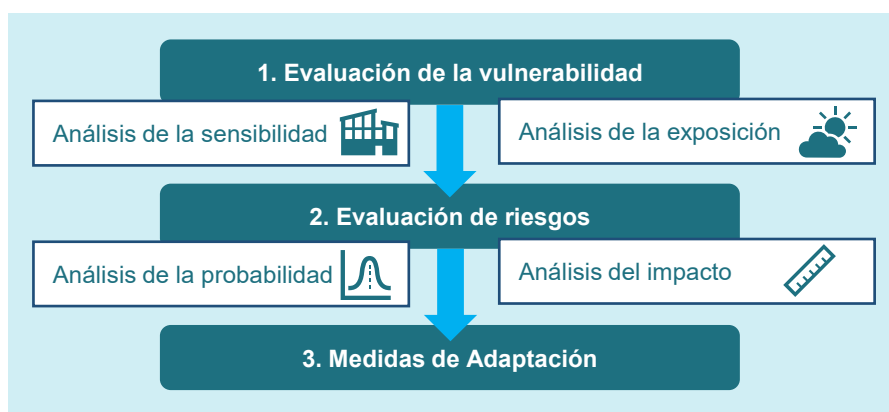


Figura 4. Resumen indicativo de la evaluación de la vulnerabilidad y los riesgos climáticos. Fuente: Comunicación 2021/C373/01

Estas tres fases se materializan a continuación, exponiendo los datos que se integran en los análisis, las fuentes de datos, procedimiento y resultados.

FASE 1 – Evaluación de la vulnerabilidad

Esta fase es determinante para la definición de las medidas de adaptación adecuadas al plan objeto de análisis, y consta de tres análisis:

- Análisis de la sensibilidad
- Evolución de la exposición actual y futura
- Combinación de ambos para la evaluación de la vulnerabilidad

El objetivo de esta fase es “*determinar los peligros climáticos pertinentes para el tipo de plan o proyecto específico en la ubicación prevista*”.

Subfase 1.1. Análisis de la sensibilidad

El objetivo es *determinar que peligros climáticos son relevantes para el tipo específico de proyecto o plan*, independientemente de su ubicación.

Para el “*Plan Parcial*” se analizan cuatro temas específicos:

- Activos sobre el terreno: se trata de los bienes materiales o tangibles que resultan del planeamiento y su materialización en el espacio geográfico, es decir, los edificios, calles, zonas verdes, mobiliario urbano y otros elementos arquitectónicos, etc.
- Disponibilidad de insumos: son los recursos naturales y energéticos que permiten el funcionamiento de los usos previstos, es decir, agua, energía, etc. para los usos previstos.

- **Resultados:** son los productos o servicios derivados de la materialización del planeamiento, es decir, en este caso los servicios económicos asociados a los usos terciarios, la capacidad habitacional, la movilidad, y la satisfacción de las necesidades de las personas que desarrollan su actividad en el ámbito del Plan (profesorado, alumnado, etc.).
- **Enlaces y conexiones con sistemas de transporte:** se trata de la conexión o relación en coherencia con los usos y actividades presentes en las zonas adyacentes. Tanto en lo que se refiere a los nodos y redes que conforman las infraestructuras de transporte, como la conexión con otras zonas verdes o las relaciones con los nodos urbanos.

Y los siguientes peligros o amenazas climáticas:

- Inundaciones
- Temperaturas extremas
- Sequías / Disponibilidad del agua
- Lluvias torrenciales
- Ráfagas de aire, vendavales, tormentas
- Daños por Contrastes térmicos
- Efecto isla de calor urbana (en adelante ICU) y olas de calor

En la siguiente matriz se analiza la sensibilidad en base a la siguiente escala:

- **Sensibilidad Alta:** el peligro climático podría tener un impacto significativo en los activos, procesos, insumos, productos y enlaces de transporte.
- **Sensibilidad Media:** el peligro climático podría tener un impacto ligero en los activos, procesos, insumos, productos y enlaces de transporte.
- **Sensibilidad Baja:** el peligro climático no tiene ningún impacto (o es insignificante).

MATRIZ DE SENSIBILIDAD					
Criterios de análisis		Activos (edificios, calles, parques...)	Insumos (recursos energéticos y naturales)	Resultados (actividad docente y asociadas)	Enlaces y conexiones (redes y nodos de transporte)
Peligros climáticos	Inundaciones	Alta	Baja	Alta	Alta
	Sequías	Baja	Alta	Baja	Baja
	Lluvias torrenciales	Alta	Baja	Alta	Alta
	Temperaturas extremas	Baja	Alta	Baja	Baja
	Ráfagas de aire	Alta	Baja	Alta	Alta
	Contrastes térmicos	Alta	Baja	Alta	Alta
	Olas de calor	Baja	Baja	Alta	Baja

Tabla 10. Análisis de sensibilidad. Fuente: elaboración propia.

Subfase 1.2. Análisis de la exposición

El objetivo es “*determinar qué peligros son pertinentes para la ubicación prevista del plan o proyecto*”. De esta forma, el *análisis de la exposición* se enfoca en la ubicación, mientras que el *análisis de sensibilidad* se centra en el tipo de plan o proyecto.

Para efectuar el *análisis de la exposición* es necesario contar con datos relativos al clima, tanto actual como futuro. Estos datos se obtienen del “**Visor de Escenarios de Cambio Climático**” desarrollado en el marco del **PNACC** (Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático)¹, que está orientado a facilitar la consulta de proyecciones regionalizadas de cambio climático para España, realizadas a partir de las proyecciones globales del Quinto Informe de Evaluación (AR5) del IPCC (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático) en el marco de la iniciativa Escenarios-PNACC 2017.

Para este estudio, los datos elegidos en cuanto a horizontes temporales y escenarios de emisiones, para analizar la exposición, son los siguientes:

- Escenario de emisiones o **Trayectorias de Concentración Representativas** (RCP, de sus siglas en inglés): **RCP4.5**, que representa un escenario en el que las emisiones de GEI se estabilizarán hacia el año 2100.
- **Horizonte temporal**: periodo de análisis **futuro medio**, correspondiente a **2041-2070**. Se emplean los datos relativos de referencia al periodo base comparativo, que representa la anomalía respecto al clima del periodo **1971-2000**.

El sistema de puntuación o cuantificación de la exposición se ha calculado conforme a los siguientes parámetros:

- Se han tomado los datos globales para el conjunto del territorio peninsular, modelizados para el mismo periodo (2041-70 respecto a 1971-2000) y bajo el mismo escenario de emisiones (RCP4.5).
- De estos datos, se ofrecen los estadísticos, en el propio “**Visor de Escenarios de Cambio Climático**”.
- De estos estadísticos se ha tomado el valor correspondiente al año 2050, escogiendo el rango de valores mínimo y máximo.
- Entre este rango mínimo y máximo se han dividido tres conjuntos de valores iguales, clasificando cada uno de ellos en bajo, medio y alto respectivamente.
- El valor de la zona de estudio se clasifica dentro de uno de estos tres umbrales definidos, que se corresponden con una exposición *Alta, Media o Baja*.

¹ Se puede ampliar la información en el documento: ERNESTO RODRÍGUEZ (AEMET) y JOSÉ M. GUTIÉRREZ (CSIC-UC). “*Escenarios-PNACC 2017: Nueva colección de escenarios de cambio climático regionalizados del Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC)*”. Madrid, 2018. Disponible en: <http://escenarios.adaptecca.es/doc/pnacc.pdf>

Conforme a estos criterios, en la siguiente tabla se resume el análisis de la exposición en el ámbito del planeamiento, incluyendo la cuantificación de la magnitud de los cambios del clima, es decir, de la exposición, en los citados tres rangos o umbrales definidos:

- **Exposición Alta:** los valores de los cambios de la variable climática se encuentran en el tercio superior de los valores modelizados para todo el territorio peninsular.
- **Exposición Media:** los valores de los cambios de la variable climática se encuentran en el tercio medio de los valores modelizados para todo el territorio peninsular.
- **Exposición Baja:** los valores de los cambios de la variable climática se encuentran en el tercio inferior de los valores modelizados para todo el territorio peninsular.

MATRIZ DE EXPOSICIÓN		
Variables climáticas		Anomalía en 2041-70 respecto a 1971-2000
Temperaturas	Temperatura máxima	+2,1°C
	Temperatura mínima	+1,7
	Temperatura máxima extrema	+1,6 C
	Temperatura mínima extrema	+1,3 C
	Nº de noches cálidas	+35,2 noches
	Nº de días cálidos	+29,9 días
	Nº días con temperatura mínima >20°C	+11,5 días
	Grados-día de refrigeración	+77,9º
	Grados-día de calefacción	-429,3º
	Duración máxima olas de calor	+10,6 días
	Amplitud térmica	+0,5 C
Precipitación	Precipitación	-27,4 mm/año
	Precipitación máxima en 24 h	+0.85 mm/día
	Nº de días de lluvia	-8,3 días
	Nº días de precipitación <1mm	+8,2 días
	Nº días consecutivos de precipitación <1mm	+6,3 días

Tabla 11. Análisis de exposición. Fuente: elaboración propia a partir de los “Escenarios de cambio climático regionalizados del PNAAC”.

Subfase 1.3. Análisis de la vulnerabilidad

El análisis de la vulnerabilidad combina el resultado de los análisis de sensibilidad y exposición. De esta forma la *vulnerabilidad depende del signo y la magnitud del cambio climático (exposición); y del grado de afectación (sensibilidad)*.

Ello va a determinar la capacidad de adaptación de un sistema para hacer frente a la variabilidad climática a corto, medio y/o largo plazo.

La vulnerabilidad se va a calcular de la siguiente forma:

$$V = \frac{(\sum (E_1, E_2, E_3...)/n) + S}{2}$$

Donde,

V = Vulnerabilidad

E = Exposición

S = Sensibilidad

En la siguiente matriz, aplicando la ecuación de cálculo, se cruzan los valores de exposición y sensibilidad, que dan como resultado la vulnerabilidad en el ámbito territorial del Plan.

De este modo, la **vulnerabilidad** se obtiene a partir de los valores expuestos en la siguiente matriz:

		VALOR SENSIBILIDAD					
		Inundaciones	Sequías	Lluvias torrenciales	Temperaturas extremas	Contrastes térmicos	Olas de calor
EXPOSICIÓN A LAS AMENAZAS CLIMÁTICAS	Temperatura máxima	Medio					Medio
	Temperatura mínima	Medio					
	Temperatura máxima extrema	Alto			Alto	Alto	Alto
	Temperatura mínima extrema	Medio				Bajo	
	Nº de noches cálidas	Alto					Alto
	Nº de días cálidos	Bajo					Bajo
	Nº días con temperatura >20°C	Medio					Alto
	Grados-día de refrigeración	Medio					Alto
	Grados-día de calefacción	Bajo					
	Duración máxima olas de calor	Bajo					Bajo
	Amplitud térmica	Alto			Medio	Medio	
	Precipitación	Medio		Medio			
	Precipitación máxima en 24 h	Bajo	Bajo	Bajo			
	Nº de días de lluvia	Bajo		Medio			
	Nº días de precipitación <1mm	Medio		Medio			
	Nº días consecutivos de precipitación <1mm	Medio		Medio			
	VALOR VULNERABILIDAD		Medio	Bajo	Bajo	Medio	Medio

Tabla 12. Vulnerabilidad del Planeamiento frente a los peligros o amenazas climáticas y la sensibilidad.

Fuente: elaboración propia

Como resultado se obtienen los valores de vulnerabilidad recogidos en la tabla siguiente:

ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD	
Peligros climáticos	Vulnerabilidad
Inundaciones	Media
Sequías	Baja
Lluvias torrenciales	Baja
Temperaturas extremas	Media
Contrastes térmicos	Media
Olas de calor	Media

Tabla 13. Vulnerabilidad del Planeamiento a los peligros o amenazas climáticas. Fuente: elaboración propia

FASE 2 – Evaluación de riesgos

La evaluación de riesgos se realiza a partir de la evaluación de la probabilidad y la gravedad de los impactos relacionados con los peligros o amenazas climáticas identificadas en la evaluación de la vulnerabilidad.

El objetivo es *cuantificar la importancia que los riesgos tienen para el plan o proyecto en las condiciones climáticas previstas.*

El concepto de riesgo alude al “*potencial de consecuencias cuando algo de valor está en peligro y donde el resultado es incierto, reconociendo la diversidad de valores. El riesgo se representa a menudo como la probabilidad de ocurrencia de eventos peligrosos o tendencias multiplicados por los impactos, si ocurrieran estos eventos o tendencias*” (Laura Crespo García, Fernando Jiménez Arroyo; CEDEX, 2020)².

Subfase 2.1. Análisis de la probabilidad

Se analiza la probabilidad de que los peligros climáticos, a los que el *Plan Parcial* puede verse sometido en la zona donde se ubica, se materialicen en un plazo determinado.

En la siguiente tabla se muestra la clasificación de la probabilidad en escalas ofrecida por el IPCC³ y que se emplea en el presente estudio.

Escala		Cualitativa	Cuantitativa
Raro	1	Muy poco probable que ocurra	5 %
Improbable	2	Poco probable que ocurra	20 %
Moderado	3	Misma probabilidad de ocurrir que de no ocurrir	50 %
Probable	4	Es probable que ocurra	80 %
Casi Seguro	5	Es muy probable que ocurra	95 %

Tabla 14. Escala indicativa para evaluar la probabilidad de un peligro climático. Fuente: IPCC

² “*Metodología de análisis de adaptación al cambio climático de infraestructuras de transporte*”. Área de Cambio Climático y Contaminación Atmosférica del Centro de Estudios de Técnicas Aplicadas (CETA), del CEDEX.

³ IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate, capítulo 1, p. 75; Disponible en: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/3/2019/11/05_SROCC_Ch01_FINAL.pdf.

Teniendo en consideración la clasificación, y aplicándola a la zona de estudio, en función de su localización, eventos similares acaecidos en el periodo actual o histórico, y las características climáticas actuales y futuras, la **probabilidad de ocurrencia de los peligros o amenazas climáticas** se muestra en la tabla siguiente:

ANÁLISIS DE LA PROBABILIDAD	
<i>Peligros climáticos</i>	<i>Probabilidad</i>
Inundaciones	<i>Probable (4)</i>
Sequías	<i>Probable (4)</i>
Lluvias torrenciales	<i>Probable (4)</i>
Temperaturas extremas	<i>Probable (4)</i>
Contrastes térmicos	<i>Moderado (3)</i>
Olas de calor	<i>Casi seguro (5)</i>

Tabla 15. Probabilidad de que las amenazas climáticas afecten al plan o proyecto. Fuente: elaboración propia

Subfase 2.2. Análisis del impacto

El análisis del impacto trata de valorar los posibles efectos derivados del peligro o amenaza climática en caso de que ésta se produzca. Es un concepto que también se conoce como *gravedad* o *magnitud*.

Los impactos o efectos, en el caso que nos ocupa, se analizan sobre los activos y usos, es decir, las infraestructuras asociadas al planeamiento, así como los equipamientos, en este caso zonas verdes o espacios públicos, y las edificaciones dotacionales, que están relacionados con los activos físicos y el uso para el que están diseñados, así como otros factores asociados como la salud y la seguridad, los beneficios ambientales y sociales, los elementos de accesibilidad o uso del espacio público.

Para todos estos insumos, activos físicos y usos, se realiza el análisis de la magnitud o gravedad que, combinado con la probabilidad, da como resultado final el análisis de los impactos:

Escala	Descripción de la magnitud o gravedad
<i>Insignificante</i> 1	Impacto mínimo que se puede mitigar a través de la actividad normal
<i>Leve</i> 2	Efectos que afectan al uso normal, materializándose en impactos localizados de manera temporal
<i>Moderado</i> 3	Efectos moderados o graves que requieren medidas específicas y adicionales para su corrección
<i>Grave</i> 4	Efectos críticos que requieren medidas extraordinarias y que redundan en impactos a más largo plazo
<i>Catastrófico</i> 5	Carácter de desastre natural con potencial efecto de destrucción o cese del uso normal, generando daños significativos permanentes o de largo plazo.

Tabla 16. Escala indicativa para evaluar la magnitud de los efectos. Fuente: elaboración propia a partir de la Comunicación 2021/C373/01

En la siguiente tabla se recoge el análisis combinado de **probabilidad y magnitud de los peligros climáticos** sobre los activos físicos.

Activos físicos y usos sobre los que recae el riesgo	ANÁLISIS DE LA MAGNITUD DEL IMPACTO											
	Probabilidad y magnitud de los peligros o amenazas climáticas											
	Inundaciones		Sequías		Lluvias torrenciales		Temperaturas extremas		Contrastes térmicos		Olas de calor	
	Prob	Mag	Prob	Mag	Prob	Mag	Prob	Mag	Prob	Mag	Prob	Mag
Edificaciones		3		1		3		2		3		2
Zonas verdes		2		4		1		3		2		3
Infraestructuras		3		1		3		2		3		1
Salud y seguridad	4	3	4	4	4	3	4	4	3	3	5	4
Medio ambiente		2		5		2		3		2		3
Medio social		3		3		3		5		3		4
Uso del espacio público		2		3		3		5		3		3

Tabla 17. Evaluación de la probabilidad y magnitud del impacto sobre los activos. Fuente: elaboración propia
Finalmente, a través de la siguiente ecuación, se calcula el **riesgo climático** para el “Plan Parcial»:

$$R = Pr * Mg$$

Donde,

R = Riesgo Climático

Pr = Probabilidad

Mg = Magnitud

Según esta fórmula, la escala del riesgo es la siguiente:

Escala de riesgo	
1-4	Insignificante
5-9	Bajo
10-14	Medio
15-19	Alto
20-25	Muy Alto

Tabla 18. Escala indicativa para evaluar el riesgo climático. Fuente: elaboración propia

Activos físicos y usos sobre los que recae el riesgo	EVALUACIÓN DE RIESGOS					
	Peligros climáticos					
	Inundaciones	Sequías	Lluvias torrenciales	Temperaturas extremas	Contrastes térmicos	Olas de calor
Edificaciones	12	4	12	8	9	10
Zonas verdes	8	16	4	12	6	15
Infraestructuras	12	4	12	8	9	5
Salud y seguridad	12	16	12	16	9	20
Medio ambiente	8	20	8	12	6	15
Medio social	12	12	12	20	9	20
Uso del espacio público	8	12	12	20	9	15

Tabla 19. Evaluación de riesgos climáticos asociados al planeamiento analizado. Fuente: elaboración propia a partir de la Comunicación 2021/C373/01

4.2. Medidas para la adaptación progresiva y la resiliencia frente al cambio climático

La **Ley 7/2021 de Cambio Climático y Transición Energética**, en su **artículo 21**, indica que la planificación y gestión urbanística y la edificación, a efectos de su adaptación a las repercusiones del cambio climático, perseguirá, entre otros objetivos, el de *integrar las medidas necesarias para propiciar la adaptación progresiva y resiliencia frente al cambio climático*.

En este apartado se integran dichas medidas, las cuales están ajustadas a la evaluación de la vulnerabilidad y la identificación de riesgos evaluada en el apartado anterior, siendo específicas y particulares para los riesgos detectados en el ámbito de el *Plan Parcial*.

Se trata, por tanto, de medidas estructuradas y definidas en base a los principales impactos del cambio climático que pueden afectar a los activos físicos, usos y actividades del planeamiento objeto de análisis.

Con el fin de identificar los riesgos a los que se dirigen las medidas, se emplea la siguiente simbología:

Inundaciones		Temperaturas extremas	
Sequías		Contrastes térmicos	
Lluvias torrenciales		Olas de calor	

Tabla 20. Simbología para identificar los riesgos a los que se dirigen las medidas. Fuente: elaboración propia

En la siguiente tabla se exponen las **medidas** y el impacto o riesgo al que se dirigen para su corrección, minimización o eliminación.

MEDIDAS DE ADAPTACIÓN EN FUNCIÓN DE LOS RIESGOS DETECTADOS						
Medidas	Riesgos					
						
Redes peatonales y zonas verdes con sombras						
Cubiertas verdes y fachadas vegetales						
Uso de materiales de alta reflectancia						
Zonas verdes con especies de bajos requerimientos hídricos						
Sistemas de recogida y reutilización de aguas pluviales						
Aplicar criterios de soleamiento y sombreado adecuados para facilitar la circulación de los vientos						
Disposición de las edificaciones evitando un efecto “barrera” para la evacuación de las aguas ante inundaciones						
Introducción de criterios bioclimáticos en el diseño del viario y los espacios abiertos adaptados a la variabilidad climática diaria y anual						
Utilización de materiales resistentes a los cambios bruscos de temperaturas y de hielo-deshielo						
Reducir la impermeabilización de superficies						
Plantación de árboles de sombra						
Aplicar criterios de orientación solar para atenuar necesidades calefacción y aire acondicionado						
Utilización de materiales de más resistentes a los desastres naturales						

Tabla 21. Medidas de Adaptación para Plan Parcial S-5 “Comillas”. Fuente: elaboración propia

BIBLIOGRAFÍA

- Agenda Urbana Española 2019. Ministerio de Fomento.
- ARAGÓN-CORREA, JUAN ALBERTO, HURTADO-TORRES, NURIA ESTHER. “Estado del arte en el ámbito de la adaptación al cambio climático en la industria de la construcción de edificios residenciales. Metodología de análisis coste-beneficio”, Universidad de Granada, Fundación Biodiversidad, MITECO, enero 2018.
- AAVV, 2020. “Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático 2021-2030”. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, Madrid.
- CONSORCIO DE COMPENSACIÓN DE SEGUROS. “Guía para la reducción de la vulnerabilidad de los edificios frente a las inundaciones”. Ministerio de Economía, Industria y Competitividad. Madrid, 2017
- CRESPO GARCÍA, JIMÉNEZ ARROYO “Metodología de análisis de adaptación al cambio climático de infraestructuras de transporte”. Área de Cambio Climático y Contaminación Atmosférica del Centro de Estudios de Técnicas Aplicadas (CETA), del CEDEX.
- CUBILLO GONZÁLEZ, MORENO RUEDA, ORTEGA LES. “Microcomponentes y factores explicativos del consumo doméstico de agua en la Comunidad de Madrid”. Canal de Isabel II, Madrid, 2008
- ECOFYS, POLITECNICO DI MILANO, EFFICIENCY RESEARCH GROUP, UNIVERSITY OF WUPPERTAL. “Towards nearly zero-energy buildings — Definition on common principles under the EPBD”. February 2013. Realizado para la D.G. Energía de la Comisión Europea.
- FEDERACIÓN ESPAÑOLA DE MUNICIPIOS Y PROVINCIAS (FEMP), Madrid, 2015. “Medidas para la mitigación y la adaptación al cambio climático en el planeamiento urbano. Guía metodológica”.
- FENERCOM. D.G. INDUSTRIA, ENERGÍA Y MINAS DE LA C. DE MADRID. “Guía de Auditorías Energéticas en Centros Logísticos”, Madrid, 2012.
- FERNÁNDEZ GARCÍA, FERNANDO ALLENDE ÁLVAREZ, JORGE ALCAIDE MUÑOZ. “Estudio de Detalle del Clima Urbano de Madrid”. Departamento de Geografía, Universidad Autónoma de Madrid. Madrid, 2016
- GARCÍA SÁNCHEZ, FRANCISCO J. “Planeamiento urbanístico y cambio climático: la infraestructura verde como estrategia de adaptación”, Cuaderno de Investigación Urbanística nº 122 – enero / febrero 2019. Universidad Politécnica de Madrid.
- INSTITUTO DE CIENCIAS DE LA CONSTRUCCIÓN EDUARDO TORROJA (IETcc-CSIC); ASOCIACIÓN DE INVESTIGACIÓN Y COOPERACIÓN INDUSTRIAL DE ANDALUCÍA (AICIA). “Calificación de la eficiencia energética de los edificios”. Versión 1.1 / noviembre 2015.
- INSTITUTO PARA LA DIVERSIFICACIÓN Y EL AHORRO DE LA ENERGÍA (IDAE). “Calificación de la eficiencia energética de los edificios”, Madrid, noviembre de 2015.
- INSTITUTO PARA LA DIVERSIFICACIÓN Y EL AHORRO DE ENERGÍA (IDAE). “Proyecto SECH-SPAHOUSEC. Análisis del consumo energético del sector residencial en España. Informe Final”. IDAE. Secretaría General Departamento de Planificación y Estudios. Madrid, 2011.
- IPCC, 2019: IPCC “Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate” [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, V. Masson-Delmotte, P. Zhai, M. Tignor, E. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Nicolai, A. Okem, J. Petzold, B. Rama, N.M. Weyer (eds.)].

- LEONIDAS NTZIACHRISTOS, ZISSIS SAMARAS. EEA Report No 13/2019. Part B: sectoral guidance chapters: 1.A.3.b.i-iv Road transport 2019. EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2019 – Update Oct. 2021.
- CEDEX, Área de Cambio Climático y Contaminación Atmosférica del Centro de Estudios de Técnicas Aplicadas (CETA). “Metodología de análisis de adaptación al cambio climático de infraestructuras de transporte”. Madrid.
- MINISTERIO DE FOMENTO. “Código Técnico de la Edificación: Documento Básico HE: Ahorro de energía”. Diciembre 2019
- MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO. “Plan Estratégico de Salud y Medioambiente 2022 – 2026”, Madrid, 2021.
- “Proyecciones regionalizadas de cambio climático para España” en el marco de la iniciativa Escenarios PNACC 2017. Disponible en: <https://escenarios.adaptecca.es/>
- RODRÍGUEZ (AEMET) y GUTIÉRREZ (CSIC-UC). “Escenarios-PNACC 2017: Nueva colección de escenarios de cambio climático regionalizados del Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC)”. Madrid, 2018.
- SANZ, M.J. Y GALÁN, E. (editoras), 2020. “Impactos y riesgos derivados del cambio climático en España”. Oficina Española de Cambio Climático. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, Madrid.
- WORLD RESOURCES INSTITUTE, GRUPO DE LIDERAZGO DE CIUDADES CONTRA EL CAMBIO CLIMÁTICO C40, ICLEI - GOBIERNOS LOCALES POR LA SUSTENTABILIDAD. “Protocolo Global para Inventarios de Emisión de Gases de Efecto Invernadero a Escala Comunitaria. Estándar de contabilidad y de reporte para las ciudades”, Estados Unidos, 2014.

En Alcobendas, enero de 2025.

ARNAIZ Arquitectos, S.L.P.



D. Leopoldo Arnaiz Eguren
Colegiado COAM nº3.208



D. Luis Arnaiz Rebollo
Colegiado COAM nº18.940



D. Gustavo Romo García
Colegiado COAM nº24.468