



Documento verificable en <https://portal.ayto-villacanada.es> - El documento no requiere firmas. Mediante el código de verificación puede comprobar la validez de la firma electrónica de los documentos firmados en la dirección web:
<https://portal.ayto-villacanada.es/portal/verificarDocumentos.do> Firmado por: 1. C=ES, O=PROYECTOS MEDIO AMBIENTALES SA, OID.2.5.4.97=VATES-A79282893, CN=51355828W LUIS MARTIN (R: A79282893), SN=MARTIN HERNANDEZ, G=LUIS, SERIALNUMBER=IDCES-51355828W, Description=Reg:28065/Hoja:M-63075/Tomo:17386/Folio:122/Fecha:03/02/2022/Inscripción:13 (CN=AC Representación, OU=CERES, O=FNMT-RCM, C=ES) el 03/11/2022 10:49:58.



Villanueva
de la Cañada
SENCILLAMENTE TODO



PLAN ESPECIAL EN EL AMBITO DE LA ESTACIÓN
DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES DE
VILLANUEVA DE LA CAÑADA, CON MOTIVO DE LA
NECESIDAD DE AMPLIACIÓN DE LA MISMA

Documento Ambiental Estratégico
Anexo I. Estudio de Cambio Climático

Octubre 2022

<p>DOCUMENTO</p> <p>Documentos públicos: ANEXO_I_ESTUDIO_CAMBIO_CLIMATICO_EDAR.pdf (1655200) 25.01.20_2022_0001</p>	<p>IDENTIFICADORES</p> <p>Número de la anotación: 15997, Fecha de entrada: 03/11/2022 10:50 :00</p>	
<p>OTROS DATOS</p> <p>Código para validación: PG1ZH-PRPWX-0C42F Fecha de emisión: 7 de Noviembre de 2022 a las 10:38:10 Página 2 de 26</p>	<p>FIRMAS</p>	<p>ESTADO</p> <p>INCLUYE FIRMA EXTERNA</p>



Documento verificable en <https://portal.ayto-villacanada.es> - El documento no requiere firmas. Mediante el código de verificación puede comprobar la validez de la firma electrónica de los documentos firmados en la dirección web: <https://portal.ayto-villacanada.es/portal/verificarDocumentos.do> Firmado por: 1. C=ES, O=PROYECTOS MEDIO AMBIENTALES SA, OID.2.5.4.97=VATES-A79282893, CN=51355828W LUIS MARTIN (R: A79282893), SN=MARTIN HERNANDEZ, G=LUIS, SERIALNUMBER=IDCES-51355828W, Description=Reg:28065/Hoja:M-63075/Tomo:17386/Folio:122/Fecha:03/02/2022/Inscripción:13 (CN=AC Representación, OU=CERES, O=FNMT-RCM, C=ES) e103/11/2022 10:49:58.

Plan Especial para la ampliación de la EDAR (Villanueva de la Cañada)

Estudio elaborado por **Proyectos Medio Ambientales, S.A. (PROYMASA)**

Equipo redactor:

Luis Miguel Martín Enjuto
Biólogo

Reyes de Juan Grau
Geógrafa

Andrés López-Cotarelo García de Diego
Ingeniero de Montes

Luis Martín Hernández
Ingeniero de Telecomunicaciones

Octubre. 2022



Proyectos Medio Ambientales, S.A.
Calle Francia 6
28224 – Pozuelo de Alarcón (Madrid)
Telf.: 91 542 17 00
proymasa@proymasa.com

Plan Especial para la ampliación de la EDAR (Villanueva de la Cañada)

INDICE. ANEXO I ESTUDIO DE CAMBIO CLIMÁTICO

1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. CONTEXTO LEGAL.....	1
1.2. CONTENIDO Y ESTRUCTURA	2
2. DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA	3
2.1. INTRODUCCIÓN.....	3
2.2. MITIGACIÓN Y EMISIONES DE GEI (HUELLA DE CARBONO)	3
2.3. ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO Y EVALUACIÓN DE RIESGOS (RESILIENCIA FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO).....	4
3. MITIGACIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO.....	6
3.1. CÁLCULO DE LA HUELLA DE CARBONO	6
4.1. MEDIDAS PARA LA REDUCCIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO	11
4. ADAPTACIÓN Y RIESGOS ASOCIADOS AL CAMBIO CLIMÁTICO	13
4.1. EVALUACIÓN DE IMPACTOS Y RIESGOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO	13
4.2. MEDIDAS PARA LA ADAPTACIÓN PROGRESIVA Y LA RESILIENCIA FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO	19



DOCUMENTO Documentos públicos: ANEXO_I_ESTUDIO_CAMBIO_CLIMATICO_EDAR.pdf (1655200) 25.01.20_2022_0001	IDENTIFICADORES Número de la anotación: 15997 , Fecha de entrada: 03/11/2022 10:50 : 00
OTROS DATOS Código para validación: PG1ZH-PRPWX-0C42F Fecha de emisión: 7 de Noviembre de 2022 a las 10:38:10 Página 4 de 26	FIRMAS ESTADO INCLUYE FIRMA EXTERNA



Documento verificable en https://portal.ayto-villacanada.es - El documento no requiere firmas. Mediante el código de verificación puede comprobar la validez de la firma electrónica de los documentos firmados en la dirección web: https://portal.ayto-villacanada.es/portal/verificarDocumentos.do Firmado por: 1. C=ES, O=PROYECTOS MEDIO AMBIENTALES SA, OID.2.5.4.97=VATES-A79282893, CN=51355828W LUIS MARTIN (R: A79282893), SN=MARTIN HERNANDEZ, G=LUIS, SERIALNUMBER=IDCES-51355828W, Description=Reg:28065/Hoja:14-63075/Tomo:17386/Folio:122/Fecha:03/02/2022/Inscripción:13 (CN=AC Representación, OU=CERES, O=FNMT-RCM, C=ES) eI03/11/2022 10:49:58.

Plan Especial para la ampliación de la EDAR (Villanueva de la Cañada)

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*.

DOCUMENTO Documentos públicos: ANEXO_I_ESTUDIO_CAMBIO_CLIMATICO_EDAR.pdf (1655200) 25.01.20_2022_0001	IDENTIFICADORES Número de la anotación: 15997, Fecha de entrada: 03/11/2022 10:50 :00
OTROS DATOS Código para validación: PG1ZH-PRPWX-0C42F Fecha de emisión: 7 de Noviembre de 2022 a las 10:38:10 Página 5 de 26	FIRMAS ESTADO INCLUYE FIRMA EXTERNA



Documento verificable en https://portal.ayto-villacanada.es - El documento no requiere firmas. Mediante el código de verificación puede comprobar la validez de la firma electrónica de los documentos firmados en la dirección web: https://portal.ayto-villacanada.es/portal/verificarDocumentos.do Firmado por: 1. C=ES, O=PROYECTOS MEDIO AMBIENTALES SA, OID.2.5.4.97=VATES-A79282893, CN=51355828W LUIS MARTIN (R: A79282893), SN=MARTIN HERNANDEZ, G=LUIS, SERIALNUMBER=IDCES-51355828W, Description=Reg:28065/Hoja:14-63075/Tomo:17386/Folio:122/Fecha:03/02/2022/Inscripción:13 (CN=AC Representación, OU=CERES, O=FNMT-RCM, C=ES) eI03/11/2022 10:49:58.

Plan Especial para la ampliación de la EDAR (Villanueva de la Cañada)

- 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

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 Especial en el ámbito de la Estación Depuradora de Aguas Residuales de Villanueva de la Cañada, con motivo de la necesidad de su ampliación”** (en adelante, P.E. Ampliación EDAR) 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 del tratamiento de las aguas residuales urbanas domésticas, que son tratadas en las estaciones depuradoras de aguas residuales (las denominadas EDAR) de las redes municipales de saneamiento.

Como resultado, se formulan 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.

DOCUMENTO Documentos públicos: ANEXO_I_ESTUDIO_CAMBIO_CLIMATICO_EDAR.pdf (1655200) 25.01.20_2022_0001	IDENTIFICADORES Número de la anotación: 15997 , Fecha de entrada: 03/11/2022 10:50 :00
OTROS DATOS Código para validación: PG1ZH-PRPWX-0C42F Fecha de emisión: 7 de Noviembre de 2022 a las 10:38:10 Página 6 de 26	FIRMAS ESTADO INCLUYE FIRMA EXTERNA



Documento verificable en https://portal.ayto-villacanada.es - El documento no requiere firmas. Mediante el código de verificación puede comprobar la validez de la firma electrónica de los documentos firmados en la dirección web: https://portal.ayto-villacanada.es/portal/verificarDocumentos.do Firmado por: 1. C=ES, O=PROYECTOS MEDIO AMBIENTALES SA, OID.2.5.4.97=VATES-A79282893, CN=51355828W LUIS MARTIN (R: A79282893), SN=MARTIN HERNANDEZ, G=LUIS, SERIALNUMBER=IDCES-51355828W, Description=Reg:28065/Hoja:14-63075/Tomo:17386/Folio:122/Fecha:03/02/2022/Inscripción:13 (CN=AC Representación, OU=CERES, O=FNMT-RCM, C=ES) eI03/11/2022 10:49:58.

Plan Especial para la ampliación de la EDAR (Villanueva de la Cañada)

2. DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA

2.1. INTRODUCCIÓN

El marco metodológico empleado en este estudio 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).

Teniendo en la base, por tanto, la citada publicación, en los siguientes subapartados se describe en detalle las metodologías, herramientas, factores de emisión, normas, procedimientos de cálculo, fuentes de datos utilizadas, etc. En cualquier caso, cabe señalar que, los enfoques y marcos metodológicos empleados, son los más recientes, actualizados y reconocidos internacionalmente.

2.2. MITIGACIÓN Y EMISIONES DE GEI (HUELLA DE CARBONO)

Marco teórico

La **Comunicación 2021/C373/01** señala que “*la mitigación del cambio climático implica la descarbonización, la eficiencia energética, el ahorro de energía y la implantación de formas de energía renovables*”. Para ello es necesario definir medidas de reducción de las emisiones de GEI y/o de almacenamiento de carbono, las cuales dependerán, a su vez, de la huella de carbono que supone el “*P.E. Ampliación EDAR*”.

Enfoque metodológico

Teniendo en cuenta la premisa anterior, el enfoque recomendado en la **Comunicación** debe incluir un «*análisis detallado de la cuantificación y la monetización de las emisiones (y reducciones) de GEI, así como la evaluación de la coherencia con los objetivos climáticos para 2030 y 2050*».

El enfoque seguirá el siguiente esquema metodológico:



Esquema metodológico para mitigación. Fuente: elaboración propia según la Comunicación 2021/C373/01

DOCUMENTO Documentos públicos: ANEXO_I_ESTUDIO_CAMBIO_CLIMATICO_EDAR.pdf (1655200) 25.01.20_2022_0001	IDENTIFICADORES Número de la anotación: 15997, Fecha de entrada: 03/11/2022 10:50 :00
OTROS DATOS Código para validación: PG1ZH-PRPW-0C42F Fecha de emisión: 7 de Noviembre de 2022 a las 10:38:10 Página 7 de 26	FIRMAS ESTADO INCLUYE FIRMA EXTERNA



Documento verificable en https://portal.ayto-villacanada.es - El documento no requiere firmas. Mediante el código de verificación puede comprobar la validez de la firma electrónica de los documentos firmados en la dirección web: https://portal.ayto-villacanada.es/portal/verificarDocumentos.do Firmado por: 1. C=ES, O=PROYECTOS MEDIO AMBIENTALES SA, OID.2.5.4.97=VATES-A79282893, CN=51355828W LUIS MARTIN (R: A79282893); SN=MARTIN HERNANDEZ, G=LUIS, SERIALNUMBER=IDCES-51355828W, Description=Reg:28065/Hoja:14-63075/Tomo:17386/Folio:122/Fecha:03/02/2022/Inscripción:13 (CN=AC Representación, OU=CERES, O=FNMT-RCM, C=ES) el 03/11/2022 10:49:58.

Plan Especial para la ampliación de la EDAR (Villanueva de la Cañada)

Para llevar a cabo este enfoque, la metodología empleada debe ser reconocida oficialmente, tener solidez y mostrar coherencia con las metodologías de organismos internacionales oficiales en mitigación del cambio climático. En el caso del presente estudio se va a emplear la metodología de estimación de emisiones propuesta por el MITERD en el contexto del Sistema Español de Inventario de Emisiones. A su vez, está basada en las Directrices del *Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático* (IPCC por sus siglas en inglés) para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, así como en la metodología EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook de la Agencia Europea de Medio Ambiente.

La **metodología de la huella de carbono** presenta una serie de fases sucesivas:

1. Definición de los límites del plan o proyecto
2. Definición del período de cálculo
3. Determinación y cuantificación de las emisiones de referencia (B_e)
4. Cuantificación de las emisiones absolutas del proyecto (A_b)
5. Cálculo de las emisiones relativas ($R_e = A_b - B_e$)

En el **apartado 3 “Mitigación del cambio climático: cálculo de la huella de carbono”** se detallan las ecuaciones de cálculo, los datos de entrada y los resultados de la huella de carbono en términos de CO₂ equivalente, así como las medidas de mitigación relativas al “*P.E. Ampliación EDAR*”.

2.3. ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO Y EVALUACIÓN DE RIESGOS (RESILIENCIA FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO)

Marco teórico

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, y puesto que, en este caso se trata de la ampliación de una infraestructura existente, la evaluación de la vulnerabilidad y el análisis de riesgos climáticos ayuda a determinar aquellos impactos que pueden ser importantes y sirven para definir, evaluar y aplicar medidas de adaptación específicas y concretas para este caso concreto, reduciendo y minimizando el riesgo residual a un *nivel aceptable*.

Enfoque metodológico

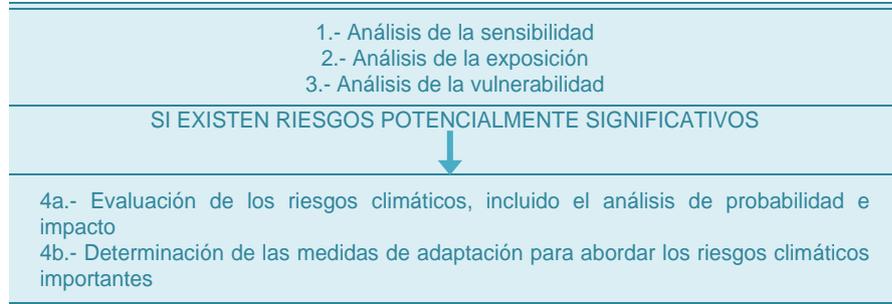
Partiendo, como base, de la **Comunicación 2021/C373/01**, el proceso metodológico para evaluar los riesgos asociados al cambio climático, en función de la vulnerabilidad, la sensibilidad y la exposición de la zona donde se integra el “*P.E. Ampliación EDAR*” y de sus características, así como de las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

<p>DOCUMENTO</p> <p>Documentos públicos: ANEXO_I_ESTUDIO_CAMBIO_CLIMATICO_EDAR.pdf (1655200) 25.01.20_2022_0001</p>	<p>IDENTIFICADORES</p> <p>Número de la anotación: 15997, Fecha de entrada: 03/11/2022 10:50 :00</p>	
<p>OTROS DATOS</p> <p>Código para validación: PG1ZH-PRPWX-0C42F Fecha de emisión: 7 de Noviembre de 2022 a las 10:38:10 Página 8 de 26</p>	<p>FIRMAS</p>	<p>ESTADO</p> <p>INCLUYE FIRMA EXTERNA</p>



Documento verificable en <https://portal.ayto-villacanada.es> - El documento no requiere firmas. Mediante el código de verificación puede comprobar la validez de la firma electrónica de los documentos firmados en la dirección web: <https://portal.ayto-villacanada.es/portal/verificarDocumentos.do> Firmado por: 1. C=ES, O=PROYECTOS MEDIO AMBIENTALES SA, OID.2.5.4.97=VATES-A79282893, CN=51355828W LUIS MARTIN (R: A79282893), SN=MARTIN HERNANDEZ, G=LUIS, SERIALNUMBER=IDCES-51355828W, Description=Reg:28065/Hoja:M-63075/Tomo:17386/Folio:122/Fecha:03/02/2022/Inscripción:13 (CN=AC Representación, OU=CERES, O=FNMT-RCM, C=ES) eI03/11/2022 10:49:58.

Plan Especial para la ampliación de la EDAR (Villanueva de la Cañada)



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 **3.2. “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 *“P.E. Ampliación EDAR”*.

Plan Especial para la ampliación de la EDAR (Villanueva de la Cañada)

3. MITIGACIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO

3.1. CÁLCULO DE LA HUELLA DE CARBONO

El cálculo de la huella de carbono a calcular consta de las siguientes fases consecutivas:

FASE 1 – Definición de los límites y el periodo de cálculo

El límite de una Huella de Carbono identifica los gases, fuentes emisoras, área cubierta y el período o año de cálculo.

En relación con los **GEI's que se van a contabilizar**, se incluyen en este estudio los siguientes GEI's:

GEI's incluidos en la Huella de Carbono
Metano (CH ₄)
Óxido nitroso (N ₂ O)

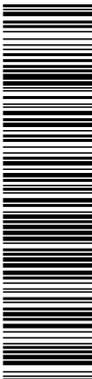
Gases de Efecto Invernadero incluidos en el cálculo de la huella de carbono. Fuente: elaboración propia

Las estaciones depuradoras de aguas residuales no emiten dióxido de carbono (CO₂), por lo que no se calcula este gas. Sin embargo, los gases de efecto invernadero (en adelante GEI) CH₄ y N₂O serán evaluados de acuerdo con su potencial de calentamiento, ofreciéndose los datos también en términos de CO₂ equivalente.

En cuanto a las **situaciones o escenarios** a considerar, hay dos:

- Emisiones de referencia (B_e):** son las emisiones que corresponde al escenario "sin proyecto" o actual. En el caso que nos ocupa, corresponden a las emisiones de la EDAR en la situación actual. Estos datos corresponden a una EDAR para abastecer a una población de 26.667 habitantes y un caudal medio de 5.467 m³/día.
- Emisiones absolutas (A_b):** son las emisiones que se producen como consecuencia de la materialización del Plan Especial. En este caso, el planeamiento propuesto contempla, la ampliación de la EDAR para una población de 40.000 habitantes y un caudal de 8.200 m³/día.

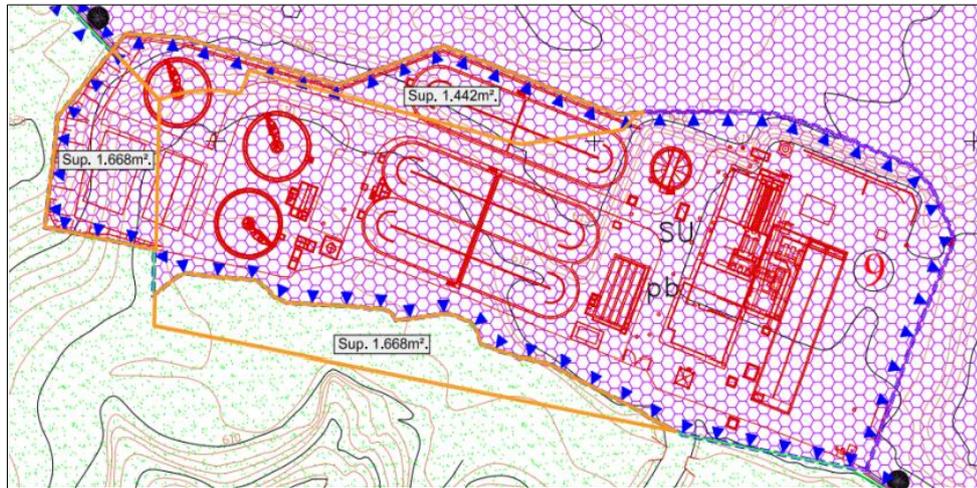
El **área cubierta** por la huella de carbono corresponde al **ámbito geográfico del planeamiento propuesto**, cuyos límites se señalan en el siguiente mapa:





Documento verificable en https://portal.ayto-villacanada.es - El documento no requiere firmas. Mediante el código de verificación puede comprobar la validez de la firma electrónica de los documentos firmados en la dirección web: https://portal.ayto-villacanada.es/portal/verificarDocumentos.do Firmado por: 1. C=ES, O=PROYECTOS MEDIO AMBIENTALES SA, OID.2.5.4.97=VATES-A79282893, CN=51355828W LUIS MARTIN (R: A79282893), SN=MARTIN HERNANDEZ, G=LUIS, SERIALNUMBER=IDCES-51355828W, Description=Reg:28065/Hoja:14-63075/Tomo:17386/Folio:122/Fecha:03/02/2022/Inscripción:13 (CN=AC Representación, OU=CERES, O=FNMT-RCM, C=ES) e103/11/2022 10:49:58.

Plan Especial para la ampliación de la EDAR (Villanueva de la Cañada)



Ámbito geográfico cubierto por la huella de carbono. Fuente: Documentación del planeamiento

FASE 2 – Factores de emisión empleados

El factor de emisión es el coeficiente que relaciona el **dato de actividad** con la **cantidad de emisión de un GEI**. Se expresa en toneladas de GEI/ud. Los factores de emisión y las ecuaciones de cálculo empleadas se van a ir exponiendo en el apartado correspondiente a la “Fase 3. Cálculo de las emisiones”, y proceden de las “Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. Vol.5, Cap.6”.

FASE 3 – Cálculo de las emisiones

El cálculo de las emisiones depende de dos variables: el dato de actividad y el factor de emisión correspondiente.

EMISIÓN GEI = dato de actividad (Ac) * factor de emisión (FE)

3.a. Cuantificación de las emisiones de referencia (B_e)

Para el cálculo de la huella de referencia, los datos de entrada corresponden a la población abastecida por la EDAR y el caudal medio de las aguas residuales tratadas.

26.667 habitantes y caudal medio de 5.467 m³/día

En cuanto al proceso generador de emisiones de GEI, se calculan las emisiones generadas por el tratamiento de las aguas residuales procedentes de los sectores residencial, institucional e industriales asimilables.

DOCUMENTO Documentos públicos: ANEXO_I_ESTUDIO_CAMBIO_CLIMATICO_EDAR.pdf (1655200) 25.01.20_2022_0001	IDENTIFICADORES Número de la anotación: 15997, Fecha de entrada: 03/11/2022 10:50 :00
OTROS DATOS Código para validación: PG1ZH-PRPWX-0C42F Fecha de emisión: 7 de Noviembre de 2022 a las 10:38:10 Página 11 de 26	FIRMAS ESTADO INCLUYE FIRMA EXTERNA



Documento verificable en https://portal.ayto-villacanada.es - El documento no requiere firmas. Mediante el código de verificación puede comprobar la validez de la firma electrónica de los documentos firmados en la dirección web: https://portal.ayto-villacanada.es/portal/verificarDocumentos.do Firmado por: 1. C=ES, O=PROYECTOS MEDIO AMBIENTALES SA, OID.2.5.4.97=VATES-A79282893, CN=51355828W LUIS MARTIN (R: A79282893), SN=MARTIN HERNANDEZ, G=LUIS, SERIALNUMBER=IDCES-51355828W, Description=Reg:28065/Hoja:14-63075/Tomo:17386/Folio:122/Fecha:03/02/2022/Inscripción:13 (CN=AC Representación, OU=CERES, O=FNMT-RCM, C=ES) eI03/11/2022 10:49:58.

Plan Especial para la ampliación de la EDAR (Villanueva de la Cañada)

➔ **Metano (CH₄)**

La **ecuación general** para estimar las emisiones de CH₄ derivadas de aguas residuales tratadas es la ofrecida por el IPCC¹:

$$\text{Emisiones de CH}_{4j}(\text{en t/año}) = (\text{TOW} * \text{S} * \text{FE}_j)$$

Donde:

- Emisiones de CH₄* = emisiones de CH₄ en ton de CH₄/año
- TOW* = total de materia orgánica en las aguas residuales en kg de BOD/año
- S* = componente orgánico separado como lodo durante el año en kg de BOD/año
- EF_j* = factor de emisión en kg de CH₄/kg de BOD

De esta forma, es necesario aplicar unas ecuaciones secundarias para hallar algunas variables. Así, el factor de emisión de CH₄ para el sistema de depuración existente en la EDAR de Villanueva de la Cañada, correspondiente a planta de tratamiento centralizado aeróbico bien operada, se halla a través de la siguiente ecuación.

$$\text{Factor de emisión de CH}_{4j}(\text{ton/año}) = (\text{B}_0 * \text{MCF}_j) * 0,001$$

Donde:

- EF_j* = factor de emisión en kg de CH₄/kg de BOD
- j* = sistema de tratamiento y/o eliminación
- B₀* = capacidad máxima de producción de CH₄ en kg de CH₄/kg de COD
- MCF_j* = factor corrector para el metano (fracción)
- 0,001 = conversión de kg a ton

Según el IPCC, se puede usar un valor por defecto de 0,6 kg de CH₄/kg de BOD para *B₀* (capacidad máxima de producción de CH₄). Respecto al factor de corrección para el metano, en el cuadro 6.3 de la Guía del IPCC se ofrecen distintos valores de MCF por defecto para las aguas residuales domésticas, habiéndose optado por asumir que la EDAR en fase actual corresponde a una planta de tratamiento centralizado aeróbico bien operada.

Por lo tanto, el factor de emisión de CH₄ calculado es el siguiente:

$$\text{EF}_j = 0,003$$

Para hallar la materia orgánica en las aguas residuales (*TOW*) se aplica la siguiente ecuación:

$$\text{TOW} = \text{P} * \text{BOD} * 0,001 * 365$$

Donde:

- TOW* = total de materia orgánica en las aguas residuales del año del inventario (kg de BOD/año).
- P* = población (nº habitantes)

¹ Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. Vol.5, Cap.6

DOCUMENTO Documentos públicos: ANEXO_I_ESTUDIO_CAMBIO_CLIMATICO_EDAR.pdf (1655200) 25.01.20_2022_0001	IDENTIFICADORES Número de la anotación: 15997 , Fecha de entrada: 03/11/2022 10:50 :00
OTROS DATOS Código para validación: PG1ZH-PRPWX-0C42F Fecha de emisión: 7 de Noviembre de 2022 a las 10:38:10 Página 12 de 26	FIRMAS ESTADO INCLUYE FIRMA EXTERNA



Documento verificable en https://portal.ayto-villacanada.es - El documento no requiere firmas. Mediante el código de verificación puede comprobar la validez de la firma electrónica de los documentos firmados en la dirección web: https://portal.ayto-villacanada.es/portal/verificarDocumentos.do Firmado por: 1. C=ES, O=PROYECTOS MEDIO AMBIENTALES SA, OID.2.5.4.97=VATES-A79282893, CN=51355828W LUIS MARTIN (R: A79282893), SN=MARTIN HERNANDEZ, G=LUIS, SERIALNUMBER=IDCES-51355828W, Description=Reg:28065/Hoja:14-63075/Tomo:17386/Folio:122/Fecha:03/02/2022/Inscripción:13 (CN=AC Representación, OU=CERES, O=FNMT-RCM, C=ES) eI03/11/2022 10:49:58.

Plan Especial para la ampliación de la EDAR (Villanueva de la Cañada)

$BOD = BOD$ per cápita específico (g/persona/día), establecido en 60 g/persona/día según el cuadro 6.4 del Vol.5, Cap.6 de las Directrices del IPCC.

0,001 = conversión de gramos de BOD a kilogramos de BOD

Según esta ecuación, la materia orgánica en las aguas residuales (TOW) es:

$$TOW = 584.007,3 \text{ kg de BOD/año}$$

Si aplicamos la ecuación general para las emisiones de metano, el resultado es el siguiente:

$$Emisiones \text{ de metano } (CH_4) = 1,75 \text{ ton/año}$$

➔ **Óxido nitroso (N₂O)**

Las emisiones de óxido nitroso (N₂O) pueden producirse como emisiones directas provenientes de las plantas de tratamiento o como emisiones indirectas provenientes de las aguas residuales después de la eliminación de los efluentes. Las emisiones directas derivadas de la nitrificación y desnitrificación en instalaciones de tratamiento de aguas residuales pueden considerarse fuentes menores, por lo que tan solo deben estimarse en el caso de plantas centralizadas avanzadas de tratamiento de aguas residuales con etapas de nitrificación y desnitrificación. Por lo tanto, solo se calculan las emisiones indirectas de N₂O derivadas de efluentes del tratamiento de aguas residuales que se eliminan en medios acuáticos.

La **ecuación general** para estimar las emisiones de N₂O derivadas de aguas residuales tratadas es la ofrecida por el IPCC²:

$$Emisiones \text{ de } N_2O \text{ (t/año)} = Proteína * F_{NPR} * P * FE * (44/28) * 0,001$$

Donde:

Proteína = consumo per cápita anual de proteínas, en kg/persona/año

F_{NPR} = fracción de nitrógeno en las proteínas, por defecto 0,16 kg de N / kg de proteína

P = población humana

FE = Se aplica un factor de 0,005 kg N₂O-N/kg N que se toma como valor por defecto del cuadro 6.11 del Vol.5, Cap.6 de las Directrices del IPCC.

El factor 44/28 corresponde a la conversión de kg de N₂O -N en kg de N₂O.

0,001 = conversión de kg a ton

Aplicando la ecuación, las emisiones de N₂O en el escenario actual o de referencia son las siguientes:

$$Emisiones \text{ de óxido nitroso } (N_2O) = 1,16 \text{ ton/año}$$

² Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. Vol.5, Cap.6



Documento verificable en <https://portal.ayto-villacanada.es> - El documento no requiere firmas. Mediante el código de verificación puede comprobar la validez de la firma electrónica de los documentos firmados en la dirección web: <https://portal.ayto-villacanada.es/portal/verificarDocumentos.do> Firmado por: 1. C=ES, O=PROYECTOS MEDIO AMBIENTALES SA, OID.2.5.4.97=VATES-A79282893, CN=51355828W LUIS MARTIN (R: A79282893), SN=MARTIN HERNANDEZ, G=LUIS, SERIALNUMBER=IDCES-51355828W, Description=Reg:28065/Hoja:14-63075/Tomo:17386/Folio:122/Fecha:03/02/2022/Inscripción:13 (CN=AC Representación, OU=CERES, O=FNMT-RCM, C=ES) e103/11/2022 10:49:58.

Plan Especial para la ampliación de la EDAR (Villanueva de la Cañada)

➔ **Emisiones de referencia (Be) en toneladas de CO₂ eq**

Aplicando el factor del potencial de calentamiento de estos gases en términos de CO₂ equivalente, se halla la huella de carbono en el escenario actual o de referencia. Los potenciales de calentamiento aplicados provienen del 6º Informe del IPCC:

Greenhouse Gas	100 Year Time Period		
	AR4 2007	AR5 2014	AR6 2021
CO ₂	1	1	1
CH ₄ fossil origin	25	28	29.8
CH ₄ non fossil origin			27.2
N ₂ O	298	265	273

Aplicando estos potenciales de calentamiento para el óxido nítrico y el metano, las emisiones de GEI son las siguientes:

Emisiones de GEI (ton CO₂ eq / año) Escenario de referencia

365,23 ton CO₂ eq / año

3.b. Cuantificación de las emisiones absolutas (Ab)

Para el cálculo de la huella de carbono absoluta correspondiente a la ampliación de la EDAR en el escenario futuro, los datos de entrada corresponden a la población abastecida por la EDAR y el caudal medio de las aguas residuales tratadas.

40.000 habitantes y caudal medio de 8.200 m³/día

Aplicando las ecuaciones expuestas para el escenario de referencia, pero con los datos para el escenario absoluto u operacional, se obtienen las siguientes cantidades de los GEI's calculados:

➔ **Metano (CH₄)**

Emisiones de metano (CH₄) = 2,63 ton/año

➔ **Óxido Nítrico (N₂O)**

Emisiones de metano (Óxido Nítrico (N₂O) = 1,74 ton/año

➔ **Emisiones absolutas o futuras (Ab) en toneladas de CO₂ eq**

Aplicando los potenciales de calentamiento para el óxido nítrico y el metano, las emisiones de GEI son las siguientes:

Emisiones de GEI (ton CO₂ eq / año) Escenario de referencia

547,84 ton CO₂ eq / año



Documento verificable en https://portal.ayto-villacanada.es - El documento no requiere firmas. Mediante el código de verificación puede comprobar la validez de la firma electrónica de los documentos firmados en la dirección web: https://portal.ayto-villacanada.es/portal/verificarDocumentos.do Firmado por: 1. C=ES, O=PROYECTOS MEDIO AMBIENTALES SA, OID.2.5.4.97=VATES-A79282893, CN=51355828W LUIS MARTIN (R: A79282893), SN=MARTIN HERNANDEZ, G=LUIS, SERIALNUMBER=IDCES-51355828W, Description=Reg:28065/Hoja:14-63075/Tomo:17386/Folio:122/Fecha:03/02/2022/Inscripción:13 (CN=AC Representación, OU=CERES, O=FNMT-RCM, C=ES) el 03/11/2022 10:49:56.

Plan Especial para la ampliación de la EDAR (Villanueva de la Cañada)

3.c. Cálculo de las emisiones relativas (R_e)

Las **emisiones del escenario absoluto u operacional (A_b)** son las emisiones anuales estimadas para un año medio de funcionamiento de la EDAR ampliada.

Las emisiones del **escenario actual o de referencia (B_e)** se refieren a los GEI que se generarían si no se llevara a cabo el proyecto.

Finalmente, las **emisiones relativas (R_e)** representan la diferencia entre las emisiones absolutas y las emisiones de referencia.

En base a ello, y una vez calculadas las emisiones absolutas (A_b) y las emisiones de referencia (B_e), se estiman en este subapartado las emisiones relativas (R_e):

	Emisiones de Referencia (B _e)	Emisiones Absolutas (A _b)	Emisiones Relativas (R _e)
Emisiones (ton CO ₂ /año)	365,23	547,784	+182,6 ton CO₂
Habitantes (nº)	26.667	40.000	+13.333 hab
Caudal medio (m ³)	5.467	8.200	+2.733 m³

Resumen de las emisiones de relativas (R_e). Fuente: elaboración propia

En la tabla anterior se observa un aumento leve de las emisiones de GEI como consecuencia de lo establecido en el “P.E. Ampliación EDAR», que supondría un incremento de **+182,6 ton CO₂/año**, consecuencia directa del aumento de población que sería abastecida por la EDAR. No obstante, la población actual de Villanueva de la Cañada es de 22.580 habitantes, a los que habría que sumar la población no empadronada y que a la que da servicio la EDAR de la *Universidad Alfonso X el Sabio*, que actualmente cuenta con unos 14.500 estudiantes. El objeto del Plan Especial es dar servicio a esta población en aumento y dimensionarla de acuerdo a las necesidades, por lo que el incremento de las emisiones se debe única y exclusivamente al aumento de la población servida. En términos absolutos, esta cantidad es muy baja, por lo que se puede concluir que se trata de un impacto negativo compatible desde el punto de vista de las emisiones de GEI. Este hecho se puede afirmar porque, aunque representa un incremento de las emisiones de GEI, en términos de coste-beneficio el resultado global es indudable ante la mejora sustancial que supone desde el punto de vista del impacto que podrían tener unos efluentes mal gestionados o sobrecargados vertidos a los cauces fluviales.

4.1. MEDIDAS PARA LA REDUCCIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO

A continuación, se recogen una serie de medidas para la reducción de la huella de carbono que se aportan como recomendaciones generales para su aplicación en EDAR’s, siempre que sea técnicamente viables y ofrezca una relación coste-beneficio adecuada en función del tamaño y tipo de EDAR.

- *Aprovechamiento del biogás generado junto con los lodos*

El objetivo es producir energía eléctrica en la EDAR a través de la digestión conjunta de residuos o subproductos orgánicos junto con los fangos generados en la línea de agua de la EDAR. A través de este proceso se puede producir biogás para generar energía para la propia instalación.

DOCUMENTO Documentos públicos: ANEXO_I_ESTUDIO_CAMBIO_CLIMATICO_EDAR.pdf (1655200) 25.01.20_2022_0001	IDENTIFICADORES Número de la anotación: 15997 , Fecha de entrada: 03/11/2022 10:50 : 00	
OTROS DATOS Código para validación: PG1ZH-PRPWX-0C42F Fecha de emisión: 7 de Noviembre de 2022 a las 10:38:10 Página 15 de 26	FIRMAS	ESTADO INCLUYE FIRMA EXTERNA



Documento verificable en <https://portal.ayto-villacanada.es> - El documento no requiere firmas. Mediante el código de verificación puede comprobar la validez de la firma electrónica de los documentos firmados en la dirección web: <https://portal.ayto-villacanada.es/portal/verificarDocumentos.do> Firmado por: 1. C=ES, O=PROYECTOS MEDIO AMBIENTALES SA, OID.2.5.4.97=VATES-A79282893, CN=51355828W LUIS MARTIN (R: A79282893); SN=MARTIN HERNANDEZ, G=LUIS, SERIALNUMBER=IDCES-51355828W, Description=Reg:28065/Hoja:M-63075/Tomo:17386/Folio:122/Fecha:03/02/2022/Inscripción:13 (CN=AC Representación, OU=CERES, O=FNMT-RCM, C=ES) e103/11/2022 10:49:56.

Plan Especial para la ampliación de la EDAR (Villanueva de la Cañada)

Mediante sistemas avanzados de los procesos de codigestión y aprovechamiento de biogás es posible lograr la autosuficiencia total de una EDAR.

- *Generación de energía fotovoltaica*

La instalación de paneles fotovoltaicos en la EDAR puede llegar a generar electricidad para el autoabastecimiento, teniendo un potencial como forma de producción energética muy elevado y contribuyendo a la descarbonización de la energía y la reducción de la huella de carbono de la instalación.

- *Consumo de energía con garantía de origen renovable*

La garantía de origen (GdO) es un mecanismo de las comercializadoras energéticas que certifica que una cantidad de electricidad ha sido producida por fuentes renovables. Esta acreditación proporciona información al consumidor de energía que le permite conocer con exactitud el origen de la energía que consume y el impacto relativo a las emisiones de GEI.

El objetivo de esta medida es, por tanto, firmar contratos de energía con alguna de las empresas que suministren energía con garantía de origen, lo que supondría la reducción de las emisiones indirectas de la EDAR.

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:



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

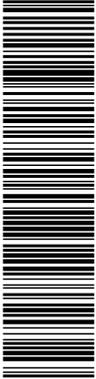
El objetivo de esta fase es “*determinar los peligros climáticos pertinentes para el tipo de plan o proyecto específico en la ubicación prevista*”.

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.

La sensibilidad se analiza según 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.



Plan Especial para la ampliación de la EDAR (Villanueva de la Cañada)

- **Sensibilidad Baja:** el peligro climático no tiene ningún impacto (o es insignificante).

MATRIZ DE SENSIBILIDAD		
Peligros climáticos	Inundaciones	
	Sequías	
	Lluvias torrenciales	
	Temperaturas extremas	
	Contrastes térmicos	
	Olas de calor	

Análisis de sensibilidad. Fuente: elaboración propia

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 y las proyecciones del clima en ese espacio geográfico en concreto. Para ello, 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)³, 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**.

A través de un sistema de ponderación según las estadísticas de cambio climático a 2050 para toda España, se establecen tres rangos o umbrales:

- **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.

³ 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>



Documento verificable en <https://portal.ayto-villacanada.es> - El documento no requiere firmas. Mediante el código de verificación puede comprobar la validez de la firma electrónica de los documentos firmados en la dirección web: <https://portal.ayto-villacanada.es/portal/verificarDocumentos.do> Firmado por: 1. C=ES, O=PROYECTOS MEDIO AMBIENTALES SA, OID.2.5.4.97=VATES-A79282893, CN=51355828W LUIS MARTIN (R: A79282893), SN=MARTIN HERNANDEZ, G=LUIS, SERIALNUMBER=IDCES-51355828W, Description=Reg:28065/Hoja:14-63075/Tomo:17386/Folio:122/Fecha:03/02/2022/Inscripción:13 (CN=AC Representación, OU=CERES, O=FNMT-RCM, C=ES) e103/11/2022 10:49:58.

Plan Especial para la ampliación de la EDAR (Villanueva de la Cañada)

MATRIZ DE EXPOSICIÓN		
Variables climáticas	Anomalía en 2041-70 respecto a 1971-2000	
Temperaturas	Temperatura máxima	+2,2 C
	Temperatura mínima	+1,9º C
	Temperatura máxima extrema	+1,7 C
	Temperatura mínima extrema	+1,5º C
	Nº de noches cálidas	+38 noches
	Nº de días cálidos	+29 días
	Nº días con temperatura >20ºC	+12 días
	Grados-día de refrigeración	+140º
	Grados-día de calefacción	-438º
	Duración máxima olas de calor	+10 días
	Amplitud térmica	+0,3º C
Precipitación	Precipitación	-24,4 mm
	Precipitación máxima en 24 h	+1,7 mm
	Nº de días de lluvia	-7 días
	Nº días de precipitación <1mm	+8 días
	Nº días consecutivos de precipitación <1mm	+6 días
Evapotranspiración potencial	+12,7 mm/mes	

Análisis de exposición. Fuente: elaboración propia a partir de los "Escenarios de cambio climático regionalizados del PNACC"

Determinación 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 calcula 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.

Plan Especial para la ampliación de la EDAR (Villanueva de la Cañada)

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

Análisis de la vulnerabilidad. Fuente: elaboración propia

De este modo, la vulnerabilidad es la siguiente:

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

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*





Documento verificable en <https://portal.ayo-villacanada.es> - El documento no requiere firmas. Mediante el código de verificación puede comprobar la validez de la firma electrónica de los documentos firmados en la dirección web: <https://portal.ayo-villacanada.es/portal/verificarDocumentos.do> Firmado por: 1. C=ES, O=PROYECTOS MEDIO AMBIENTALES SA, OID.2.5.4.97=VATES-A79282893, CN=51355828W/LUIS MARTIN (R: A79282893), SN=MARTIN HERNANDEZ, G=LUIS, SERIALNUMBER=IDCES-51355828W, Description=Reg:28065/Hoja:14-63075/Tomo:17386/Folio:122/Fecha:03/02/2022/Inscripción:13 (CN=AC Representación, OU=CERES, O=FNMT-RCM, C=ES) eI03/11/2022 10:49:58.

Plan Especial para la ampliación de la EDAR (Villanueva de la Cañada)

multiplicados por los impactos, si ocurrieran estos eventos o tendencias” (Laura Crespo García, Fernando Jiménez Arroyo; CEDEX, 2020)⁴.

Análisis de la probabilidad

Se analiza la probabilidad de que los peligros climáticos, a los que el “P.E. Ampliación EDAR” 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 IPCC⁵ y que se emplea en el presente estudio.

Escola		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 %

Escola indicativa para evaluar la probabilidad de un peligro climático. Fuente: IPCC

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	
Peligros climáticos	Probabilidad
Inundaciones	Probable (4)
Sequías	Probable (4)
Lluvias torrenciales	Probable (4)
Temperaturas extremas	Probable (4)
Contrastes térmicos	Moderado (3)
Olas de calor	Casi seguro (5)

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

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*. En la siguiente tabla se muestran los distintos umbrales de magnitud.

Escola	Descripción de la magnitud o gravedad
Insignificante	1 Impacto mínimo que se puede mitigar a través de la actividad normal
Leve	2 Efectos que afectan al uso normal, materializándose en impactos localizados de manera temporal

⁴ “Metodología 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.

⁵ 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.

Plan Especial para la ampliación de la EDAR (Villanueva de la Cañada)

Escala	Descripción de la magnitud o gravedad
Moderado 3	Efectos moderados o graves que requieren medidas específicas y adicionales para su corrección
Grave 4	Efectos críticos que requieren medidas extraordinarias y que redundan en impactos a más largo plazo
Catastrófico 5	Carácter de desastre natural con potencial efecto de destrucción o cese del uso normal, generando daños significativos permanentes o de largo plazo.

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 y el funcionamiento que representa la EDAR y su ampliación.

Eventos o peligros climáticos	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
EDAR activos físicos y funcionamiento	4	3	4	2	4	3	4	1	3	1	5	1

Evaluación de la magnitud o impacto de los peligros climáticos. Fuente: elaboración propia

Finalmente, a través de la siguiente ecuación, se calcula el **riesgo climático existente** para el Plan Especial:

$$R = Pr * Mg$$

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

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

EVALUACIÓN DE RIESGOS					
Inundaciones	Sequías	Lluvias torrenciales	Temperaturas extremas	Contrastes térmicos	Olas de calor
12	8	12	4	3	5

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



DOCUMENTO Documentos públicos: ANEXO_I_ESTUDIO_CAMBIO_CLIMATICO_EDAR.pdf (1655200) 25.01.20_2022_0001	IDENTIFICADORES Número de la anotación: 15997, Fecha de entrada: 03/11/2022 10:50:00
OTROS DATOS Código para validación: PG1ZH-PRPW-0C42F Fecha de emisión: 7 de Noviembre de 2022 a las 10:38:10 Página 22 de 26	FIRMAS ESTADO INCLUYE FIRMA EXTERNA



Documento verificable en https://portal.ayto-villacanada.es - El documento no requiere firmas. Mediante el código de verificación puede comprobar la validez de la firma electrónica de los documentos firmados en la dirección web: https://portal.ayto-villacanada.es/portal/verificarDocumentos.do Firmado por: 1. C=ES, O=PROYECTOS MEDIO AMBIENTALES SA, OID.2.5.4.97=VATES-A79282893, CN=51355828W LUIS MARTIN (R: A79282893), SN=MARTIN HERNANDEZ, G=LUIS, SERIALNUMBER=IDCES-51355828W, Description=Reg:28065/Hoja:14-63075/Tomo:17386/Folio:122/Fecha:03/02/2022/Inscripción:13 (CN=AC Representación, OU=CERES, O=FNMT-RCM, C=ES) eI03/11/2022 10:49:58.

Plan Especial para la ampliación de la EDAR (Villanueva de la Cañada)

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 del Plan Especial.

No obstante, y al igual que con las medidas para la mitigación o reducción de la huella de carbono, se trata de recomendaciones generales que podrían ser de aplicación a las EDAR's pero valorando previamente su relación coste-beneficio así como la viabilidad técnica.

- *Sistemas avanzados para la eliminación del nitrógeno y el fósforo en la devolución del agua al ecosistema.*

Aunque suele aplicarse a las plantas depuradoras diseñadas para tratar vertidos procedentes de grandes aglomeraciones, debido a la mayor flexibilidad operacional que presentan respecto a las EDAR proyectadas para depurar aguas procedentes de pequeñas poblaciones, se trata de una medida general cuyos posibles tratamientos, sistemas y opciones deben analizarse desde el punto de vista de su potencial de aplicación considerando la capacidad económica, la viabilidad técnica y las adaptaciones de los diseños planteados para pequeñas poblaciones, en los que inicialmente no suele ser necesario tener en cuenta la eliminación de nutrientes.

En líneas generales, esta medida consiste en realizar tratamientos específicos que depuren las aguas residuales con mayores niveles de eliminación de contaminantes con el objetivo de mejorar los efluentes a los cauces fluviales. De este modo, y ante posibles periodos de sequía más intensos y duraderos a consecuencia del cambio climático, los cauces de los ríos y masas de agua receptoras podrán disponer de caudales con una calidad de las aguas en mejores condiciones.

Unos efluentes en peores condiciones o de peor calidad pueden afectar negativamente al estado ecológico de los ecosistemas fluviales y las aguas subterráneas que, unido a periodos de sequía, empeoran la situación y el estado de los recursos hídricos.

En definitiva, se trata de mejorar la calidad de las aguas tratadas y la sostenibilidad del proceso de depuración de las aguas residuales, a partir de técnicas que permitan eliminar la mayor parte del nitrógeno contenido en el agua que se incorpore al tratamiento.

- *Diseño de la ampliación de la EDAR considerando los principales riesgos climáticos detectados.*

Esta medida incluye una serie de acciones destinadas a proteger las instalaciones y elementos funcionales y constructivos de la EDAR frente a los principales riesgos climáticos detectados en el entorno geográfico en el que se encuentra, que fundamentalmente son para esta instalación las inundaciones y las lluvias torrenciales y, en menor medida, las sequías.



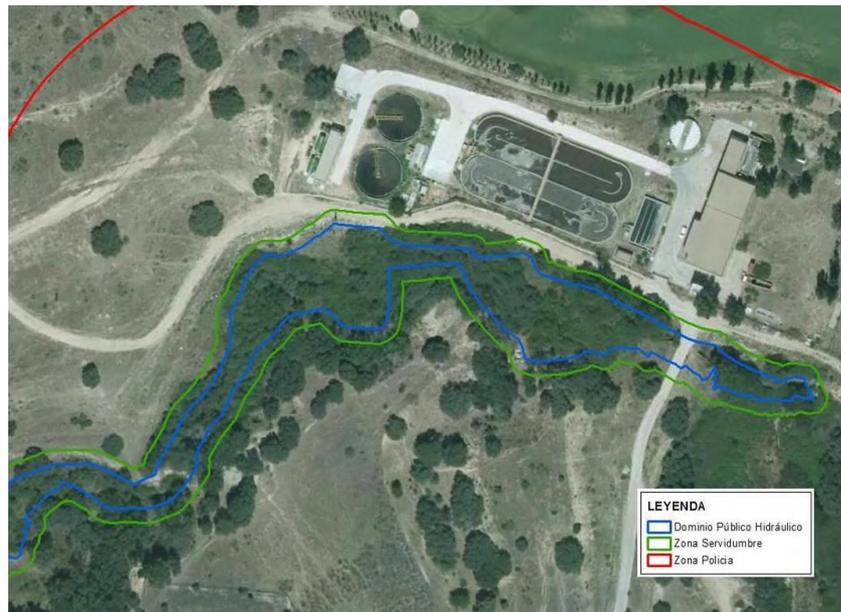
Documento verificable en <https://portal.ayto-villacanada.es> - El documento no requiere firmas. Mediante el código de verificación puede comprobar la validez de la firma electrónica de los documentos firmados en la dirección web: <https://portal.ayto-villacanada.es/portal/verificarDocumentos.do> Firmado por: 1. C=ES, O=PROYECTOS MEDIO AMBIENTALES SA, OID.2.5.4.97=VATES-A79282893, CN=51355828W LUIS MARTIN (R: A79282893); SN=MARTIN HERNANDEZ, G=LUIS, SERIALNUMBER=IDCES-51355828W, Description=Reg:28065/Hoja:14-63075/Tomo:17386/Folio:122/Fecha:03/02/2022/Inscripción:13 (CN=AC Representación, OU=CERES, O=FNMT-RCM, C=ES) eI03/11/2022 10:49:56.

Plan Especial para la ampliación de la EDAR (Villanueva de la Cañada)

Es fundamental contar con sistemas que prevean la protección de la instalación frente a lluvias intensas o torrenciales y posibles daños derivados, anticipando la capacidad de respuesta a estos fenómenos.

El objetivo es analizar, en fase de proyecto, las condiciones topográficas, geográficas, de la instalación, etc. con el fin de establecer mecanismos, así como un diseño adecuado, para evitar sobrecostes que puedan generarse debido a este tipo de fenómenos meteorológicos extremos. *Las inundaciones, por ejemplo, son la catástrofe natural que mayores daños genera en España. Según el Consorcio de Compensación de Seguros y el Instituto Geológico y Minero de España, en nuestro país, los daños por inundaciones se estiman en total en una media de 800 millones de euros anuales.*⁶

No obstante, en el “*Estudio de Inundabilidad del Arroyo de Pedro Elvira*”, la conclusión principal es que la EDAR de Villanueva de la Cañada, se encuentra fuera de las Zonas Inundables, de la Zona de Flujo Preferente y de la propuesta de Dominio Público Hidráulico y su Zona de Policía asociada. Sin embargo, sí que se encuentra en el interior de la zona de Policía, tal y como se puede ver en la siguiente imagen:



Por otra parte, se muestran también las dos imágenes que justifican que la EDAR y su parcela, están ubicadas fuera de las zonas inundables y de flujo preferente.

⁶ <https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/gestion-de-los-riesgos-de-inundacion/>

Plan Especial para la ampliación de la EDAR (Villanueva de la Cañada)



Por lo tanto, y a la vista del estudio hidrológico, no se prevé un peligro para la EDAR en cuanto a riesgos por inundación. No obstante, las acciones para combatir los peligros por lluvias torrenciales y otros posibles fenómenos meteorológicos extremos, aconsejan la aplicación de sistemas de defensa y son de especial importancia como elemento de adaptación frente a los impactos del cambio climático.

DOCUMENTO Documentos públicos: ANEXO_I_ESTUDIO_CAMBIO_CLIMATICO_EDAR.pdf (1655200) 25.01.20_2022_0001	IDENTIFICADORES Número de la anotación: 15997 , Fecha de entrada: 03/11/2022 10:50 :00
OTROS DATOS Código para validación: PG1ZH-PRPW-0C42F Fecha de emisión: 7 de Noviembre de 2022 a las 10:38:10 Página 25 de 26	FIRMAS ESTADO INCLUYE FIRMA EXTERNA



Documento verificable en <https://portal.ayto-villacanada.es> - El documento no requiere firmas. Mediante el código de verificación puede comprobar la validez de la firma electrónica de los documentos firmados en la dirección web: <https://portal.ayto-villacanada.es/portal/verificarDocumentos.do> Firmado por: 1. C=ES, O=PROYECTOS MEDIO AMBIENTALES SA, OID.2.5.4.97=VATES-A79282893, CN=51355828W LUIS MARTIN (R: A79282893), SN=MARTIN HERNANDEZ, G=LUIS, SERIALNUMBER=IDCES-51355828W, Description=Reg:28065/Hoja:14-63075/Tomo:17386/Folio:122/Fecha:03/02/2022/Inscripción:13 (CN=AC Representación, OU=CERES, O=FNMT-RCM, C=ES) eI03/11/2022 10:49:58.

Plan Especial para la ampliación de la EDAR (Villanueva de la Cañada)

BIBLIOGRAFÍA

- *Agenda Urbana Española 2019*. Ministerio de Fomento.
- 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*”.
- 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.
- 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 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/>

<p>DOCUMENTO</p> <p>Documentos públicos: ANEXO_I_ESTUDIO_CAMBIO_CLIMATICO_EDAR.pdf (1655200) 25.01.20_2022_0001</p>	<p>IDENTIFICADORES</p> <p>Número de la anotación: 15997, Fecha de entrada: 03/11/2022 10:50 :00</p>	
<p>OTROS DATOS</p> <p>Código para validación: PG1ZH-PRPWX-0C42F Fecha de emisión: 7 de Noviembre de 2022 a las 10:38:10 Página 26 de 26</p>	<p>FIRMAS</p>	<p>ESTADO</p> <p>INCLUYE FIRMA EXTERNA</p>



Documento verificable en <https://portal.ayto-villacanada.es> - El documento no requiere firmas. Mediante el código de verificación puede comprobar la validez de la firma electrónica de los documentos firmados en la dirección web: <https://portal.ayto-villacanada.es/portal/verificarDocumentos.do> Firmado por: 1. C=ES, O=PROYECTOS MEDIO AMBIENTALES SA, OID.2.5.4.97=VATES-A79282893, CN=51355828W LUIS MARTIN (R: A79282893), SN=MARTIN HERNANDEZ, G=LUIS, SERIALNUMBER=IDCES-51355828W, Description=Reg:28065/Hoja:M-63075/Tomo:17386/Folio:122/Fecha:03/02/2022/Inscripción:13 (CN=AC Representación, OU=CERES, O=FNMT-RCM, C=ES) el 03/11/2022 10:49:56.

Plan Especial para la ampliación de la EDAR (Villanueva de la Cañada)

- 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.