



Dossier de resultados¹

Guías Técnicas para la consideración de la adaptación y mitigación del Cambio Climático en los planes y proyectos sometidos a evaluación ambiental

Documentos de directrices y guías metodológicas y estudio de casos.

Mayo 2019

¹ Documento elaborado en el marco del proyecto “Adaptación al cambio climático mediante métodos y medidas basadas en soluciones naturales, ecoeficientes y de economía circular a incorporar en los procedimientos de evaluación ambiental que establece la Ley 21/2013”.

Organiza



UCAM



ITM Instituto Tecnológico de Murcia



GOBIERNO DE ESPAÑA MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA



Con el apoyo de

Dirección y coordinación: Francisco Victoria Jumilla²

Colaboradores³: Marina Victoria Martínez
Manuel Martínez Balbi
María Ángeles Climent Valiente

Este documento ha sido elaborado en el marco del Proyecto “Adaptación al cambio climático mediante métodos y medidas basadas en soluciones naturales, ecoeficientes y de economía circular a incorporar en los procedimientos de evaluación ambiental que establece la Ley 21/2013”, que cuenta con el apoyo del Ministerio para la Transición Ecológica a través de la Fundación Biodiversidad.

Las opiniones y documentación aportadas en esta publicación son de exclusiva responsabilidad del autor o autores de los mismos y no reflejan necesariamente los puntos de vista de las entidades que apoyan económicamente el proyecto.

² Francisco Victoria Jumilla es doctor en Ciencias Biológicas. Es jefe del Servicio de Fomento del Medio Ambiente y Cambio Climático de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia. Asimismo, es coordinador del Observatorio Regional del Cambio Climático, miembro de la Comisión Estatal de Coordinación de Políticas de Cambio Climático y Académico de Número de la Real Academia de Medicina y Cirugía de la Región de Murcia

³ Marina Victoria Martínez es arquitecta y Manuel Martínez Balbi y María Ángeles Climent son biólogos.



ÍNDICE

1. Introducción	5
2. El procedimiento de evaluación ambiental	8
3. El cambio climático	10
4. La obligación de considerar el cambio climático en el procedimiento de evaluación ambiental de planes y proyectos.....	19
5. La consideración del cambio climático en la evaluación ambiental de planes y proyectos. Secuencias metodológicas, fuentes de información y medidas preventivas, correctoras y compensatorias	25
5.1. Predecir el cambio climático esperado en el plazo de vigencia del plan o proyecto. Guías técnicas.....	28
5.1.1. Fuentes de información. El marco de la intervención administrativa en materia de adaptación al cambio climático.....	28
5.1.2. Escenarios de clima futuros.....	32
5.1.3. Predicción sobre el aumento de del nivel del mar y de la inundabilidad.....	36
5.2. Objetivos fijados en los ámbitos internacional, comunitario o nacional. Guías técnicas	42
5.2.1. Los objetivos de reducción de emisiones.	42
5.2.2. Otros objetivos de mitigación y adaptación.....	47
5.3 La huella de carbono asociada al plan o proyecto. Cuantificar las emisiones y la destrucción de sumideros. Guías técnicas	56
5.3.1. Estimación de la destrucción de las reservas de carbono y la capacidad de sumidero	56
Métodos, herramientas y fuentes de información para la estimación de las reservas de carbono.....	56
Guía práctica para la estimación de pérdidas en las reservas de carbono en el suelo y vegetación (guía de utilización de la Decisión de la Comisión Europea de 10 de junio de 2010).....	61
5.3.2. Huella de Carbono aplicable a la evaluación ambiental de planes y proyectos.	70
5.3.2.1. Conceptos básicos, factores de emisión y alcance de las emisiones ..	70



5.3.2.2. Factores de emisión y calculadoras para consumo de combustibles y emisiones de actividades diversas	77
5.3.2.4. El caso particular de las emisiones por funcionamiento en instalaciones ganaderas. Método de cálculo del Ministerio.....	84
5.4. Medidas para mitigar la incidencia de un plan o proyecto sobre el cambio climático y permitir su adaptación al mismo. Guías técnicas	
.....	88
5.4.1. La ecoeficiencia, la economía circular y las soluciones basadas en la naturaleza aplicadas a la concepción de planes y proyectos sometidos a evaluación ambiental	88
Catálogo de buenas prácticas, medidas y recomendaciones de interés presentes en guías y fuentes de información.	93
5.4.2. La compensación de emisiones.....	97
5.4.3. Medidas para prevenir, reducir y compensar ya recogidas en resoluciones del órgano ambiental en el procedimiento de evaluación ambiental.....	115
Anexo I. Proyecto aprobado a la Fundación Universitaria San Antonio (UCAM) mediante resolución de 28 de junio de 2018, de la Fundación Biodiversidad.	117
Anexo II. Recopilación de métodos, herramientas, fuentes de información y experiencias de éxito. Documentación de referencia.....	119
1. Guías y fuentes de información para la evaluación ambiental del planeamiento urbano.....	119
2. Guías y fuentes de información para evaluación ambiental de proyectos de obras de industrias y actividades y proyectos de obras de urbanización	123
3. Guías de utilidad para proyectos relacionados con la ocupación y sellado del suelo, el drenaje urbano sostenible y la inundabilidad y las Soluciones Basadas en la Naturaleza	124
Anexo III. Ponencias expuestas en los Seminarios Técnicos desarrollados en el marco del proyecto.....	127



UCAM



ITM Instituto Tecnológico de Minería



GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA



Fundación Biodiversidad



PIMA adapta



oecc Oficina Española de Cambio Climático

1. Introducción

Las dos grandes estrategias de lucha contra el cambio climático son la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero en la atmósfera, o mitigación, y la adaptación a sus efectos. La mitigación abarca todas las acciones llevadas a cabo para reducir la concentración de gases de efecto invernadero en la atmósfera, reduciendo las emisiones o aumentando la captura de CO₂ mediante los llamados sumideros (vegetación terrestre, carbono orgánico en el suelo, algas y vegetación marina). La adaptación comprende las acciones llevadas a cabo para prever los efectos adversos del cambio climático, prevenir o minimizar el daño que puede provocar o aprovechar las oportunidades que puedan surgir.

Un instrumento al servicio de la mitigación y, sobre todo de la adaptación, es la evaluación de impacto ambiental de proyectos y la evaluación ambiental de planes. En España la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental (BOE nº 296 de 11 de diciembre de 2013) obliga a tener en cuenta los efectos del cambio climático en el procedimiento de evaluación. Integrar a través de estos procedimientos de autorización medidas concretas para reducir las emisiones en el sentido marcado por los objetivos europeos a 2030, hace más sostenibles los nuevos planes y proyectos y las ampliaciones o modificaciones de los existentes. De la misma forma, integrar en el planeamiento urbanístico y en los proyectos de obras y de industrias y actividades las medidas de prevención ante los impactos previstos es una de las formas más eficaces de comenzar la inevitable adaptación a los impactos del cambio climático y, en consecuencia, reducir nuestra vulnerabilidad.

El 28 de junio de 2018 la Fundación Biodiversidad resolvió la convocatoria de ayudas, para la realización de proyectos en materia de adaptación al cambio climático 2017, incluyendo entre los proyectos aprobados el presentado por la Fundación Universitaria San Antonio (UCAM) titulado “Adaptación al cambio climático mediante métodos y medidas basadas en soluciones naturales, ecoeficientes y de economía circular a incorporar en los procedimientos de evaluación ambiental que establece la Ley 21/2013”.

El proyecto aprobado se planteaba como objetivo general *“Optimizar las posibilidades que ofrece la obligación legal de integración del cambio climático en los procedimientos de evaluación ambiental, mejorando el conocimiento sobre los métodos a utilizar y las medidas disponibles para los diferentes sectores y actividades, desde la ecoeficiencia y la economía circular”*.

La importancia del proyecto se justifica considerando que *“La obligación de incorporar el cambio climático en los procedimientos de evaluación ambiental que establece la Ley 21/2013 es una gran oportunidad para acelerar la adaptación y mitigación en la industria, la agricultura, la ganadería, el urbanismo, la construcción y demás sectores cuyos planes y proyectos han de someterse a los citados procedimientos. Sin embargo, en los sectores profesionales existe desconocimiento sobre el alcance de las exigencias de la Ley 21/2013, los métodos a utilizar y especialmente en la consideración de las medidas. El proyecto contribuirá a la capacitación de los profesionales y a la difusión de las posibilidades que ofrece la integración de la adaptación y mitigación al cambio climático en los planes y proyectos sometidos al procedimiento de evaluación ambiental”*.



UCAM



ITM



Entre los elementos que en el marco del proyecto⁴ se debían desarrollar para llevar a cabo estos objetivos estaba la generación de las “Guías técnicas para la consideración de la adaptación y la mitigación del cambio climático en los planes y proyectos sometidos a evaluación ambiental”⁵, con las que se pretende concretar las secuencias metodológicas, las fuentes de información a utilizar y el catálogo de posibles medidas preventivas, correctoras y compensatorias basadas en la naturaleza, la ecoeficiencia y la economía circular.

Este documento de guías técnicas, que a su vez constituye el “Dosier de resultados” del proyecto, sirve junto con el resto del material desarrollado (ponencias de los Seminarios Técnicos⁶, temario y ponencias de los Cursos⁷ y Exposición Itinerante⁸)

4 Los objetivos y acciones del proyecto que se reproducen en el anexo I de este documento y en la web <https://cambioclimatico.ucam.edu/>, son además, del objetivo general de “Optimizar las posibilidades que ofrece la obligación legal de integración del cambio climático en los procedimientos de evaluación ambiental, mejorando el conocimiento sobre los métodos a utilizar y las medidas disponibles para los diferentes sectores y actividades, desde la ecoeficiencia y la economía circular”, 3 objetivos específicos desarrollados mediante 5 acciones.

- A1. Selección de métodos, herramientas y fuentes de información (documento “Dossier explicativo”)
- A2. Evaluación, mediante seminarios técnicos, de las posibilidades de aplicación a las características del Levante Español
- A3. Redacción y edición de Guías técnicas para la consideración de la adaptación y la mitigación del cambio climático en los planes y proyectos sometidos a evaluación ambiental.
- A4. Acciones de fortalecimiento de capacidades técnicas y divulgación y sensibilización: 3 cursos y 2 charlas/jornadas
- A5. Acciones de edición de materiales formativos y divulgativos: elaboración del material ON LINE para los cursos de formación y capacitación y Edición de material expositivo (Exposición Itinerante).

5 En noviembre 2018, en cumplimiento de la acción A1. Selección de métodos, herramientas y fuentes de información se redactó un primer documento titulado “Integración del Cambio Climático en la evaluación ambiental. Métodos, herramientas, fuentes de información y medidas. Dossier explicativo”. A partir de este documento se realizaron dos seminarios técnicos que se correspondían con la acción A2 con el objetivo de evaluar y reforzar el conocimiento disponible y su posible adaptación a las características regionales. En estos seminarios coordinados por Francisco Victoria Jumilla, han participado, como ponentes numerosos profesionales como María José Martínez, catedrática de la Universidad de Murcia, o María Ángeles Climent o Manuel Martínez Balbí del Servicio de Fomento del Medio Ambiente y Cambio Climático de la Comunidad Autónoma de Murcia; Esteban Jordán Ingeniero de Montes, Delegado Territorial del Colegio de Ingenieros Técnicos Forestales; Pedro Martínez Baños, consultor ambiental y profesor de la UCAM; Francisco Espín, empresario y experto en energía fotovoltaica; Juan Lobera, investigador del Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agrario y Alimentario; Antonio Campillo y Antonio Conesa de la Asociación Nacional de Ingenieros Agrónomos; Miguel San Juan, arquitecto y una Mesa Redonda moderada por Inmaculada Ramírez Santigosa, Jefa del Servicio de Información e Integración Ambiental, Dirección General de Medio Ambiente y Mar Menor, en la que han participado María del Sagrado Corazón, jefa del servicio de Planeamiento y Gestión Urbanística del Ayuntamiento de Lorca; Emilio Díez de Revenga; consultor ambiental y Salvador García Ayllón, Director de Aysing S.L consultora de ingeniería y planteamiento urbanístico.

6 Las ponencias se relacionan en el Anexo 3.

7 Los cursos y el temario desarrollado de consulta ON LINE tienen como objetivo general, potenciar las capacidades y desarrollar las habilidades de los participantes en materia de cambio climático (mitigación y adaptación), para poder cumplir con las obligaciones de la ley 21/2013 de contemplar el cambio climático en los documentos técnicos que se redactan para los procedimientos de evaluación de impacto ambiental de proyectos y para la evaluación ambiental de planes. En concreto a través de, entre otros, los siguientes objetivos específicos:

- Conocer y manejar los principales conceptos asociados al cambio climático.
- Aprender a manejar las herramientas, gratuitas y oficiales, de predicción de escenarios futuros del clima. Conocer la información disponible sobre predicción de subida del nivel medio del mar.
- Conocer las obligaciones de reducción de emisiones que ha establecido la Unión Europea para España y otros objetivos derivados de la normativa y las recomendaciones europeas de aplicación a los planes y proyectos.



UCAM



ITM Instituto Tecnológico de Murcia



MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA



para cumplir con el objetivo de formar e involucrar a los principales actores en los procesos de adaptación y mitigación al cambio climático más ecoeficientes y adecuados a las condiciones de las actividades y territorios.

Aunque el proyecto debe centrarse en las posibilidades de aplicación a las características del Levante Español (Región de Murcia y Provincias de Alicante), los métodos, herramientas y medidas seleccionadas son perfectamente aplicables al conjunto del país.

En definitiva, este documento de directrices y guías metodológicas y estudio de casos como dossier de resultados del proyecto y el proyecto en su conjunto han tratado y tratan de contribuir, aprovechando el procedimiento de evaluación ambiental, a que los nuevos planes y proyectos inicien el camino hacia la economía baja en carbono y hacia la adaptación.

-
- Aprender a calcular la pérdida del carbono retenido en el suelo y en la vegetación (capacidad de sumidero de CO₂) que supondría la realización de un plan o proyecto.
 - Aprender a calcular la huella de carbono asociada a un plan o proyecto.
 - Conocer cómo se pueden compensar las emisiones por obras, por funcionamiento y por destrucción de la capacidad de sumidero de CO₂.



2. El procedimiento de evaluación ambiental

El procedimiento de evaluación de impacto ambiental se introduce por primera vez en la entonces Comunidad Económica Europea en 1985 (Directiva 85/337/CEE del Consejo, antecesora de la Directiva 2011/92/UE). En España fue de aplicación tras su incorporación en 1986. Durante las más de tres décadas transcurridas la evaluación ambiental ha sido valorada por las diferentes administraciones, empresarios, profesionales y la sociedad en general como una herramienta eficaz para contribuir a la integración de las consideraciones ambientales en los proyectos y planes. Este carácter preventivo garantiza que las implicaciones ambientales de las decisiones sean tenidas en cuenta antes de que se tomen las decisiones.

El procedimiento consiste en predecir y valorar los posibles efectos que para el medio ambiente podría tener un plan o proyecto y establecer las medidas necesarias. Las medidas contempladas inicialmente en la fase de redacción por promotores, proyectistas y técnicos ambientales son el elemento básico de partida. Las medidas seleccionadas por la administración ambiental tras las consulta a las administraciones públicas afectadas y demás partes interesadas en el procedimiento de evaluación ambiental pasan a formar parte del plan o proyecto con la consideración de obligado cumplimiento.

La Unión Europea⁹, para la que la evaluación ambiental es una herramientas básica del desarrollo sostenible, es vigilante en cuanto a su aplicación en los Estados Miembros en los términos que establecen las directivas y exige¹⁰ que los proyectos y programas cofinanciados por la Unión Europea (FEDER, FEOGA, FONDO SOCIAL EUROPEO, etc.) cumplan con las normativa sobre evaluación ambiental para poder recibir la aprobación de la asistencia financiera¹¹.

En definitiva, la evaluación ambiental, nacida en el derecho ambiental europeo, supone un riguroso mecanismo de incorporación de medidas de prevención, corrección y compensación en los planes y proyectos.

El procedimiento de evaluación ambiental es solo de aplicación a los planes y proyectos que establece la legislación. En España la normativa europea¹² se ha incorporado, dando lugar a la actual Ley 21/2013 de 9 de diciembre, de evaluación ambiental (BOE n.º 296, de 11 de diciembre de 2013). Los planes y proyectos que han de someterse a evaluación ambiental vienen reflejados en su articulado y anexos.

9 Evaluación Ambiental en la Unión Europea http://ec.europa.eu/environment/eia/index_en.htm

10 http://ec.europa.eu/environment/eia/index_en.htm

11 Existen numerosos flujos de financiación, incluidos los Fondos Estructurales (el Fondo de Desarrollo (FEDER); Fondo Social Europeo (FSE), la Cohesión Fondo (CF), el Fondo Europeo Marítimo y de Pesca (FEMP), el Fondo Europeo Fondo agrícola para el desarrollo rural (FEADER), LIFE + y Horizonte Fondos del proyecto 2020 y Banco Europeo de Inversiones (BEI).

12 Directiva 2014/52/UE del Parlamento Europeo y del Consejo de 16 de abril de 2014 por la que se modifica la Directiva 2011/92/UE, relativa a la evaluación de las repercusiones de determinados proyectos públicos y privados sobre el medio ambiente.

Directiva 2011/92/UE del Parlamento y del Consejo, de 13 de diciembre de 2011, relativa a la evaluación de las repercusiones de determinados proyectos públicos y privados sobre el medio ambiente

Directiva 2001/42/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 27 de junio de 2001, relativa a la evaluación ambiental de los efectos de determinados planes y programas en el medio ambiente.



UCAM



ITM Instituto Tecnológico de Murcia



MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA



Algunas disposiciones autonómicas incrementan ligeramente el número de supuestos, es el caso de la Ley del 1/2018, de 7 de febrero, de medidas urgentes para garantizar la sostenibilidad ambiental del Mar Menor en la Región de Murcia (BORM n.º 36 de 13 de febrero de 2018). Para iniciar el procedimiento de evaluación ambiental¹³, la documentación técnica (borrador de plan o proyecto y los documentos ambientales exigidos por la Ley) es presentada por el promotor ante el llamado órgano sustantivo, órgano competente para aprobar el plan o proyecto, que los somete a información pública y consulta a las administraciones públicas afectadas¹⁴, entre éstas el órgano competente de la administración en materia de cambio climático¹⁵. En base a la información aportada y el resultado de las consultas e información pública, el órgano ambiental de la administración a la que pertenece el órgano sustantivo¹⁶ realiza el análisis técnico¹⁷ y adopta la decisión (resolución) que declara (hace público) que el plan o proyecto es compatible con el medio ambiente y las medidas y condiciones en que puede llevarse a cabo. En las resoluciones que adopta el órgano ambiental se concretan las medidas necesarias, que pasan a ser de obligado cumplimiento sin las que no podrá ser autorizado o aprobado.

13 La ley 21/2013 define “Evaluación ambiental”: proceso a través del cual se analizan los efectos significativos que tienen o pueden tener los planes, programas y proyectos, antes de su adopción, aprobación o autorización sobre el medio ambiente, incluyendo en dicho análisis los efectos de aquellos sobre los siguientes factores: la población, la salud humana, la flora, la fauna, la biodiversidad, la geodiversidad, la tierra, el suelo, el subsuelo, el aire, el agua, el clima, el cambio climático, el paisaje, los bienes materiales, incluido el patrimonio cultural, y la interacción entre todos los factores mencionados. La evaluación ambiental incluye tanto la evaluación ambiental estratégica, que procede respecto de los planes o programas, como la evaluación de impacto ambiental, que procede respecto de los proyectos.

14 “Administraciones Públicas afectadas”: aquellas Administraciones Públicas que tienen competencias específicas en las siguientes materias: población, salud humana, biodiversidad, geodiversidad, fauna, flora, suelo, subsuelo, agua, aire, ruido, factores climáticos, paisaje, bienes materiales, patrimonio cultural, ordenación del territorio y urbanismo.

15 Cambio Climático. Ministerio para la Transición Ecológica <https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/default.aspx>

Cambio Climático. Región de Murcia <http://cambioclimaticomurcia.carm.es/>

Cambio Climático. Generalitat Valenciana <http://www.agroambient.gva.es/es/web/cambio-climatico>

16 Evaluación Ambiental. Ministerio para la Transición Ecológica <https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/evaluacion-ambiental/>
Evaluación Ambiental. Región de Murcia
[https://www.carm.es/web/pagina?IDCONTENIDO=4688&IDTIPO=100&RASTRO=c511\\$m](https://www.carm.es/web/pagina?IDCONTENIDO=4688&IDTIPO=100&RASTRO=c511$m)

Evaluación Ambiental. Generalitat Valenciana <http://www.agroambient.gva.es/es/web/evaluacion-ambiental>

17 “Análisis técnico del expediente”: análisis cuya finalidad es deducir los efectos esperados de los planes, programas y proyectos sobre los diferentes factores objeto de la evaluación ambiental, y proponer las medidas más adecuadas para su prevención, corrección o compensación, así como sus respectivos seguimientos.



3. El cambio climático

En la Región de Murcia, en el levante y en muchas otras zonas de España y del mundo se están presenciando fenómenos meteorológicos extremos, cambios en las temperaturas medias y alteraciones en las características de las estaciones que se corresponden con las previsiones del Organismo de Naciones Unidas para el cambio Climático (Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático -IPCC)¹⁸.

La temperatura ha aumentado en todas las zonas y regiones del mundo en los últimos 100 años y especialmente en las últimas décadas. Los últimos 30 años presentan un periodo de calentamiento sin precedentes en 2000 años de historia. Este incremento general de la temperatura en todo el planeta no parece tener las mismas consecuencias en todas las regiones. El calentamiento no es homogéneo, algunas zonas están ya siendo más afectadas que otras. Este sería el caso de los países del Mediterráneo y su entorno.

En octubre de 2016, la revista *Science* publicó un artículo firmado por los investigadores Joel Guiot y Wolfgang Cramer, pertenecientes al Centro Nacional de Investigación Científica de Francia (CNRS)¹⁹, en el que se afirmaba que *“Desde inicios de la Revolución Industrial, mientras el ascenso térmico global (como media de todo el planeta) ha sido de 0,85°C, en los países de la cuenca mediterránea ha alcanzado como media, los 1,3°C”*.

En España esta mayor intensidad en el incremento de la temperatura tiene y tendrá elevados costes económicos y sociales.

La Agencia Estatal de Meteorología ha constatado²⁰ que la temperatura en las ciudades españolas en los últimos 50 años ha aumentado el doble que la media

¹⁸ http://www.ipcc.ch/home_languages_main_spanish.shtml

A nivel internacional es el Organismo de referencia encargado de evaluar la situación y las predicciones. El IPCC realiza informes periódicos sobre la evolución y perspectivas del cambio climático a nivel mundial. El último informe publicado es el “Quinto Informe” (AR5), que está formado por varios documentos. En español se puede ver en: http://www.ipcc.ch/home_languages_main_spanish.shtml

¹⁹ Guiot16_ClimateChange_Mediterranean_Science.pdf

El artículo, firmado por los investigadores Joel Guiot y Wolfgang Cramer, pertenecientes al Centro Nacional de Investigación Científica de Francia (CNRS), se basa en estudios realizados sobre polen depositado en el pasado en hielo y en sedimentos. De esta manera han obtenido una imagen de la vegetación y del cambio sufrido en el Mediterráneo durante los últimos 10.000 años y han modelado cómo serán los distintos paisajes mediterráneos al acabar el siglo. Los autores aplicaron esta información obtenida del pasado a los modelos del clima futuro.

Guiot y Wolfgang Cramer, en su trabajo, en *Science* muestran que la Región Mediterránea se calienta más que la media del planeta y señalan que *“Por encima de 1,5°C de aumento de la temperatura global -marcado en el Acuerdo de París como el límite ideal de incremento para final de siglo al que habría que tender, aunque el límite oficial sean los 2°C de incremento- los ecosistemas de la región mediterránea sufrirían cambios nunca vistos durante el Holoceno, es decir, en los últimos 10.000 años”*.

SCIENCE sciencemag.org 28 OCTOBER 2016 • VOL 354 ISSUE 6311 465

²⁰ Open Data Climático. AEMET. 2019

http://www.aemet.es/es/noticias/2019/03/Efectos_del_cambio_climatico_en_espanha

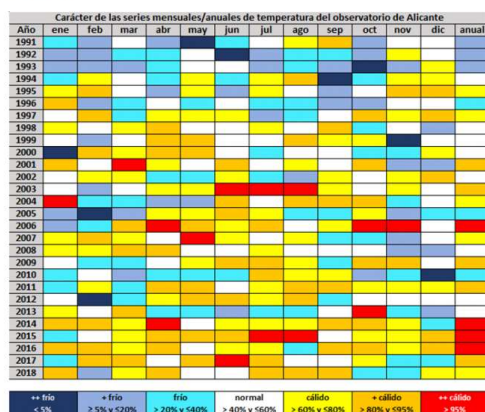
Caracterización del comportamiento de la temperatura mensual desde 1991, respecto al periodo de referencia 1981-2010. AEMET. 2019

<http://www.aemet.es/documentos/es/noticias/2019/Caracterizacion1991.pdf>

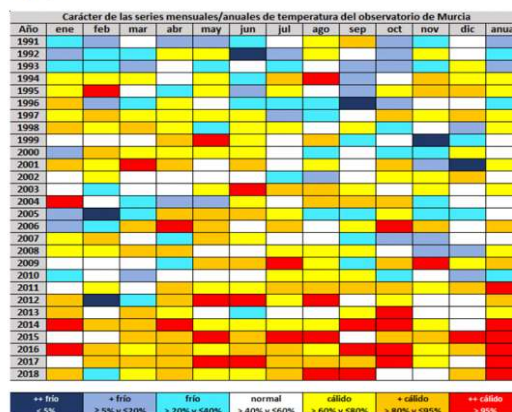


mundial. Los mayores incrementos se han producido en la mitad este de la península, con subidas en torno a los 2 grados. En la mayoría de los observatorios meteorológicos de toda España (58 analizados por AEMET) la mayor parte de los años en esta década están siendo calificados como muy cálidos. En los últimos 5 años 3 han sido muy cálidos en la ciudad de Alicante y los 5 en la de Murcia.

ALICANTE



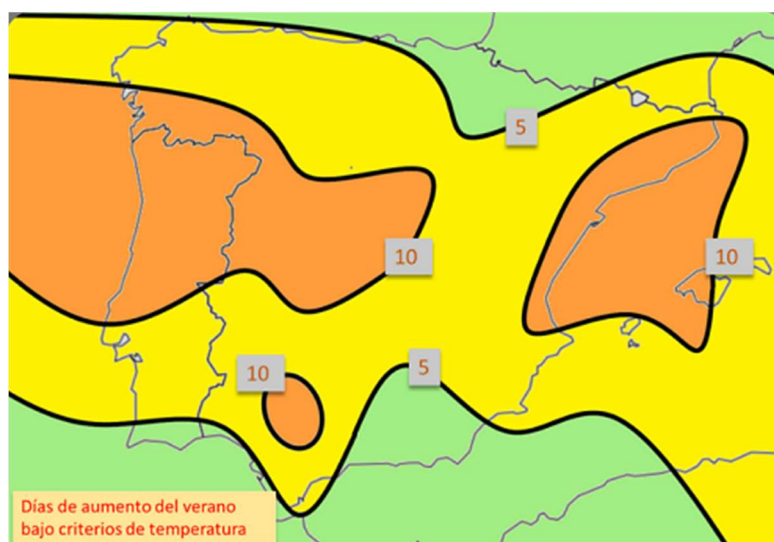
MURCIA



Carácter térmico mensual en relación a la distribución normal del periodo de referencia (1981-2010) en Alicante y Murcia. Fuente: Caracterización del comportamiento de la temperatura mensual desde 1991, respecto al periodo de referencia 1981-2010. AEMET. 2019

El incremento de la temperatura provoca una mayor evaporación. Como consecuencia de esto, España tiene ahora 30.000 kilómetros cuadrados más de territorio semiárido que hace 50 años —una superficie equivalente a tres veces la región de Murcia—.

También, se constata que en los últimos 40 años el verano, cada vez más caluroso, se ha alargado en España un total de cinco semanas. Las temperaturas veraniegas se han extendido hacia junio y hacia septiembre un promedio de 9 días por década.



Número de días de alargamiento del periodo estival por década. Fuente: Open Data Climático. Agencia Estatal de Meteorología 2019



UCAM



ITM

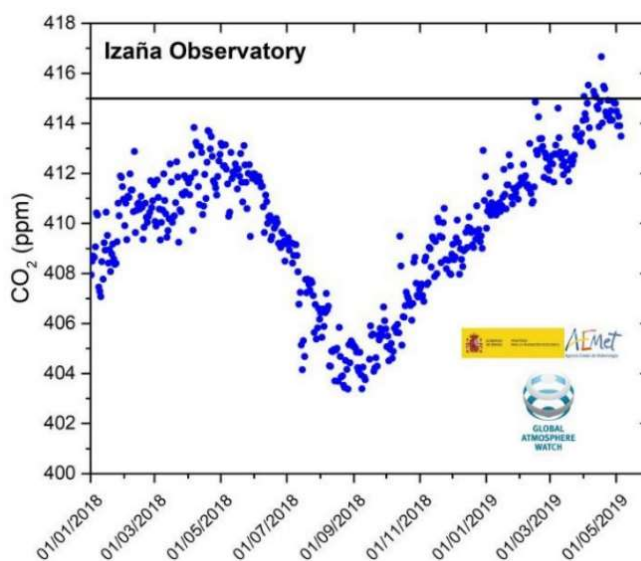


La temperatura media del mar Mediterráneo ha subido 0,34 grados centígrados por década. Este aumento de las temperaturas del mediterráneo ha provocado un aumento destacado de las noches tropicales, en las que la temperatura no baja de 20 grados en las ciudades costeras como es el caso de Alicante.

El origen del cambio climático actual²¹ está en el incremento del llamado “efecto invernadero”. El 1% de los gases que componen la atmósfera, como el dióxido de carbono CO₂, el metano CH₄, el óxido nitroso N₂O y otros gases, tienen la característica de atrapar y devolver hacia la tierra parte de la radiación infrarroja que ésta emite al exterior en forma de calor, se denominan gases de efecto invernadero (GEI). El gas que más contribuye con diferencia es el CO₂.

Este proceso, semejante al que se origina en un invernadero agrícola, ha mantenido durante varios miles de millones de años la temperatura de la superficie terrestre en niveles adecuados para la vida, ya que se estima que sin este efecto la temperatura media de la tierra sería 30°C inferior²².

La concentración de CO₂ en la atmósfera²³ era de 280 partes por millón, ppm, en 1750. Se incrementó a 320 ppm en 1960 y a 415 en mayo de 2019 en el Mauna Loa Observatory de Hawai²⁴. En España se mide en la estación de Izaña en Tenerife donde como muestra la gráfica se ha observado la superación de 415 en abril de 2019²⁵.



21 La Tierra ha pasado por varios cambios en el clima a lo largo de su historia, algunos no tan lejanos en el tiempo, y siempre han tenido su origen en causas naturales como pequeñas variaciones en el eje de giro de La Tierra. Las perforaciones en hielos profundos, la información recopilada en glaciares, anillos de los árboles y corales, entre otros elementos, han servido para documentar con precisión estos cambios climáticos que se produjeron en el pasado.

La información sobre estas alteraciones climáticas está permitiendo demostrar cómo los drásticos cambios del clima condicionaron la evolución humana. Estas alteraciones climáticas generaron enormes movimientos de población hoy conocidos como “refugiados climáticos” y cambiaron en numerosas ocasiones el curso de la historia.

22 La Tierra en ausencia de GEI tendría una temperatura media de -18°C (Peixoto&Oort, 1992). Los GEI suben la temperatura unos 33 °C (hasta 15 °C aprox). Este es el efecto invernadero natural. Las emisiones antropogénicas de GEI están incrementando el efecto invernadero.

23 La concentración de CO₂ en la atmósfera empezó a medirse con precisión de forma sistemática a partir de los trabajos de Keeling desde 1958, primero en California y más tarde en el Observatorio de Mauna Loa en las islas Hawai.

24 <https://www.co2.earth/>

25 https://www.miteco.gob.es/es/prensa/ultimas-noticias/detalle_noticias.aspx?tc=tc:30-496908



Evolución de la concentración diaria de CO₂ en la atmósfera entre 2018 y 2019. Fuente: AEMET.

La mitad del CO₂ emitido hoy tardaría un siglo para eliminarse de la atmósfera, mientras que cerca del 20% se mantendría durante varios milenios, ya que el ciclo biogeoquímico del carbono y los mecanismos que dan lugar al clima se comportan con una gran inercia. Como resultado del lento proceso de eliminación del CO₂ en la atmósfera, la tendencia al calentamiento va a continuar aun cuando se reduzcan drásticamente las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero²⁶.

Las emisiones independientemente de donde se producen contribuyen por igual a producir un cambio climático y sus consecuencias no tienen fronteras, afectan a todo el planeta. El cambio climático como reto de carácter global hace imprescindible la cooperación internacional. Esta cooperación liderada por la ONU se inició en Río de Janeiro con la firma del Convenio Marco sobre el Cambio Climático. El Convenio Marco entró en vigor el 21 de marzo de 1994 y fue ratificado por 196 Estados, que constituyen las “Partes” de la Convención.

El Convenio o Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, constituye el elemento básico de la estrategia mundial para combatir el cambio climático. Su objetivo es estabilizar las concentraciones de dióxido de carbono, metano y otros gases de efecto invernadero a un nivel que impida toda perturbación peligrosa del sistema climático.

En París, en 2015 en la reunión número 21 de las partes del Convención Marco de las Naciones Unidas, se adoptó el compromiso de reducir las emisiones para evitar que la temperatura media del planeta no sobrepase, a final de siglo, los 2°C. La Unión Europea, como más adelante se comentará, junto con cerca de 200 países presentaron sus compromisos firmes de reducción de emisiones. El compromiso de la Unión Europea fue el de reducir el 40% de las emisiones en 2030 con respecto a las de 1990. Este compromiso tiene su origen en el Acuerdo de Jefes de Estado de octubre de 2014²⁷. La Unión Europea en este compromiso ante el Acuerdo de París concretó el esfuerzo que deben realizar los dos grandes grupos de sectores responsables de las emisiones: los sectores obligados o sujetos al comercio de derechos de emisión, instrumento de mercado instaurado en 2005 conocidos como sectores ETS²⁸ por sus siglas en inglés (Emissions Trading System) y el resto denominados sectores difusos. Por esta razón en su compromiso explicita que *“la UE cumplirá colectivamente el objetivo de la manera más eficaz posible en términos de coste, con reducciones en los sectores sujetos y no sujetos al régimen de comercio de derechos de emisión del 43% y del 30%, respectivamente, en 2030 en comparación con 2005”*. En cuanto a los sectores difusos la distribución del esfuerzo para los diferentes estados miembros ha sido establecida en el Reglamento del Parlamento Europeo y del Consejo de 19 de junio de 2018, correspondiendo a España una reducción en las emisiones del 26%.

²⁶ En este sentido ya se pronunciaba el Panel Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC *Intergovernmental Panel on Climate Change*), cuando en su Cuarto Informe de Evaluación señalaba: *“Las emisiones antropogénicas de dióxido de carbono continuarán contribuyendo al calentamiento y al aumento del nivel del mar durante más de un milenio, debido a las escalas de tiempo requeridas para eliminar este gas de la atmósfera”*.

- Aproximadamente la mitad del CO₂ emitido permanece en la atmósfera a largo plazo (siglos) y la otra mitad es absorbida por el océano y la biosfera; por lo que mientras se siga emitiendo CO₂ seguirá aumentando la concentración de CO₂ atmosférico.

²⁷ Consejo Europeo (23 y 24 de octubre de 2014) Conclusiones sobre el marco de actuación en materia de clima y energía hasta el año 2030. <http://data.consilium.europa.eu/doc/document/ST-169-2014-INIT/es/pdf>

²⁸



UCAM



ITM Instituto Tecnológico de México



GOBIERNO DE ESPAÑA MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA



El comercio de derechos de emisión²⁹ es un instrumento de mercado³⁰ para la Comisión Europea es una pieza fundamental para reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero, sólo afecta a determinados sectores industriales, fundamentalmente generación de energía eléctrica, cemento, cerámica y plantas de cogeneración de más de 20 megavatios. Con la última modificación, a partir de 2013, fue obligatorio también para la aviación³¹.

El comercio de derechos de emisión nació con una Directiva del año 2003 y comenzó a aplicarse en 2005. La Unión Europea creó el comercio de derechos de emisión para reducir de forma eficiente una parte considerable de las emisiones y cumplir con los compromisos internacionales³². Se trata de un instrumento de mercado que permite financiar la adaptación empresarial a una economía baja en carbono. La Unión Europea se decantó por la creación del comercio de emisiones frente a la creación de un impuesto, después de estimarse que permitiría abaratar el coste del cumplimiento de las obligaciones asumidas en Kioto en 20.000 millones de euros.

Los sectores de actividad no obligados al comercio de derechos de emisión son conocidos como sectores difusos (industria, transporte, residencial, comercial e institucional, agricultura en cuanto a las emisiones de los suelos por abonado nitrogenado, ganadería y tratamiento y eliminación de residuos y aguas residuales) incluyendo los planes y proyectos sometidos a evaluación ambiental relacionados con cualquiera de estos sectores.

En España las emisiones del conjunto de la economía y la sociedad se reparten casi por igual entre los sectores ETS (40-50%) y los sectores difusos (50-60%). Esta proporción se reproduce en la mayor parte de las Comunidades autónomas.

Entre los sectores difusos es el transporte por carretera de personas y mercancías el que supone los mayores porcentajes de emisión y aporta más emisiones que el conjunto de todas las actividades (excluidas las afectadas por la normativa de comercio de derechos de emisión).

Las emisiones de la agricultura se corresponden básicamente con las emisiones de los suelos agrícolas por la desnitrificación del abonado nitrogenado que genera emisiones de óxido nitroso, 298 veces más potente que el CO₂. Cada kg de nitrógeno que alimenta nuestra agricultura de precisión equivale a una emisión en 3 kg de CO₂.

29 Fue regulado por la Directiva 2003/87, incorporada a derecho interno mediante la Ley 1/2005 y modificada por la Ley 13/2010

30 Desde el año 2005 las empresas afectadas por esta obligación legal deben obtener una autorización de emisión de gases de efecto invernadero de la Comunidad Autónoma, solicitar derechos de emisión al Ministerio competente en materia de medio ambiente y presentar, para su aprobación a la Comunidad Autónoma, antes del 28 de febrero de cada año, un informe anual verificado sobre las emisiones que realmente se han realizado en el año precedente. Un derecho de emisión equivale al derecho a emitir una tonelada de CO₂. Cada empresa debe entregar antes del 30 de abril de cada año un número de derechos de emisión equivalentes al dato de emisiones verificadas (emisiones realizadas del año anterior) inscritas por la Comunidad Autónoma en el citado Registro público. Las empresas que por su eficiencia puedan vender derechos de emisión sobrantes obtendrán con esta venta la financiación necesaria para avanzar en la reducción de emisiones. Los que venden y los que compran crean un importante mercado que cotiza en bolsa y mueve miles de millones de euros.

31 <http://www.magrama.gob.es/es/cambio-climatico/temas/comercio-de-derechos-de-emision/default.aspx>

32 http://ec.europa.eu/clima/publications/docs/factsheet_ets_es.pdf



UCAM



ITM Instituto Tecnológico de Valencia



En cuanto a la ganadería, las emisiones a considerar son las de metano (CH₄), 25 veces más potente que el CO₂, por gestión del estiércol generado y a consecuencia de la fermentación entérica del ganado.

Para estos sectores, y en concreto a los nuevos planes y proyectos sometidos al procedimiento de evaluación ambiental, se empiezan a exigir esfuerzos en reducción o compensación de emisiones, en coherencia con los objetivos europeos.

Las ciudades son el principal foco de emisión. El conjunto de emisiones de directa responsabilidad de la ciudades es suma de la utilización de combustibles del sector residencial, comercial e institucional más las emisiones a consecuencia de la gestión de los residuos sólidos urbanos y la depuración de las aguas residuales no industriales y la mayor parte de las emisiones del transporte por carretera, turismos, autobuses, etc.

Para los proyectos de actividad y de obras sometidos a evaluación de impacto ambiental, la concepción de la reducción de emisiones en la fase de proyecto permite su integración de forma eficiente. La Ley 21/2013 posibilita que se incluya en las resoluciones derivadas del procedimiento de evaluación ambiental obligaciones relativas a la compensación de las emisiones de gases de efecto invernadero.

Las emisiones van a ser habitualmente producidas por la pérdida del carbono secuestrado en vegetación y suelo que es destruido por la ocupación física del plan o proyecto. También, las emisiones generadas por las obras y las emisiones de CO₂ producidas en el funcionamiento por uso de combustibles fósiles o emisiones de otros gases de efecto invernadero como el metano y óxido nitroso (ganadería y agricultura).

En consecuencia, la definición de necesidades en materia de mitigación para un plan o proyecto debe partir de las obligaciones de reducción de emisiones establecidas por la Unión Europea, la minimización de la destrucción de sumideros y las posibilidades de aplicación de medidas ecoeficientes para que se puedan aplicar estos objetivos de forma económica y ambientalmente rentables.

Dentro del conjunto de planes sometidos a evaluación ambiental estratégica, el planeamiento urbanístico desempeña un importante papel en cuanto a la *mitigación* del cambio climático. Las emisiones generadas por la ejecución del planeamiento urbanístico de directa responsabilidad de los urbanizadores (conocidas en la terminología de la huella de carbono como emisiones de alcance 1), por las obras de urbanización más el cambio de uso del suelo de terrenos agrícola o forestal a urbano, supone cifras importantes. Asimismo, la forma de producir ciudad que define el planeamiento urbanístico condicionará las emisiones durante décadas, que serán menores si se opta por modelos de alta densidad frente a modelos de baja densidad. En los modelos de baja densidad la movilidad obligada es mayor, y mayor la longitud y superficie de infraestructuras necesarias.

El planeamiento urbanístico desempeña, igualmente, un papel fundamental en cuanto a la *adaptación* al preparar los nuevos crecimientos urbanos frente a los impactos del cambio climático como son, por ejemplo, el incremento de las olas de calor (mediante arquitectura bioclimática y concepción de calles y espacio exterior con mayor vegetación y menos superficie asfaltada) y la escasez y mayor torrencialidad de las precipitaciones (mediante la recuperación y control del agua de lluvia en los edificios y superficie de viales, aceras, aparcamientos y demás infraestructuras).



UCAM



ITM Instituto Tecnológico de Minería



MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA



Frente a la mitigación en cuanto a límites y objetivos de reducción de emisiones que requiere una respuesta conjunta y coordinada a nivel internacional, la adaptación exige una visión cercana y si es posible a nivel de plan o proyecto. En cada plan o proyecto su localización y sus características determinan los posibles impactos.

El potencial para hacer frente a estos impactos es su capacidad de adaptación. La combinación de todos estos factores determina la vulnerabilidad del plan o proyecto a lo largo de su vida útil. En la adaptación la concepción del plan o proyecto debe desempeñar un papel fundamental.

En definitiva, al contrario que los objetivos de reducción de emisiones que vienen definidos a nivel internacional, los de adaptación tienen una clara componente local. La definición de necesidades en materia de adaptación debe partir del conocimiento de la predicción de cuáles serán las condiciones en el futuro: condiciones climáticas y nivel del mar. Disponer de conocimientos, en cuanto a las medidas y en cuanto a los escenarios, permite responder a las necesidades de adaptación y, en consecuencia, a la vulnerabilidad. En ese sentido una destacada fuente de información son los trabajos realizados en desarrollo del Plan Nacional de Adaptación³³.

Los cambios en el clima, como consecuencia del incremento de la temperatura, no van a ser uniformes en toda Europa, variarán de una región a otra. Esta variación se debe a una distribución desigual del calor solar, a las respuestas individuales de la atmósfera, los océanos y a las características físicas de las regiones.

En cuanto a la desigual distribución del calor solar, sabemos, como hemos señalado, por los trabajos de los investigadores Joel Guiot y Wolfgang Cramer, pertenecientes al Centro Nacional de Investigación Científica de Francia (CNRS) que *“La zona mediterránea se calienta más que la media del planeta”*. Y esto tiene una enorme trascendencia para las regiones que formamos parte del entorno mediterráneo y es saber que aunque se logre el objetivo de París de que la temperatura media del planeta quede a final de siglo, por debajo de los 2°C, hay zonas del planeta como el entorno mediterráneo que se situarán bastante por encima. Joel Guiot y Wolfgang Cramer señalan que *“Aunque se cumplan los objetivos del acuerdo de París, los paisajes mediterráneos cambiarán, los biomas más secos avanzarán hacia el norte”*. *“Unos paisajes que apenas han cambiado en 10.000 años, se verán alterados en lo que dura una vida humana”*.

En consecuencia, los planes y proyectos a desarrollar en buena parte de España, debido a su situación geográfica y a sus características socioeconómicas, pueden considerarse especialmente vulnerables a los impactos del cambio climático.

³³ https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/impactos-vulnerabilidad-y-adaptacion/plan-nacional-adaptacion-cambio-climatico/Eval_sec_imp-eje_i.aspx



UCAM



ITM



GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA



Fundación Biodiversidad



PIMA adapta



OECC

Los trabajos desarrollados en 2018 por el Centro Común de Investigación de la Unión Europea³⁴ se expresan, a escala de países y regiones, en este mismo sentido y predicen que *"El sur sufrirá ocho veces más las consecuencias de los impactos que el norte"*.

El Centro Común de Investigación calcula, para el sur de la Unión Europea, unas pérdidas anuales de alrededor del 4,2% del PIB si se llega al escenario de incremento de los 3 °C a final de siglo con respecto a la era preindustrial, más del doble que la media de Europa.

Como en el caso de un plan o proyecto concreto el potencial de una región y su economía para hacer frente a estos impactos es su capacidad de adaptación. La combinación de todos estos factores determina la vulnerabilidad de la región.

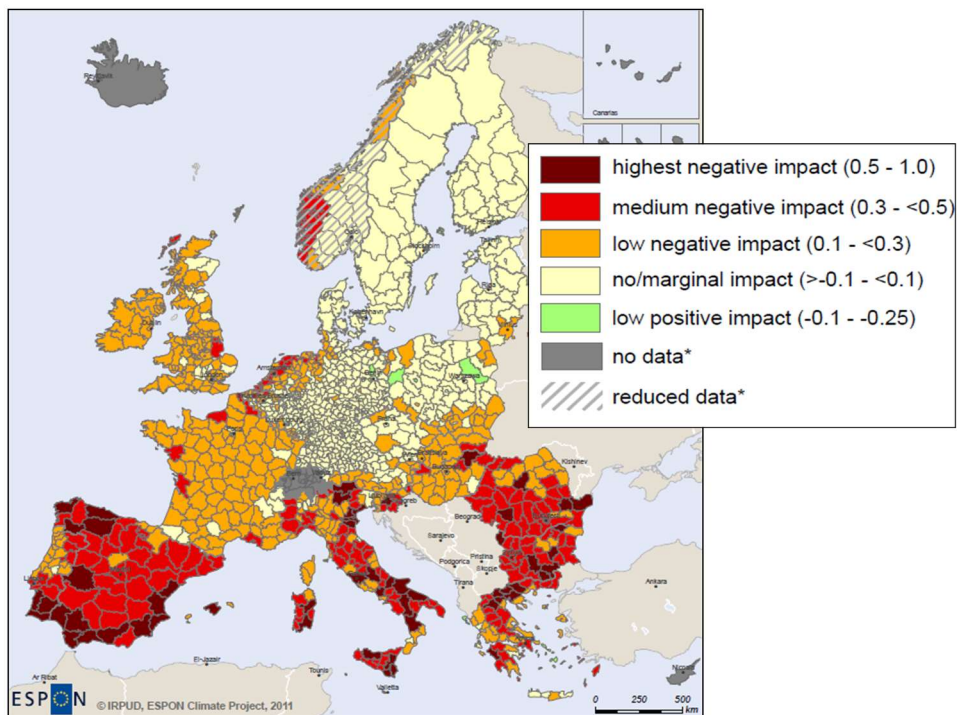
El proyecto ESPON Climate, realizado por la Red Europea de Observación sobre Desarrollo y Cohesión Territorial de la Unión Europea, Programa ESPON³⁵ ha clasificado a las regiones europeas en función de las posibilidades de adaptación, destacando las regiones del Mediterráneo por una baja capacidad. Las regiones de Valencia, Murcia, Baleares y Andalucía, junto con un buen número de regiones del sur de Europa, son las que presentan una mayor vulnerabilidad a los impactos del cambio climático.

³⁴ <https://ec.europa.eu/jrc/en/peseta-iii>

³⁵ El proyecto ESPON Climate *Climate Change and Territorial Effects on Regions and Local Economies* 2013 ha sido financiado en el marco del Programa ESPON por la Comisión Europea, Fondo de Desarrollo Regional y los Estados miembros. Se puede consultar en www.espon.eu.

El Programa ESPON, Red Europea de Observación sobre Desarrollo y Cohesión Territorial, fue adoptado por Decisión de la Comisión (2007) 5313 de 7 de noviembre de 2007. Es un instrumento de la Política Regional de la Unión Europea (Dirección General de Política Regional y Urbana). Es financiado por los Fondos Estructurales (Fondo Europeo de Desarrollo Regional) en sus líneas de "Cooperación Territorial Europea", dotado con 45 millones de euros para el periodo 2007-2013 y con 53,8 para el 2014-2020.

ESPON es un programa de investigación aplicada para dar cobertura a las políticas territoriales y de desarrollo. Tiene un importante papel en el desarrollo de una Perspectiva Territorial Europea de Desarrollo y Cohesión. Los trabajos de investigación ESPON ofrecen una fuente de información COMPARABLE.



VULNERABILIDAD POTENCIAL POR EL CAMBIO CLIMÁTICO. Fuente: ESPON Climate Change and Territorial Effects on Regions and Local Economies Applied Research 2013/1/4 Final Report | Version 31/5/2011 Executive Summary.

Esta menor capacidad de adaptación para hacer frente al cambio climático que tienen las regiones del sur frente a las del norte de Europa será, como indican los trabajos citados, a medio plazo un importante motor de desigualdades. En estas circunstancias, con independencia de que la Unión Europea articule ayudas e inversiones que contribuyan a evitar que el desequilibrio existente entre el norte y el sur de la Unión Europea aumente debido al cambio climático, debemos prestar especial atención en las decisiones que a nivel de proyectos y planes se adoptan hoy pero que han de durar décadas.



UCAM



ITM Instituto Tecnológico de Matanzas



GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA



Fundación Biodiversidad



PIMA Adapta



oecc Oficina Española de Cambio Climático

4. La obligación de considerar el cambio climático en el procedimiento de evaluación ambiental de planes y proyectos

La Directiva 2014/52/UE, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de abril de 2014, por la que se modifica la Directiva 2011/92/UE, relativa a la evaluación de las repercusiones de determinados proyectos públicos y privados sobre el medio ambiente, exige la consideración del cambio climático en el contenido de los documentos y en la evaluación ambiental. En su exposición de motivos realiza, entre otras, la siguiente consideración:

“El cambio climático seguirá perjudicando al medio ambiente y comprometiendo el desarrollo económico. A este respecto, procede evaluar el impacto de los proyectos en el clima (por ejemplo, emisiones de gases de efecto invernadero) y su vulnerabilidad ante el cambio climático”.

Esta obligación arranca de la propuesta que formuló el Libro Blanco de la Unión Europea sobre adaptación al cambio climático (2009). El Libro Blanco³⁶ recogía la necesidad de efectuar una evaluación del impacto climático sobre determinadas decisiones urbanísticas, territoriales o de infraestructuras que habitualmente se proyectan para una duración de décadas³⁷.

En España, la Ley 21/2013, se adelantó³⁸ e incorporó a derecho interno el mandato que en relación a la consideración del cambio climático establece la Directiva 2014/52, ampliándolo a todos los supuestos sometidos a evaluación ambiental, es decir planes y proyectos.

La evaluación ambiental supone un valioso mecanismo de integración de la mitigación y adaptación del cambio climático³⁹ en los planes y proyectos⁴⁰, ya que, como se ha

36 Libro blanco - *Adaptación al cambio climático: hacia un marco de acción europeo* (2009) incluía el compromiso de que... la Comisión trabajará con los Estados miembros para garantizar que se tenga en cuenta impactos del cambio climático al implementar la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) y evaluación ambiental estratégica (SEA) y políticas de planificación espacial. Los estados adoptarán enfoques basados en el ecosistema, incluida la infraestructura verde. La estrategia de la Comisión de la UE sobre adaptación al cambio climático, que se adoptó en 2013, se basó en el Libro Blanco.

37 El Libro Blanco señalaba que esta evaluación se integraría en el procedimiento de evaluación de impacto ambiental de proyectos. De la misma forma, el planeamiento urbanístico, a través del procedimiento de evaluación ambiental de planes, podría incorporar recomendaciones de utilidad para evaluar el diseño y disposición de los nuevos espacios urbanos, en relación con la necesidad de aguantar los incrementos previstos de temperatura y episodios atmosféricos anómalos, y otras necesidades derivadas de la mitigación y adaptación al cambio climático.

38 La obligación de considerar el cambio climático en el procedimiento de evaluación de impacto ambiental es reciente para la mayor parte de los Estados miembros, ya que el plazo de incorporación al derecho interno de cada uno de los estados terminaba a mediados de 2017.

39 Recordemos que las actuaciones frente al cambio climático se organizan según dos grandes áreas de intervención complementarias, la mitigación y la adaptación a los efectos.

Mitigación: acciones llevadas a cabo para reducir las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera. Adaptación: acciones llevadas a cabo para prever los efectos adversos del cambio climático, prevenir o minimizar el daño que puede provocar o aprovechar las oportunidades que puedan surgir.

Las políticas de mitigación contribuyen a reducir la concentración de gases de efecto invernadero, GEI, en la atmósfera, lo que supone menores impactos y, por consiguiente, una inferior necesidad de adaptación.

40 En 2013 la Comisión Europea había publicado Guidance on Integrating Climate Change and Biodiversity into Environmental Impact Assessment <http://ec.europa.eu/environment/eia/pdf/EIA%20Guidance.pdf>



UCAM



ITM Instituto Tecnológico de Murcia



GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA



Fundación Biodiversidad



PIMA Adapta



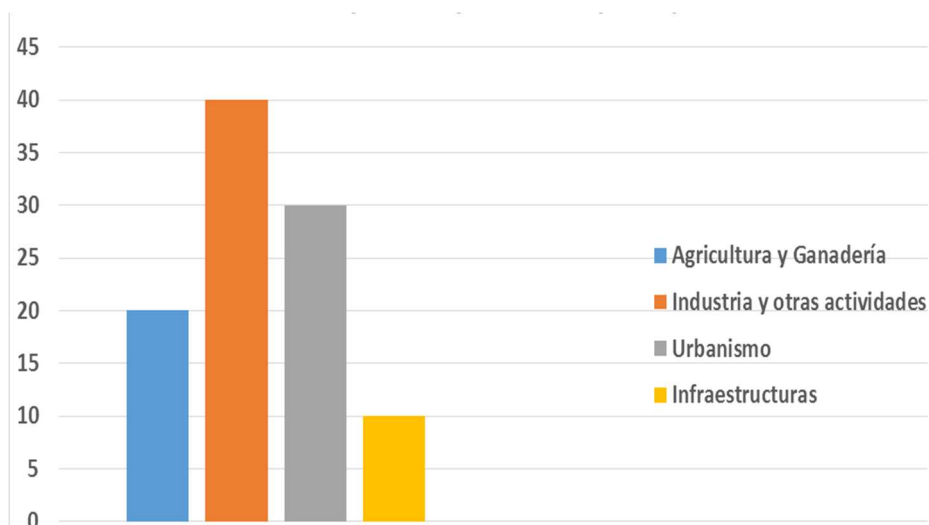
oecc Oficina Española de Cambio Climático

comentado, las medidas, tanto las contempladas inicialmente en la fase de redacción por promotores, proyectistas y técnicos ambientales como las exigidas por la administración ambiental en el procedimiento de evaluación ambiental, pasan a formar parte del plan o proyecto de que se trate desde el momento de su aprobación.

Las medidas concretadas y sugeridas a lo largo del procedimiento (aportada en los informes que obligatoriamente se han de solicitar a las denominadas “administraciones públicas afectadas”, en este caso departamentos de cambio climático o los recibidos como consecuencia de la fase de información pública) se convierten, gracias a su consideración por los departamentos instructores del procedimiento de evaluación ambiental (órgano ambiental), en condiciones de obligado cumplimiento a través de las resoluciones de la autoridad ambiental que ponen fin al procedimiento. Resoluciones como son la declaración de impacto ambiental y el informe de impacto ambiental para proyectos o la declaración ambiental estratégica y el informe ambiental estratégico para planes. Estas resoluciones del órgano ambiental tienen la consideración de informe preceptivo, determinante y contienen, como establece la Ley 21/2013, las determinaciones, medidas o condiciones finales que deban incorporarse en el plan o proyecto que finalmente se apruebe o adopte.

Un aspecto de enorme interés es que las medidas que deban incorporarse en el plan o proyecto son las que en cada momento sean necesarias para garantizar que el plan o proyecto no tienen efectos negativos sobre el medio ambiente. Es decir, las que motivadamente son las más adecuadas a ese tipo de plan o proyecto y a sus circunstancias, sin que necesariamente estén previamente recogidas en la legislación sectorial en vigor. A veces hemos utilizado el ejemplo de que durante muchos años no existió legislación sobre ruido, ni de carácter básico ni de comunidades autónomas, y eso no impedía a través de la licencia municipal de actividades establecer los límites de emisión de ruido y demás medidas pertinentes que se convertían en condiciones obligatorias.

Los proyectos y planes sometidos a evaluación ambiental representan una buena parte de las decisiones que conforman la actividad económica de una región, suponiendo una parte significativa de las emisiones que corresponden a los llamados sectores difusos. En la Región de Murcia, con 1,5 millones de habitantes, los expedientes tramitados en materia de evaluación ambiental a los que le es de aplicación la obligación de incorporar el cambio climático se estiman en 150, como media anual. Correspondiendo un 30% a urbanismo, un 10% a infraestructuras, un 40% a industria y actividades relacionadas y un 20% ganadería, agricultura, acuicultura y proyectos diversos. Utilizando los datos anteriores, podemos estimar que se tramitan más de 300 expedientes de evaluación ambiental al año de planes y proyectos en el ámbito de la Región de Murcia y la provincia de Alicante.



Proporción de expedientes tramitados en materia de evaluación ambiental a los que le es de aplicación la obligación de incorporar el cambio climático. Fuente: Comunidad Autónoma de la Región de Murcia

Una parte de los planes y proyectos que la Ley 21/2013 obliga al trámite de evaluación ambiental (planes y proyectos de infraestructuras, planeamiento urbanístico, de industrias y actividades agrícolas y ganaderas, etc.) son vulnerables a los efectos del cambio climático, por lo que es necesario contemplar medidas que reduzcan esta vulnerabilidad y permitan su adaptación. Entre los impactos del cambio climático que afectan al conjunto de planes y proyectos hay que considerar el incremento de la temperatura, la reducción en la disponibilidad de agua, incremento de la irregularidad y torrencialidad de las precipitaciones y la subida del nivel medio del mar y los efectos sobre los sumideros de carbono especialmente el formado por el suelo y la vegetación.

Como se ha comentado, las necesidades de adaptación al cambio climático dependerán de las características concretas del plan o proyecto y muy especialmente del territorio en el que se desarrolla.

La adaptación aplicada a los planes y proyectos sometidos al procedimiento de evaluación ambiental tiene por objeto reducir el riesgo y los daños. En el marco de los trabajos sobre adaptación se utiliza el concepto de «climate proofing», a prueba de clima, para destacar que se evalúa el efecto del cambio climático sobre la vida útil de las inversiones realizadas. Es decir, se tiene en cuenta el cambio climático para valorar la sostenibilidad de las inversiones como son, por ejemplo, las infraestructuras o los desarrollos urbanísticos a lo largo de su periodo de funcionamiento.

En este sentido, la evaluación ambiental debe incorporar condiciones para que los proyectos y planes se adapten de forma ecoeficiente, es decir, con el menor coste ambiental y económico, a los impactos del cambio climático previstos para el periodo de vigencia para el que se proyectan.

Así, por ejemplo, en el planeamiento urbanístico se puede concebir el diseño y disposición de los nuevos espacios urbanos y sobre todo la reducción de espacios impermeables y asfaltados para que sean menos vulnerables a los incrementos previstos de temperatura y a los episodios atmosféricos anómalos. También consiste en incorporar condiciones para que el conjunto urbano y los edificios contribuyan a



superar la escasez futura de agua y la mayor frecuencia en fenómenos de torrencialidad de las precipitaciones. Esto se puede llevar a cabo, por ejemplo, mediante la captación del agua de lluvia en edificios para su posterior uso, diseño y construcción de aparcamientos y viales que aprovechen las aguas pluviales para paliar la escasez natural de recursos hídricos.

En general, la evaluación ambiental aportará los beneficios de la incorporación temprana⁴¹. En muchos de estos casos los costes de las medidas de adaptación son menores que los de las medidas paliativas. Los estudios que abordan los beneficios de la adaptación indican ejemplos en los que estos costes destinados a paliar los efectos serán hasta cuatro veces superiores⁴².

Este notable papel que puede desempeñar la evaluación ambiental, además de referido en el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático, es subrayado en estrategias regionales de adaptación y mitigación.

Esto ocurre en la Estrategia de mitigación y adaptación al cambio climático de la Región de Murcia⁴³, sometida a consulta de las administraciones afectadas en noviembre de 2017 en las líneas estratégicas de actuación 4. En concreto, en su apartado 4.1. *“Integrar medidas de la adaptación y mitigación en los nuevos planes y proyectos a través del procedimiento de evaluación ambiental”* y en la Estrategia Valenciana ante el Cambio Climático 2013-2020, aprobada por el Consell de la Generalitat Valenciana en fecha 22 de febrero de 2013, que incluye en su apartado “Medidas de adaptación de ámbito horizontal” la medida MO 90: *“Incluir explícitamente la adaptación al cambio climático en la normativa sectorial e incorporar en los procesos de evaluación ambiental (evaluación de impacto ambiental y evaluación ambiental estratégica) de determinados planes, programas y, eventualmente, proyectos, la consideración de los posibles efectos del cambio climático a corto, medio y largo plazo, de manera que se integren en su diseño y desarrollen las medidas pertinentes para la medición, evaluación y adaptación. [GVA]”*.

Por otra parte, las políticas internacionales de mitigación enfocadas a reducir la concentración de gases de efecto invernadero, GEI, en la atmósfera, han llevado a la Unión Europea a fijar unos ambiciosos objetivos de reducción de emisiones que obligan a España como país miembro. Muchos de los proyectos y planes sometidos al procedimiento de evaluación ambiental suponen importantes emisiones de GEI a la atmósfera, tanto en su fase de obras (realizando emisiones o destruyendo sumideros) como en su fase de funcionamiento.

41 Ya en la concepción del proyecto de obras de urbanización es posible la incorporación de la adaptación. En la fase de funcionamiento desempeña, igualmente, un papel fundamental en cuanto a la *adaptación* por ejemplo, estableciendo condiciones a través de las ordenanzas urbanísticas para la concesión de licencias de obras en relación con el incremento de las olas de calor (exigiendo la aplicación de una arquitectura bioclimática) y en relación con la escasez y mayor torrencialidad de las precipitaciones (incorporando entre la condiciones para obtener la licencia de obras la obligación de recuperar el agua de lluvia en los edificios y mayor permeabilidad).

42 Hof, A., Boot, P., van Vuuren, D., van Minnen, J., 2014. Costs and benefits of climate change adaptation and mitigation: An assessment on different regional scales. Disponible en:

http://www.pbl.nl/sites/default/files/cms/publicaties/PBL_2014_Costs_and_benefits_of_climate_change_adaption_and_mitigation_1198.pdf

43 http://www.cambioclimaticomurcia.carm.es/index.php?option=com_k2&view=item&id=315:version-de-la-estrategia-regional-de-mitigacion-y-adaptacion-al-cambio-climatico-tras-consultas-institucionales&Itemid=303



UCAM



ITM Instituto Tecnológico de Murcia



GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA



Fundación Biodiversidad



PIMA adapta



oecc Oficina Española de Cambio Climático

Como se ha señalado, en octubre de 2014, la Unión Europea acordó el objetivo vinculante de reducir el 40% de las emisiones en 2030, con respecto a las de 1990⁴⁴. La distribución del esfuerzo para los diferentes estados miembros, como hemos visto, ha sido concretada mediante Reglamento del Parlamento Europeo y del Consejo, correspondiendo a España⁴⁵ una reducción del 26%. La tendencia es que estas exigencias de reducción sean cada vez mayores. En este sentido, como veremos más adelante, la Comisión Europea adoptó en 2011 la “*Hoja de ruta hacia una economía hipocarbónica competitiva en 2050*” que planteaba una reducción del 80-95% en 2050, con respecto a 1990, iniciativa también refrendada por el Parlamento Europeo y el Consejo de la Unión Europea. En 2018, la Comisión Europea, ha retomado el debate sobre objetivos de reducción tan ambiciosos como la neutralidad climática.

Estos objetivos de reducción que son un reto importante para la competitividad de la economía en su conjunto, son sin embargo abordables sin traumas si se introducen desde la concepción temprana en la redacción de los planes o proyectos.

El procedimiento de evaluación ambiental con sus fases de consulta y sobre todo de información pública presta especial atención a la opinión ciudadana y demás partes interesadas. En este sentido interesa recordar que el cambio climático y los objetivos de lucha son una importante preocupación de la sociedad⁴⁶. Los eurobarómetros muestran el enorme interés que el cambio climático supone para la sociedad europea.

El último eurobarómetro especial dedicado al cambio climático⁴⁷ que se realizó en marzo de 2017 y se hizo público en septiembre de ese año señala que los europeos consideran que el cambio climático es uno de los problemas más graves que enfrenta el mundo. Los encuestados clasifican el cambio climático como el tercer problema mundial más grave, después de la pobreza (primera) y el terrorismo internacional (segundo). La gran mayoría de los españoles (86%) ve el cambio climático como un problema “muy serio”. Los españoles se muestran mayoritariamente de acuerdo con la idea de luchar contra el cambio climático. Esta percepción es coherente con numerosas encuestas de ámbito nacional, regional y local como la llevada a cabo en 2018 por el Ayuntamiento de Murcia⁴⁸.

Por último, hay que indicar que la Unión Europea está prestando especial atención a financiar los aspectos relacionados con la mitigación y adaptación al cambio climático⁴⁹. En la actualidad es obligado destinar el 20% del presupuesto de la Unión

44 Consejo Europeo (23 y 24 de octubre de 2014) Conclusiones sobre el marco de actuación en materia de clima y energía hasta el año 2030. <http://data.consilium.europa.eu/doc/document/ST-169-2014-INIT/es/pdf>

45 Reglamento (UE) 2018/842 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 30 de mayo de 2018, sobre reducciones anuales vinculantes de las emisiones de gases de efecto invernadero por parte de los Estados miembros entre 2021 y 2030 que contribuyan a la acción por el clima, con objeto de cumplir los compromisos contraídos en el marco del Acuerdo de París, y por el que se modifica el Reglamento (UE) n° 525/2013. Diario Oficial de la Unión europea de 19 de junio de 2018

46 En mayo de 2019 el Reino Unido se convirtió en el primer país que declara públicamente el estado de emergencia climática frente al calentamiento global. En la moción aprobada por el Parlamento británico el objetivo era reconocer que el cambio climático es la mayor amenaza existente en todos los ámbitos de la vida, incluida la seguridad nacional, la economía, el bienestar social y el medio ambiente y, por tanto, es necesario tomar medidas urgentes.

47

<http://ec.europa.eu/commfrontoffice/publicopinion/index.cfm/Survey/getSurveyDetail/instruments/SPECIAL/surveyKy/2140>

48 Encuesta de Percepción al Cambio Climático en el Municipio de Murcia

49 La programación de los fondos comunitarios (Fondo Europeo de Desarrollo Regional, Fondo Social Europeo, Fondo de Cohesión, Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural y Fondo Europeo Marítimo y de la Pesca) para el periodo



Europea a políticas relacionadas con el clima⁵⁰. Para el periodo 2021-2027, de los fondos europeos estructurales que llegan a los países miembros será obligatorio que al menos el 25 % del gasto contribuya a alcanzar los objetivos climáticos. En este marco muchas de las medidas planificadas o proyectadas en los planes y proyectos sometidos a evaluación ambiental podrían encontrar apoyo financiero.

La *estrategia anticipatoria*, de contemplar la adaptación y la mitigación al cambio climático en una fase tan temprana como es la fase de redacción y aprobación de los proyectos y los planes, permite incorporar a los objetivos del plan o proyecto los de evitar daños por los previsible efectos o disminuir el gasto en acciones de reducción de emisiones que cada vez serán más exigentes y obligatorias. Esa perspectiva introducida tan anticipadamente, gracias a la evaluación ambiental, debe permitir por un lado, que los planes y proyectos conecten con las demandas sociales y por otra parte estén más preparados para aprovechar los crecientes flujos monetarios de ayudas y subvenciones en políticas de clima que generan los fondos europeos.

La evaluación ambiental debe permitir, igualmente generar ecoeficiencia. En este sentido, en la literatura científica y administrativa se asume que desde un punto de vista económico, anticiparse es más barato porque encaja en el momento de diseño y porque a lo largo de los años evita los gastos paliativos (gasto en acciones de respuesta como son la restauración de daños físicos en infraestructuras dañadas y en industrias y actividades, ahorro en costes de aseguradoras, factura sanitaria, reconstrucción de, etc.). Por ejemplo, por cada euro invertido en protección ante inundaciones se llegan a ahorrar 6 euros evitando los costes derivados de los daños⁵¹.

Por las razones anteriores, el procedimiento de evaluación ambiental regulado por la Ley 21/2013 es uno de los caminos más adecuados para conseguir una integración temprana de la adaptación y la mitigación al cambio climático en los nuevos planes y proyectos.

2014-2020 se realiza mediante el Marco Estratégico Común (MEC) que da una importancia especial al cambio climático en sus vertientes de mitigación y de adaptación.

En la Comunidad Autónoma de Murcia, el Programa Operativo FEDER (aprobado por Decisión de la Comisión Europea de Fecha 13 de mayo de 2015) contiene líneas de inversiones directamente relacionados con el cambio climático. El más importante es el "Eje prioritario 04 - EP4: Favorecer el paso a una economía baja en carbono en todos los sectores" dotado, hasta 2023, con 28,2 millones de euros y estará centrado en ayudas en materia de energías renovables y eficiencia energética a gestionar desde la Consejería de Industria. También es importante la inclusión de los aspectos relacionados con el cambio climático en la Política Agraria Común (PAC).

Hay multitud de proyectos e iniciativas que permiten financiación en el ámbito local, como el Programa Operativo Estatal de Crecimiento Sostenible que incluye un tramo dirigido directa y específicamente a las entidades locales y dotado de 1.500 millones de euros, divididos en dos asignaciones: proyectos singulares de economía baja en carbono y estrategias de desarrollo urbano sostenible e integrado.

La nueva programación de los fondos europeos para el periodo 2021 a 2027 incluye entre sus 5 objetivos el objetivo 2 "una Europa más verde y baja en carbono promoviendo una transición energética limpia y justa, la inversión verde y azul, la economía circular, la adaptación climática y la prevención y gestión de riesgos"

El nuevo Reglamento incluye el objetivo obligatorio de que el 25% del gasto financiado por la Unión Europea contribuya a alcanzar los objetivos climáticos. En el caso del FEDER los aspectos enmarcados en el objetivo 2 tendrán que suponer al menos el 30% del gasto.

50 Por ejemplo es frecuente ver convocatorias de ayudas y subvenciones para eficiencia energética y desarrollo de energías renovables. En su inmensa mayoría estas líneas de ayuda procede de financiación del Fondo Europeo de Desarrollo Regional y en concreto en su línea 4. Economía Baja en Carbono.

51 Communication from the commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions an EU Strategy on adaptation to climate change. COM/2013/0216 final, Bruselas.



UCAM



ITM Instituto Tecnológico de Minería



GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA



Fundación Biodiversidad



PIMA Adapta



oecc Oficina Española de Cambio Climático

5. La consideración del cambio climático en la evaluación ambiental de planes y proyectos. Secuencias metodológicas, fuentes de información y medidas preventivas, correctoras y compensatorias

Entre los contenidos de la información que se ha de aportar para la evaluación ambiental, el artículo 5 de la Directiva 2014/52/UE, en su apartado 1, señala que se ha de determinar “el impacto del proyecto en el clima (por ejemplo, *la naturaleza y magnitud de las emisiones de gases de efecto invernadero*) y la vulnerabilidad del proyecto con respecto al cambio climático”.

Para la evaluación ambiental de proyectos en España, la Ley 21/2013⁵², introduce el cambio climático como parte de los contenidos obligatorios del documento ambiental o de inicio para la evaluación de impacto ambiental simplificada, el artículo 45.1.e) exige, entre otros:

“Se describirán y analizarán, en particular, los posibles efectos directos o indirectos, acumulativos y sinérgicos del proyecto sobre la población, la salud humana, la flora, la fauna, la biodiversidad, el suelo, el aire, el agua, el medio marino, el clima, el cambio climático, el paisaje, los bienes materiales, incluido el patrimonio cultural, y la interacción entre todos los factores mencionados, durante las fases de ejecución, explotación y, en su caso, durante la demolición o abandono del proyecto.”

También, en su artículo 35, incorpora el cambio climático entre los contenidos mínimos del estudio de impacto ambiental para la evaluación de impacto ambiental ordinaria. El artículo 35.1.c) señala que el estudio de impacto ambiental contendrá, al menos, la siguiente información:

“Identificación, descripción, análisis y, si procede, cuantificación de los posibles efectos significativos directos o indirectos, secundarios, acumulativos y sinérgicos del proyecto sobre los siguientes factores: la población, la salud humana, la flora, la fauna, la biodiversidad, la geodiversidad, el suelo, el subsuelo, el aire, el agua, el medio marino, el clima, el cambio climático, el paisaje, los bienes materiales, el patrimonio cultural, y la interacción entre todos los factores mencionados, durante las fases de ejecución, explotación y en su caso durante la demolición o abandono del proyecto.”

El anexo VI, Parte A de la Ley 21/2013 está destinado a concretar el contenido del estudio de impacto ambiental al que se refiere el artículo 35. Dentro de este anexo VI, Parte A, podemos señalar algunas de las referencias de información que se detallan en varios de los epígrafes, como son los siguientes:

-Dentro del Objeto y descripción del proyecto.....Descripción de suelo y tierra a ocupar, la demanda de energía y la energía utilizada.....la previsión de emisiones

-Dentro del Inventario ambiental..emisiones de gases de efecto invernadero, impactos significativos para la adaptación.....

-Dentro de la Identificación y valoración de impactos,6.º El impacto del proyecto en el clima (por ejemplo, la *naturaleza y magnitud de las emisiones de gases de efecto invernadero*, y la *vulnerabilidad del proyecto con respecto al cambio climático*).

Esta descripción, debe tener en cuenta los objetivos de protección medioambiental establecidos a nivel de la Unión o de los Estados miembros, y significativos para el proyecto.

⁵² <https://www.boe.es/buscar/pdf/2013/BOE-A-2013-12913-consolidado.pdf>



UCAM



ITM



Dentro del Establecimiento de medidas preventivas, correctoras y compensatorias para reducir, eliminar o compensar los efectos ambientales significativos.....*El presupuesto del proyecto incluirá estas medidas con el mismo nivel de detalle que el resto del proyecto, en un apartado específico, que se incorporará al estudio de impacto ambiental.*

En síntesis, como era de esperar, tras lo establecido por el artículo 5 de la Directiva 2014/52/UE, los aspectos fundamentales en el contenido del estudio de impacto ambiental, en relación con el cambio climático, se centran en *la naturaleza y magnitud de las emisiones de gases de efecto invernadero, y la vulnerabilidad del proyecto con respecto al cambio climático* para esto es importante entre otros explicitar el consumo de suelo y energía.

Un aspecto destacado de lo establecido en el anexo VI es que en su referencia a las medidas preventivas, correctoras y compensatorias señala que *“El presupuesto del proyecto incluirá estas medidas con el mismo nivel de detalle que el resto del proyecto, en un apartado específico, que se incorporará al estudio de impacto ambiental”*. Esta exigencia es importante no solo porque establece que se concreten con el mismo nivel de detalle si no porque al formar parte presupuesto del proyecto quedan contempladas en aquellos casos en que la legislación exige depositar una fianza para garantizar la correcta ejecución de las obras como ocurre en aplicación de la ley del suelo en el caso de los proyectos de obras de urbanización.

Para la evaluación ambiental de planes, la Ley 21/2013, en su artículo 18.1.d) exige que en el documento inicial estratégico se estudien los potenciales impactos ambientales “tomando en consideración el cambio climático”, y en el anexo IV “Contenido del Estudio Ambiental Estratégico” se señala que la información que deberá contener el estudio ambiental estratégico, previsto en el artículo 20, será como mínimo la siguiente:

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;*
5. *Los objetivos de protección medioambiental fijados en los ámbitos internacional, comunitario o nacional [...];*
6. *[...] su incidencia en el cambio climático, en particular una evaluación adecuada de la huella de carbono asociada al plan o programa. [...];*
7. *Las medidas previstas para prevenir, reducir y, en la medida de lo posible, compensar cualquier efecto negativo importante en el medio ambiente de la aplicación del plan o programa, incluyendo aquellas para mitigar su incidencia sobre el cambio climático y permitir su adaptación al mismo”.*

Aunque para los distintos documentos ambientales la Ley 21/2013 concreta la información a aportar⁵³, la secuencia de contenidos marcados por los puntos 3, 5, 6 y 7 en el referido anexo IV nos parece la más completa para ser utilizada como base de la incorporación del cambio climático, tanto para planes como para proyectos.

53 Por ejemplo para la Evaluación de Impacto Ambiental Simplificada en el artículo 45 señala entre los contenidos del Informe Ambiental *“Se describirán y analizarán, en particular, los posibles efectos directos o indirectos, acumulativos y sinérgicos del proyecto sobre [...] el cambio climático. [...].”*

Organiza



Adaptación
Ecoeficiente
en la Evaluación Ambiental

UCAM



ITM

Instituto Tecnológico de Maquinaria



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA



Fundación Biodiversidad



PIMA
adapta



oecc
Oficina Española de Cambio Climático

Con el apoyo de

En consecuencia, para contemplar la adaptación y mitigación del cambio climático en los planes y proyectos sometidos a evaluación ambiental se propone la secuencia de contenidos que se expone en los apartados siguientes.



UCAM



ITM Instituto Tecnológico de Minería



GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA



Fundación Biodiversidad



PIMA Adapta



oecc Oficina Española de Cambio Climático

5.1. Predecir el cambio climático esperado en el plazo de vigencia del plan o proyecto. Guías técnicas

5.1.1. Fuentes de información. El marco de la intervención administrativa en materia de adaptación al cambio climático.

A nivel internacional el Organismo de referencia encargado de evaluar los esfuerzos en materia de reducción de emisiones y la situación y las predicción de efectos es, como hemos señalado, el Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC), Organismo de Naciones Unidas en el que participan miles de científicos de todo el mundo. El IPCC realiza informes periódicos sobre la evolución y perspectivas del cambio climático a nivel mundial. El último informe publicado es el “Quinto Informe”, que está formado por varios documentos⁵⁴.

En el ámbito de la Unión Europea, las políticas de mitigación son muy ambiciosas y vinculan a los estados miembros. Además, de los compromisos ya asumidos en el marco del Acuerdo de París, en 2018 la Comisión Europea ha iniciado la fase de debate sobre la neutralidad climática para 2050. Esto significa que los países miembros solo podrán emitir tanto como los sumideros son capaces de capturar. En el caso de España con unas emisiones anuales de 340 millones de toneladas de CO₂ equivalente los sumideros suponen 38,3 lo que significa que si se quiere alcanzar la neutralidad climática las emisiones habrán de pasar de las actuales 340,2 millones de toneladas a 38,3 en 2050. También, en materia de adaptación existe una línea de trabajo en la Unión Europea. En este sentido hay que señalar que las bases y los principios sobre la política comunitaria en materia de adaptación se han conformado a través de la Estrategia Europea de Adaptación de 2013⁵⁵. La aprobación de esta Estrategia⁵⁶ se inició con el Libro Verde sobre adaptación, elaborado por la Comisión y

54 http://www.ipcc.ch/home_languages_main_spanish.shtml

https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/SYR_AR5_FINAL_full_es.pdf

https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/WG1AR5_SummaryVolume_FINAL_SPANISH.pdf

55 https://ec.europa.eu/clima/policies/adaptation/what_es

56 [La Estrategia de Adaptación al Cambio Climático de la UE](#)

En abril de 2013, la Comisión Europea adoptó una estrategia de la UE sobre la adaptación al cambio climático. La finalidad general de la estrategia es contribuir a una Europa más resistente al clima. Ello supone mejorar la preparación y la capacidad de respuesta a los efectos del cambio climático a nivel local, regional, nacional y de la UE, creando un planteamiento coherente y mejorando la coordinación y la capacidad de todos los niveles de gobernanza para responder a los efectos del cambio climático.

La estrategia de adaptación de la UE se centra en tres objetivos clave:

- Promover la actuación de los Estados miembros mediante la adopción de estrategias de adaptación y apoyo a la adaptación en las ciudades a través de la iniciativa del Pacto de Alcaldes para el Clima y la Energía.
- Acciones contra el cambio climático a escala de la UE mediante la promoción de la adaptación en sectores clave vulnerables como la agricultura, la pesca y la política de cohesión, la mejora de la infraestructura europea y la promoción de seguros contra catástrofes naturales o provocadas por el hombre.
- Una toma de decisiones mejor informada al abordar las lagunas en el conocimiento sobre la adaptación y seguir desarrollando la plataforma europea de adaptación al cambio climático (Climate-ADAPT) como "ventanilla única" para la información sobre adaptación en Europa.



UCAM



ITM Instituto Tecnológico de Materiales



GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA



Fundación Biodiversidad



PIMA adapta



oecc Oficina Española de Cambio Climático

presentado en julio de 2007 y el correspondiente Libro Blanco⁵⁷, aprobado el 1 de abril de 2009, actualmente está en proceso de revisión. Una acción de interés en el marco de la Estrategia Europea ha sido el desarrollo de la Plataforma Climate-Adapt (<http://climate-adapt.eea.europa.eu/>) para potenciar el intercambio de información en la materia.

A nivel nacional, se han desarrollado numerosas líneas de trabajo en materia de mitigación en sectores difusos⁵⁸ (Huella de carbono, Fondo de carbono y proyectos CLIMA etc.)⁵⁹. En materia de Adaptación, España ha sido uno de los primeros países europeos en desarrollar un Plan Nacional de adaptación. En el año 2006 se aprobó el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático y su Primer Programa de Trabajo. El Segundo Programa de Trabajo fue adoptado en julio de 2009. El tercero es el actual y fue aprobado en 2013⁶⁰. Hay que destacar también el trabajo desarrollado por departamentos de la Administración Estatal como la Agencia Estatal de Meteorología, con sus Proyecciones Regionalizadas de Cambio Climático.

Una iniciativa destacable en el marco del Plan Nacional de Adaptación es la plataforma AdapteCCa <http://www.adaptecca.es/> de intercambio de información sobre impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático. Esta plataforma facilita la coordinación y la transferencia de información, conocimiento y experiencias en la

En 2016, la Comisión lanzó una evaluación de la Estrategia de Adaptación de la UE. Entre octubre de 2017 y enero de 2018, se llevó a cabo una consulta pública.

La Comisión europea publicó el 12 de noviembre de 2018 [su informe de evaluación sobre aplicación de la estrategia de adaptación al cambio climático de la UE de 2013](#), tras la consulta pública que realizó.

El informe (disponible en español) viene acompañado de dos documentos de trabajo (en inglés), uno de ellos con fichas por país.

La estrategia incluye ocho actuaciones para la consecución de tres objetivos específicos:

1. aumentar la resiliencia de los países, regiones y ciudades de la UE;
2. tomar decisiones con mayor conocimiento de causa;
3. aumentar la resiliencia de sectores vulnerables clave e integrar la adaptación en las políticas de la UE.

El informe examina el proceso y los resultados de la evaluación de la estrategia, incluidas las lecciones extraídas de su aplicación hasta el momento.

INFORME DE LA COMISIÓN relativo a la aplicación de la estrategia de adaptación al cambio climático de la UE. COM/2018/738 final. Bruselas, 12.11.2018

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=COM:2018:738:FIN>

COMMISSION STAFF WORKING DOCUMENT Evaluation of the EU Strategy on adaptation to climate change

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=SWD:2018:461:FIN>

COMMISSION STAFF WORKING DOCUMENT Adaptation preparedness scoreboard **Country fiches**

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=SWD:2018:460:FIN>

Comunicado de prensa: Europe is ready for climate impacts: Commission evaluates its strategy

https://ec.europa.eu/clima/news/europe-ready-climate-impacts-commission-evaluates-its-strategy_en

⁵⁷ La Comisión Europea utiliza con frecuencia para elaborar sus propuestas la secuencia de Libro Verde y Libro Blanco. El objetivo fundamental de un Libro Verde es promover el debate en torno a un asunto y se diferencia del Libro Blanco en que este último incluye una propuesta concreta de actuación.

⁵⁸ <https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/>

⁵⁹ <https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/default.aspx>

⁶⁰ <https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/impactos-vulnerabilidad-y-adaptacion/plan-nacional-adaptacion-cambio-climatico/default.aspx>



UCAM



ITM



MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA



materia entre las distintas administraciones españolas, así como entre la comunidad científica.

Plataforma sobre información para la adaptación al cambio climático Fuente: Adaptecca. Ministerio para la Transición Ecológica

Más allá de la consideración en la Ley 21/2013, de evaluación ambiental, se ha producido la incorporación de la adaptación al cambio climático en un buen número de normas que componen la legislación sectorial de carácter básico. Pueden señalarse las siguientes:

- Real Decreto 907/2007, de 6 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de la Planificación Hidrológica y Orden ARM/2656/2008, de 10 de septiembre, por la que se aprueba la Instrucción de Planificación Hidrológica.
- Ley 41/2010, de 29 de diciembre, de Protección del Medio Marino.
- Real Decreto 903/2010, de 9 de julio, de Evaluación y Gestión de riesgos de inundación.
- Ley 33/2011, de 4 de octubre, General de Salud Pública.
- Real Decreto 1274/2011, de 16 de septiembre, Plan Estratégico Estatal del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad.

Un avance normativo importante vendrá de la mano de la propuesta de Ley de Cambio Climático y Transición Energética⁶¹ que el Gobierno sometió a información pública a

61 La Ley debe recoger objetivos cualitativos y cuantitativos:

Respecto de los objetivos cualitativos, cabría recoger los siguientes:

- *Facilitar el cumplimiento de España con sus compromisos internacionales y europeos en materia de cambio climático y de energía, contribuyendo al crecimiento económico y el bienestar de los ciudadanos.*
- *Promover las actuaciones con mayor capacidad para alcanzar los compromisos al menor coste posible, de manera que la política energética y de cambio climático favorezca la actividad económica, la competitividad y el empleo y asegure la sostenibilidad financiera del sistema energético.*
- *Establecer los principios rectores que guiarán las actuaciones de los poderes públicos y del conjunto de la sociedad. En particular deberá quedar reflejado el carácter transversal de la Ley.*



UCAM



ITM



principios de 2019. En el borrador del Proyecto de Ley se incluye por ejemplo la Modificación del Real Decreto Legislativo 7/2015, de 30 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Suelo y Rehabilitación Urbana desarrollando la exigencia de incluir entre los riesgos naturales a considerar para la aprobación del planeamiento urbanístico, los riesgos derivados del cambio climático (nivel del mar, eventos meteorológicos extremos y mortalidad y morbilidad por altas temperaturas).

Las políticas de adaptación y preparación para el cambio climático han de ser modeladas en base a las circunstancias de cada economía y territorio. Las administraciones regionales y locales desempeñan un importante papel en esta materia.

En el ámbito del levante español tanto la Generalitat valenciana como la Comunidad Autónoma de Murcia tienen departamentos especializados en cambio climáticos. En la Comunidad Autónoma de Murcia, el Servicio de Fomento del Medio Ambiente y Cambio Climático es el departamento técnico competente en la materia (dependiente de la Oficina de Impulso Socioeconómico del Medio Ambiente).

<http://www.cambioclimaticomurcia.carm.es/>

Para valorar la información generada por administraciones y centros de investigación se creó un órgano consultivo, el Observatorio Regional del Cambio Climático⁶², que se puso en marcha en 2007. A lo largo de estos años se ha generado información de notable interés⁶³. En 2010 y 2015 se han publicado los trabajos del Observatorio Regional del Cambio Climático.

La planificación estratégica en materia de cambio climático se ha concretado en la ya comentada Estrategia de Mitigación y Adaptación al Cambio Climático, en fase de información pública⁶⁴.

En la Comunidad Autónoma Valenciana, el Servicio de Contaminación atmosférica y Cambio Climático es el departamento técnico competente en la materia (dependiente de la Dirección General de Cambio Climático y calidad Ambiental) <http://www.agroambient.gva.es/es/web/cambio-climatico>. En esta Comunidad Autónoma la planificación estratégica en materia de cambio climático se ha concretado en *La Estrategia Valenciana ante el Cambio Climático 2013-2020*⁶⁵. Este documento está siendo revisado con el fin de cumplir objetivos marcados en el acuerdo de París y

La Ley también debería incluir objetivos cuantitativos con el fin de dotar con rango de Ley a nuestros compromisos internacionales y europeos ya asumidos o en fase de negociación. Así, los objetivos cuantitativos deberían ser los siguientes:

- *Una senda de descarbonización a 2050 con un objetivo cuantificado para España: reducir las emisiones de gases de efecto invernadero entre un 80% y 95% respecto de 1990, en línea con lo señalado en la Hoja de ruta de la Comisión Europea a 2050.*
- *Objetivos a 2030, de acuerdo con la normativa comunitaria:*
 - *Gases de efecto invernadero (GEI): -26% respecto de 2005.*

62 Orden de 19 de febrero de 2007, de la Consejería de Industria y Medio Ambiente, por la que se crea el Observatorio Regional del Cambio Climático, publicada en el Boletín Oficial de la Región de Murcia el 6 de marzo de 2007.

63 Cambio Climático en la Región de Murcia. Trabajos del Observatorio Regional del Cambio Climático. 2010.

http://www.ecorresponsabilidad.es/pdfs/libro_cc_region_murcia.pdf

Cambio Climático en la Región de Murcia. Evaluación basada en indicadores. Trabajos del Observatorio Regional del Cambio Climático. 2016. [cambio_climatico_region_murcia_2016_WEB.pdf](#)

64 http://cambioclimaticomurcia.carm.es/index.php?option=com_k2&view=item&id=315

65 <http://www.agroambient.gva.es/es/web/cambio-climatico/estrategia-valenciana-ante-el-cambio-climatico-2013-2020>



UCAM



ITM



MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA



los compromisos adquiridos por la UE para 2030 y 2050. La Comisión de Coordinación de Políticas de Cambio Climático de la Comunidad Valenciana acordó iniciar el proceso de revisión de la Estrategia 2013-2020⁶⁶.

5.1.2. Escenarios de clima futuros

Para poder tomar decisiones sobre las medidas de adaptación a incorporar en la evaluación ambiental de un plan o proyecto, el primer paso debe ser recabar información sobre los principales cambios que se esperan en las variables climáticas y elementos como la subida del nivel del mar.

Sobre escenarios futuros de clima hay destacada información, tanto generada por el IPCC (Panel Intergubernamental para el Cambio Climático) como por Organismos de la Unión Europea, entre ellos la Agencia Europea de Medio Ambiente.⁶⁷

Con independencia de las fuentes de información mundial (IPCC) y de ámbito europeo (Comisión Europea), interesa trabajar con el mayor nivel de resolución disponible. Por esta razón, para concretar las condiciones futuras de clima, es decir, cómo se prevé evolucionará el clima a lo largo del siglo XXI, se utilizan las proyecciones elaboradas⁶⁸ por el organismo competente en materia de meteorología, la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET).

Un desarrollo interesante de las proyecciones elaboradas por AEMET está disponible en la plataforma Web sobre la adaptación al cambio climático en España denominada Adaptecca, iniciativa de la Administración Ambiental del Estado de la mano de la Oficina Española de Cambio Climático (OECC) y la Fundación Biodiversidad.

Dentro de Adaptecca la consulta de escenarios de clima futuro se puede hacer accediendo al “visor de Escenarios” <http://adaptecca.es/escenarios/>. Este “visor de Escenarios” es una aplicación diseñada por la Agencia Estatal de Meteorología siguiendo técnicas de regionalización estadística que permite visualizar predicciones por región, cuenca hidrográfica y municipio o para un área territorial concreta con la opción “dibujar área”. Con esta última opción los proyectistas y redactores de documentos ambientales para el procedimiento de evaluación ambiental van a poder dibujar el área del plan o proyecto y visualizar las condiciones futuras de clima.

66 <http://www.agroambient.gva.es/documents/163279113/163282680/ESTRATEGIA+VALENCIANA+DE+ENERG%C3%8DA+Y+CAMBIO+CLIM%C3%81TICO/4aa4c80d-bc14-4401-a6ac-a40030b5992b>

67 De la información aportada por el IPCC se debe citar la contenida en la Contribución del Grupo de Trabajo I al Quinto Informe de Evaluación en “CAMBIO CLIMÁTICO 2013, Bases físicas” (<http://www.ipcc.ch/report/ar5/wg1/>)

El documento CAMBIO CLIMÁTICO 2013, Bases físicas dispone de anexos en los que se pueden ver los mapas de escenarios climáticos para cada senda representativa de concentración o escenario de emisiones (http://www.ipcc.ch/home_languages_main_spanish.shtml).

Por su parte, las instituciones de la unión Europea han generado numerosa información. A modo de ejemplo, se puede citar “*Climate change, impacts and vulnerability in Europe 2012 An indicator-based report*” de la Agencia Europea de Medio Ambiente. También se pueden citar los trabajos del Centro Común de Investigación de la Comisión Europea, sobre escenarios de cambio en la temperatura y de precipitación recogidos en el Libro Verde de la Comisión Europea de Adaptación al Cambio Climático.

68 http://www.aemet.es/es/serviciosclimaticos/cambio_climat



Visor de escenarios de clima futuro de la Plataforma sobre información para la adaptación al cambio climático Fuente: Adaptecca. Ministerio para la Transición Ecológica

El “visor de escenarios de la plataforma Adaptecca” permite obtener proyecciones, además, de para un determinado punto o territorio para cada una de las cuatro estaciones o para año completo, de los cambios con relación al periodo de referencia (media de la serie 1961-2000) que se prevén hasta fin de siglo en alguna de los nueve grupos de variables meteorológicas que contempla⁶⁹.

La aplicación permite mostrar, además de gráficos, mapas de ámbito regional y de ámbito municipal. En éstos se comparan los resultados históricos (medidas reales del periodo 1961-2000) con la evolución para cualquiera de los nueve grupos de variables meteorológicas señaladas anteriormente.

El visor permite trabajar con dos (RCP 4.5 y RCP8.5) de los cuatro escenarios de emisión establecidos en el Quinto Informe del IPCC. Son las denominadas Sendas Representativas de Concentración (RCP, por sus siglas en inglés), RCP2.6, RCP4.5, RCP6.0 y RCP8.5. Éstas se identifican por su forzamiento radiativo total para el año 2100 (energía que llega a la tierra) que originarían un determinado esfuerzo internacional de reducción de emisiones y que varían desde 2,6 a 8,5 vatios/m².

69 - Precipitación: Cambio en % de la precipitación.

- Temperatura máxima: Cambio en ° C de la temperatura máxima.
- Temperatura mínima: Cambio en ° C de la temperatura mínima.
- Nº días cálidos (DC): Cambio en el nº de días con temperatura máxima superior al percentil 90 del periodo de referencia. Los cambios se expresan en porcentaje respecto al periodo de referencia.
- Nº noches cálidas (NC): Cambio en el nº de noches con temperatura mínima superior al percentil 90 del periodo de referencia. Los cambios se expresan en porcentaje respecto al periodo de referencia.
- Nº días helada (DH): Cambio en el nº de días con temperatura mínima inferior a 0° C. Los cambios se expresan en días respecto al periodo de referencia.
- Nº días lluvia (DL): Cambio en el nº de días con precipitación total igual o superior a 1 mm. Los cambios se expresan en días respecto al periodo de referencia.
- Duración olas de calor (DOC): Cambio en el nº de días de la ola de calor (OC) más larga, definiéndose una OC como al menos 5 días consecutivos con temperatura máxima superior al percentil 90 del periodo de referencia. Los cambios se expresan en días respecto al periodo de referencia.
- Duración del periodo seco (PS): Cambio en el nº máximo de días consecutivos sin precipitación o con precipitaciones inferiores a 1 mm. Los cambios se expresan en días respecto al periodo de referencia.



UCAM



ITM Instituto Tecnológico de Matanzas



MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA



La senda RCP2.6, prevé un forzamiento radiativo a final de siglo de 2,6 vatios/m², suponiendo una hipotética reducción drástica de emisiones a nivel mundial que daría como resultado una concentración de CO₂ en la atmósfera a final de siglo de 421 partes por millón (ppm). La barrera de las 400 ppm de CO₂ ya se ha superado. En concreto, en enero de 2018 la concentración media⁷⁰ era ya de 407,98 ppm⁷¹, por lo que RCP2.6 parece un escenario poco creíble que va a ser previsiblemente superado en los próximos años. Por lo tanto, parece razonable utilizar los RCP4.5, RCP6.0 y RCP8.5, que se corresponden con 538, 670 y 936 ppm, respectivamente. La información suministrada por el visor de la plataforma Adaptecca, como hemos indicado, se presenta solo para la RCP4.5 y RCP8.5, es decir, el escenario internacional de emisiones más favorable y el más desfavorable.

La información aportada por “visor de Escenarios” puede ser complementada para la variable “precipitaciones” también dentro de la plataforma Adaptecca a través del “visor de recursos hídricos”⁷²

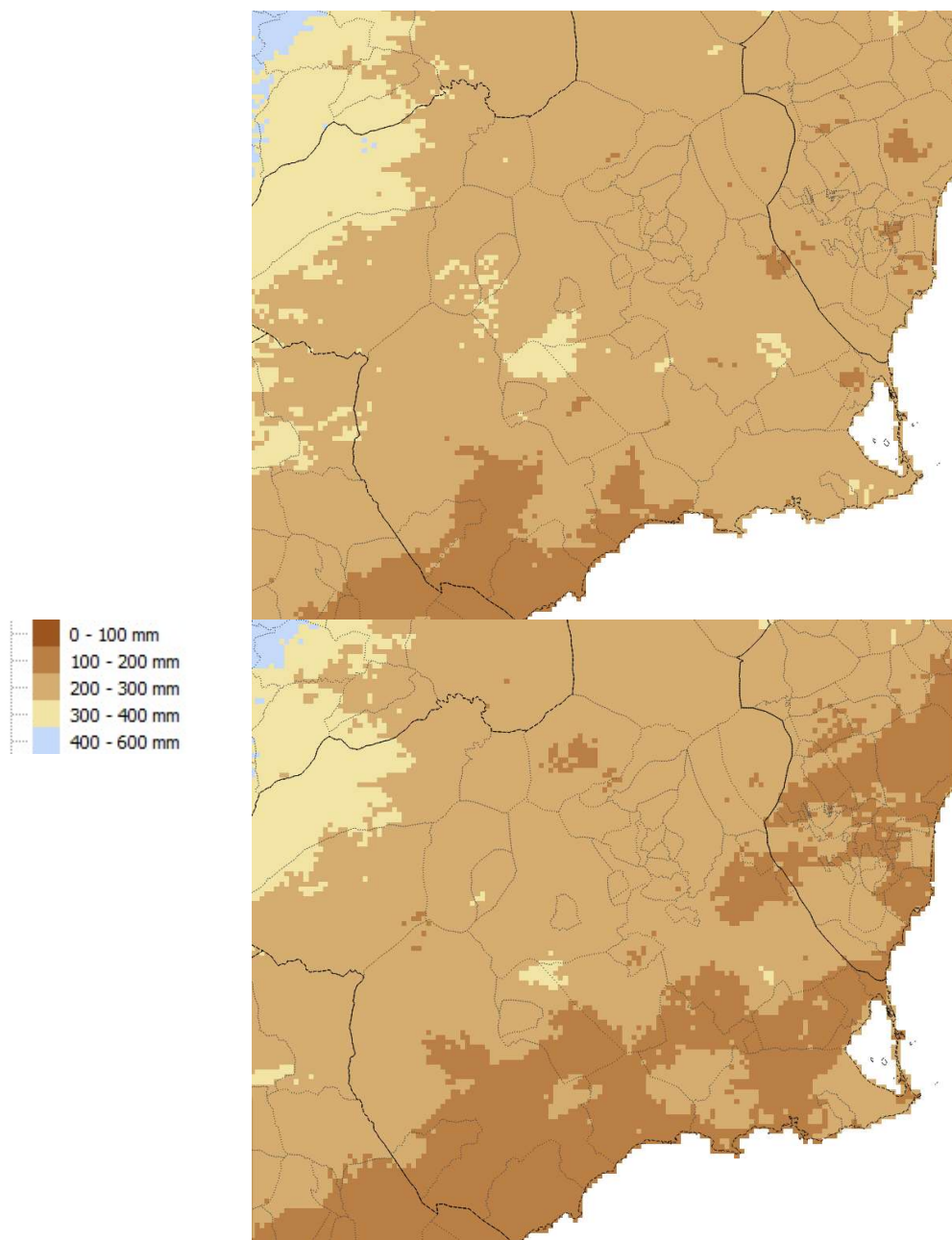
En los siguientes mapas, tomados del visor de recursos hídricos, se muestra la extensión de las áreas (color más oscuro), donde no lloverá más de 200 litros al año en el periodo 2040-2070 (segundo mapa), en comparación con la media de 1970-2000 (primer mapa).

70 Puede seguirse la información sobre la concentración de CO₂ en www.co2now.org En español <https://es.co2.earth/>

También en España se determina la evolución, a lo largo de 3 décadas, de la concentración de CO₂ en la atmósfera en Canarias. Fuente: AEMET.
http://izana.aemet.es/index.php?option=com_content&view=article&id=24&Itemid=25&lang=es#increments

71 <https://es.co2.earth/>

72 <https://www.adaptecca.es/cambio-climatico-y-recursos-hidricos-en-espana-aplicacion-camrec>



Comparación de precipitaciones medias anuales en el periodo 2040-2070 (segundo mapa) en comparación con la media de 1970-2000(primer mapa). Fuente: Visor de recursos hídrico. Plataforma ADAPTECCA.

El visor de recursos hídricos está alimentado con la información de base que sirvió para dar lugar al último trabajo en el marco del Plan Nacional de Adaptación, elaborado por el Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas CEDEX⁷³.

⁷³ <https://www.adaptecca.es/recursos/buscador/evaluacion-del-impacto-del-cambio-climatico-en-los-recursos-hidricos-y-sequias-en>



UCAM



ITM Instituto Tecnológico de Minería



MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA



Se pueden obtener mapas para cualquier zona del país. La resolución espacial de los mapas es de cuadrículas de 1 kilómetro x1 kilómetro. Los periodos son 1970-2000 o periodo de control y los periodos para escenarios 2010-2040, 2040-2070 y 2070-2100.

Por otra parte, recordemos que aunque el clima de las regiones depende fundamentalmente de factores regionales como la latitud, el relieve o la distancia a las masas de agua. En las ciudades sin embargo, hay factores locales como las características del modelo urbano o el porcentaje de suelo asfaltado o la vegetación que condicionan la temperatura resultante. Entre los factores que condicionan la temperatura resultante en las ciudades destaca el conocido “efecto de isla de calor urbana” (UHI, en sus siglas en inglés), que se produce en las áreas edificadas respecto de la periferia. Los materiales artificiales (especialmente el asfalto y edificios) que capturan la energía del sol, casi como cuerpos negros y con su elevada inercia térmica, son una de las principales causas de una temperatura más elevada durante las noches y el lento enfriamiento. Es, por tanto, necesario tener en cuenta en la concepción de los planes y proyectos, sobre todo los urbanísticos, este posible incremento adicional por el efecto UHI, especialmente ante episodios extremos como las olas de calor.

Son muchos los trabajos que se han desarrollado en cuanto a este tipo de investigación aplicada en el que se puede hablar de una diferencia en el periodo nocturno de entre 1,5 y 3 grados. Trabajos recientes publicados en el Congreso Internacional de la Asociación Nacional de Climatología ⁷⁴ concluyen que en Barcelona *“anualmente, en el 40% (39,8%) de las noches la ciudad es al menos 2°C más cálida que el aeropuerto; en una de cada 6 (16,7%), al menos 3°C; en un 5,1%, al menos 4°C, y en 1,2%, al menos 5°C, umbral que se corresponde con islas de calor que pueden calificarse de intensas en el área metropolitana barcelonesa”*.

Por otro lado, en las ciudades mediterráneas la humedad incrementa la sensación térmica de calor. La mayoría de las veces las sensaciones térmicas en ciudades del Mediterráneo suponen entre tres y cuatro grados más de lo que mide el termómetro. Esto se puede estimar teniendo en cuenta la tabla que recoge AEMET⁷⁵.

5.1.3. Predicción sobre el aumento de del nivel del mar y de la inundabilidad

El cambio climático es responsable del aumento del nivel del mar⁷⁶. La subida del nivel medio del mar afectará a planes y proyectos a desarrollar en lugares muy concretos de la costa en los que habrá que contemplar unos niveles de inundación permanente. También se deberían contemplar los daños por la inundación ocasional.

En la actualidad el mar sube en nuestras costas medio centímetro cada año como nos indican los mareógrafos de la Red de Puertos del Estado.

74 Publicaciones de la Asociación Española de Climatología (AEC) Serie A, nº 11. Página 429 a 439. VALORES DE PROBABILIDAD DE LA INTENSIDAD DE LA ISLA DE CALOR DE BARCELONA Javier MARTÍN-VIDE, M^a Carmen MORENO GARCÍA, M^a José CORDOBILLA. Grupo de Climatología. Universidad de Barcelona.jmartinvide@ub.edu, mcmoreno@ub.edu, mj.cordobilla@ub.edu

75 http://www.aemet.es/documentos/es/conocermas/montana/sensacion_termica/SensacionTermicaPorFrio-Calor-AEMET.pdf

76 Una de las dos causas más importantes que dan lugar al incremento del nivel medio del mar es la temperatura del agua. El agua al estar más caliente ocupa mayor volumen. La otra gran causa es la aportación de los deshielos de glaciares y casquetes polares situados sobre los continentes



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE ALICANTE

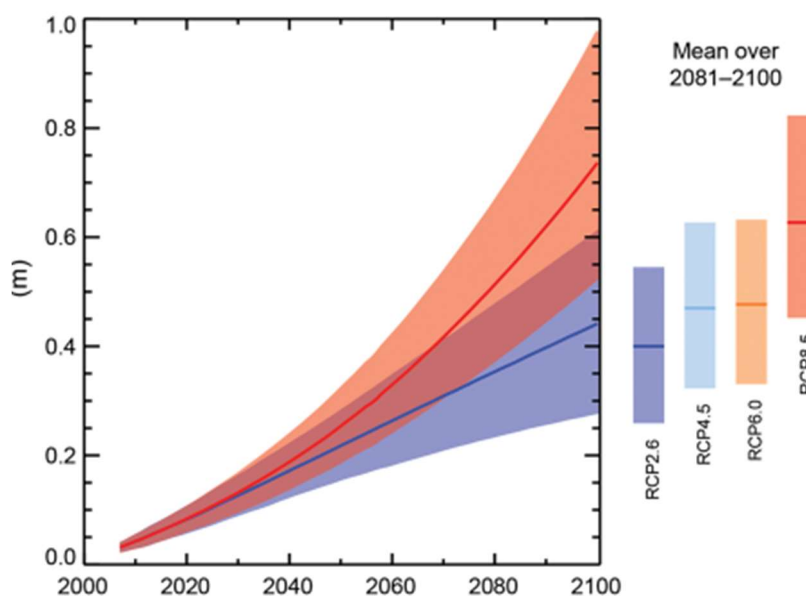


MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA



Mareógrafo. Puerto de:	Tendencia cm/año	Años considerados
Barcelona	0,631	30
Valencia	0,55	30

El IPCC de Naciones Unidas en su Quinto informe prevé una subida del nivel medio del mar de hasta 98 centímetros para finales de este siglo corrigiendo las predicciones del Cuarto Informe que lo situaban en 50 cm.



Previsiones de aumento del nivel medio del mar. Fuente: Quinto Informe del IPCC, de septiembre de 2013. (Documento del grupo de trabajo I, GTI: Bases físicas, publicado el 27 de septiembre de 2013). Página 26

https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/WG1AR5_SummaryVolume_FINAL_SPANISH.pdf

En la siguiente tabla, tomada del Quinto Informe IPCC, se muestran las previsiones de aumento del nivel medio del mar para el periodo 2046-2065 y para diferentes escenarios⁷⁷.

⁷⁷ Recordemos que los escenarios de emisión, las denominadas Sendas Representativas de Concentración (RCP, por sus siglas en inglés) se corresponden con una hipotética concentración de CO₂ en la atmósfera a finales de siglo.

RCP2.6 que prevé un forzamiento radiativo a final de siglo de 2,6 vatios por metro cuadrado se corresponde con una concentración de CO₂ en la atmósfera de 421 ppm. RCP4.5, RCP6.0 y RCP8.5 se corresponden con 538, 670 y 936 ppm respectivamente.

Periodo 2046-2065	Escenario	Media	Rango probable
Elevación media mundial del nivel del mar (en metros)	RCP2.6	0,24	0,17 - 0,31
	RCP4.5	0,26	0,19 - 0,33
	RCP6.0	0,25	0,18 - 0,32
	RCP8.5	0,29	0,22 - 0,37

Trabajos recientes partiendo de los modelos utilizados por el IPCC de 2013 de la Universidad de Hamburgo y diversas adaptaciones a las características del mar mediterráneo⁷⁸ contemplan que el nivel medio del mar en el levante español se situaría en 2050 entre 58 y 60 centímetros y para finales de este siglo entre 83 y 104 centímetros sobre el nivel de referencia para los instrumentos topográficos. Es decir un incremento sobre la altura actual de entre 33 y 35 para 2050 y entre 58 y 79 para 2099⁷⁹.

Para los escenarios RCP4.5 y RCP8.5 como niveles a considerar de inundación permanente y ocasional en 2050 y en 2099 serían:

- Permanente, para 2050 entre 0,23 y 0,25 metros y para 2099 entre 0,48 y 0,69 metros. A estos niveles se le sumarían o restarían 10 cm por la variabilidad local determinada a través del análisis de los resultados de los mareógrafos de Alicante, Cartagena y Almería.
- Ocasional, para 2050 un evento con la probabilidad de 1 cada diez años de unos 0,90 metros y para 2099 de 1,5 metros.

El ascenso del nivel del mar amplifica el efecto de los temporales. Por esta razón, para la caracterización de la cota de inundación como nivel máximo del mar (no

78 UNIVERSITAT DE LES ILLES BALEARS

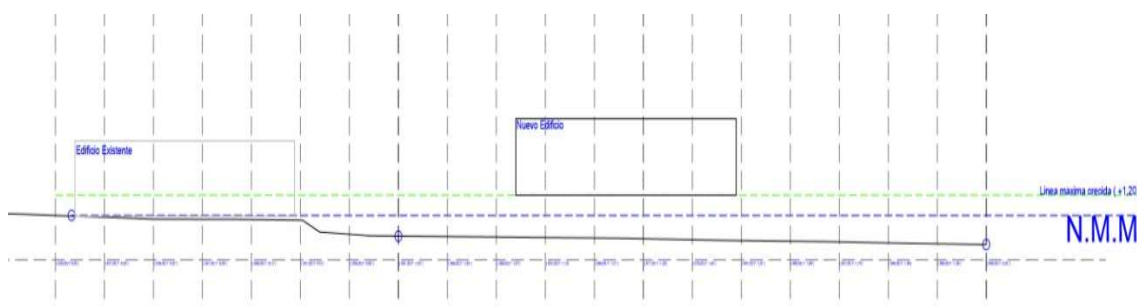
Estudio del aumento del nivel medio del mar y de los extremos marinos sobre las costas de Águilas y Cartagena considerando la información generada por los mareógrafos de Cartagena y Alicante. Marta Marcos, Juan M.Sayol y Ángel Amores. Julio de 2018.

79 El trabajo realizado en julio de 2018 por la Universidad de Islas Baleares para la Comunidad Autónoma de Murcia para los escenarios RCP4.5 y RCP8.5 contempla como niveles a considerar de inundación permanente y ocasional en 2050 y en 2099 :

- Permanente, para 2050 entre 0,23 y 0,25 metros y para 2099 entre 0,48 y 0,69 metros. A estos niveles se le sumarían 10 cm por la variabilidad local determinada a través del análisis de los resultados de los mareógrafos de Alicante, Cartagena y Almería.

permanente) para un determinado proyecto se debe estudiar, además del incremento del nivel medio del mar que va a ir generando el cambio climático, otros aspectos (cuantitativamente más importantes pero dependientes de la probabilidad de ocurrencia en un determinado periodo de tiempo), como la aportación adicional que hace el oleaje o la marea astronómica y la meteorológica y la probabilidad de que estos coincidan⁸⁰ en su opción más desfavorable para el conjunto de los años horizonte.

Entre los muchos ejemplos de incorporación del ascenso previsto del nivel del mar y la amplificación de los temporales al procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental se puede citar el caso del proyecto básico de rehabilitación del Balneario Floridablanca en el Mar Menor término municipal de San Pedro del Pinatar (Murcia). El estudio de impacto ambiental de este proyecto determinó que: «en el escenario más desfavorable en los próximos 50 años se podría encontrar el nivel de Mar Menor 113 centímetros por encima del nivel cero marítimo actual». La propuesta de cota de diseño de 120 cm sobre el nivel medio del mar actual ha sido introducida en el proyecto y se puede ver en los planos de alzado.



Planos de alzado del Proyecto básico de rehabilitación del Balneario Floridablanca en el que se introduce una cota de diseño de 120 cm sobre el nivel medio del mar actual como medida de adaptación para los próximos 50 años. Fuente: San Juan Arquitectura.

El Real Decreto Legislativo 7/2015, de 30 de octubre, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley de Suelo, en su artículo 22⁸¹ establece que el informe de sostenibilidad ambiental de los instrumentos de ordenación de actuaciones de urbanización deberá incluir un mapa de riesgos naturales del ámbito objeto de ordenación. Uno de los riesgos naturales más importantes a considerar es el de

80 Dado que la marea astronómica, meteorológica y el incremento del nivel medio del mar inducido por el cambio climático no pueden considerarse independientes entre sí, existiendo una elevada correlación estadística entre ellos, ha optado por sumar los efectos correspondientes.

81 Artículo 22. *Evaluación y seguimiento de la sostenibilidad del desarrollo urbano, y garantía de la viabilidad técnica y económica de las actuaciones sobre el medio urbano.*

1. Los instrumentos de ordenación territorial y urbanística están sometidos a evaluación ambiental de conformidad con lo previsto en la legislación de evaluación de los efectos de determinados planes y programas en el medio ambiente y en este artículo, sin perjuicio de la evaluación de impacto ambiental de los proyectos que se requieran para su ejecución, en su caso.

2. El informe de sostenibilidad ambiental de los instrumentos de ordenación de actuaciones de urbanización deberá incluir un mapa de riesgos naturales del ámbito objeto de ordenación.



UCAM



ITM



inundabilidad relacionada con el cambio climático. Esta interpretación ha sido recogida por el anteproyecto de Ley de Cambio Climático y Transición Energética⁸² sometido a consulta pública en febrero de 2019.

El Real Decreto 903/2010⁸³ ha regulado la evaluación y gestión de riesgos de inundación⁸⁴, incluyendo las derivadas del cambio climático y se ha elaborado información con mapas que muestran las zonas inundables. Esta información puede consultarse en la página Web del Ministerio responsable de Medio Ambiente. La información de mapas de inundaciones abarca tanto la de origen fluvial como marino.

Encontramos la información accediendo a través de la Dirección General de Costas⁸⁵ o a través de la Dirección General del Agua⁸⁶. De acuerdo con los artículos 8, 9 y 10 del Real Decreto 903/2010, los mapas que se pueden consultar son de dos tipos: mapas de peligrosidad de inundación (cálculo de la zona inundable y sus calados) y de riesgo de inundación (incorporación a la zona inundable de los usos del suelo en esa zona y de los principales daños esperados).

El acceso concreto a los mapas de peligrosidad y riesgo (tanto de origen fluvial como de origen marino) se hace a través de cada una de las demarcaciones hidrográficas⁸⁷. En el caso de la del Segura, además de los documentos que describen la metodología usada, se pueden consultar los mapas a través de un visor para las inundaciones de origen fluvial y otro visor para las de origen marino⁸⁸. También, en el caso de la del

82 https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/participacion-publica/1anteproyectoleyccyte_tcm30-487336.pdf
<https://www.miteco.gob.es/es/prensa/ultimas-noticias/el-consejo-de-ministros-da-luz-verde-al-anteproyecto-de-ley-de-cambio-clim%C3%A1tico-/tcm:30-487294>

*Disposición final sexta. Modificación del Real Decreto Legislativo 7/2015, de 30 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Suelo y Rehabilitación Urbana. Se modifica la letra c) del artículo 20.1 del Real Decreto Legislativo 7/2015, de 30 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Suelo y Rehabilitación Urbana, que queda redactado en los siguientes términos: «c) Atender, teniendo en cuenta la perspectiva de género, en la ordenación que hagan de los usos del suelo, a los principios de accesibilidad universal, de movilidad, de eficiencia energética, de garantía de suministro de agua, de prevención de riesgos naturales y de accidentes graves, de prevención y protección contra la contaminación y limitación de sus consecuencias para la salud o el medio ambiente. En la consideración del principio de prevención de riesgos naturales y accidentes graves en la ordenación de los usos del suelo, se incluirán los riesgos derivados del cambio climático, entre ellos: a) **Riesgos derivados de los embates marinos, inundaciones costeras y ascenso del nivel del mar.** b) Riesgos derivados de eventos meteorológicos extremos sobre las infraestructuras y los servicios públicos esenciales, como el abastecimiento de agua y electricidad o los servicios de emergencias. c) Riesgos de mortalidad y morbilidad derivados de las altas temperaturas y, en particular, aquéllos que afectan a 50 poblaciones vulnerables. Estos datos se ofrecerán desagregados por sexo. d) Riesgos asociados a la pérdida de ecosistemas y biodiversidad y, en particular, de deterioro o pérdida de bienes, funciones y servicios ecosistémicos esenciales. e) Riesgos de incendios, con especial atención a los riesgos en la interfaz urbano-forestal y entre las infraestructuras y las zonas forestales».*

83 <https://www.boe.es/eli/es/rd/2010/07/09/903/con>

84 La Directiva 2007/60/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de octubre de 2007, relativa a la evaluación y gestión de los riesgos de inundación fue transpuesta al ordenamiento jurídico español mediante el Real Decreto 903/2010, de 9 de julio, de evaluación y gestión de riesgos de inundación, publicado en el BOE N° 171, de 15 de julio de 2010. De acuerdo con el Real Decreto 903/2010.

85 <https://www.miteco.gob.es/es/costas/temas/proteccion-costa/directiva-inundaciones/default.aspx>

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

87 <https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/gestion-de-los-riesgos-de-inundacion/mapa-peligrosidad-riesgo-inundacion/default.aspx>

88 https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/gestion-de-los-riesgos-de-inundacion/mapa-peligrosidad-riesgo-inundacion/http://www.chsegura.es/chs/cuenca/gestioninundacion/visor_marinojs.jsp?accesible=falsehttps://www.chj.es/es-

Organiza



UCAM



ITM Instituto Tecnológico de Minería



MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA



Con el apoyo de

Júcar se puede consultar toda la información elaborada en relación con la inundabilidad de origen marino⁸⁹.

Los mapas para inundaciones de origen fluvial se han realizado para un tiempo de retorno de 10, 100 y 500 años, mientras que los de inundación de origen marino sólo para 100 y 500 años.

El Real Decreto 903/2010, concreta la obligación de considerar el cambio climático en la evaluación preliminar del riesgo de inundación en el artículo 6d y 6e. Presta especial atención a la integración del cambio climático en el caso del riesgo sobre las zonas costeras. En concreto en los artículos 7.3, 8c y 21.4.

⁸⁹<https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/gestion-de-los-riesgos-de-inundacion/mapa-peligrosidad-riesgo-inundacion/default.aspx>



UCAM



ITM Instituto Tecnológico de Minería



5.2. Objetivos fijados en los ámbitos internacional, comunitario o nacional. Guías técnicas

5.2.1. Los objetivos de reducción de emisiones.

Obligaciones derivadas de los compromisos asumidos por la Unión Europea.

Como hemos comentado en el punto 3 el cambio climático se genera como consecuencia de las emisiones de gases de efecto invernadero con independencia de quien las produce. Las emisiones de un país una vez dispersadas en la atmósfera afectan a todo el planeta. Este carácter global convirtió en imprescindible la coordinación internacional, por lo que en 1992 en Río de Janeiro se firmó el Convenio Marco sobre el Cambio Climático. Entró en vigor el 21 de marzo de 1994 y fue ratificado por 196 Estados, que constituyen las “Partes” de la Convención.

El Convenio o Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, constituye el elemento básico de la estrategia mundial para combatir el cambio climático. Su objetivo es estabilizar las concentraciones de dióxido de carbono, metano y otros gases de efecto invernadero a un nivel que impida toda perturbación peligrosa del sistema climático.

Desde 1992 se han celebrado numerosas reuniones o conferencias de las partes (COP). La Conferencia de las Partes, compuesta por todos los Estados “Partes”, constituye el órgano de decisión de la Convención. Se reúne anualmente en conferencias mundiales.

La 18ª Reunión de las Partes del Convenio Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (COP 18), celebrada en 2012 en Doha, prorrogó hasta 2020 el período de compromiso del Protocolo de Kioto, que expiraba en 2012. En París, del 30 de noviembre al 11 de diciembre de 2015, se celebró la número 21, de ahí el nombre de COP 21. En París, la COP 21 aprobó el nuevo Protocolo⁹⁰ que en 2020 sustituirá al de Kioto⁹¹.

El Acuerdo de París fija en su artículo 2 los grandes objetivos de "mantener el aumento de la temperatura media mundial muy por debajo de 2 grados centígrados", aunque se añadió: "Y proseguir los esfuerzos para limitar ese aumento de la temperatura a 1,5" respecto a la media de la era preindustrial.

“a) Mantener el aumento de la temperatura media mundial muy por debajo de 2 °C con respecto a los niveles preindustriales, y proseguir los esfuerzos para limitar ese aumento de la temperatura a 1,5 °C con respecto a los niveles preindustriales, reconociendo que ello reduciría considerablemente los riesgos y los efectos del cambio climático;

90 Conferencia de las Partes 21er período de sesiones. París, 30 de noviembre a 11 de diciembre de 2015. Acuerdo de París. <http://unfccc.int/resource/docs/2015/cop21/spa/l09s.pdf>

91 El Convenio Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático ha necesitado, sin embargo, la elaboración de protocolos específicos que permitan concretar los compromisos. Hasta el acuerdo de París, el más conocido de éstos ha sido el Protocolo de Kioto, adoptado en la Tercera Reunión de las Partes en diciembre de 1997, en la ciudad de Kioto.

El Protocolo de Kioto entró en vigor el 16 de febrero de 2005, 90 días después de que fuera ratificado por 55 países que, en conjunto, suponían al menos el 55% de las emisiones totales (con la ratificación en noviembre de 2004 de Rusia, que representaba el 17,4%, se llegó al 61%, posteriormente lo hizo Australia).

China, el principal emisor, aunque lo ratificó ha estado liberada, como el resto de los entonces países en vías de desarrollo, de esfuerzos concretos de reducción de emisiones. El Protocolo de Kioto no impone multas pero sí castigos, obligando a reducir en el siguiente período las emisiones no justificadas con derechos de emisión multiplicadas por 1,3.



UCAM



ITM Instituto Tecnológico de Minería



b) Aumentar la capacidad de adaptación a los efectos adversos del cambio climático y promover la resiliencia al clima y un desarrollo con bajas emisiones de gases de efecto invernadero,.....”

La Cumbre del Clima de París supone un acuerdo histórico en la lucha contra el cambio climático, fundamental para la promoción de un desarrollo bajo en emisiones, resiliente al clima y sostenible. El Acuerdo de París⁹² ha sido adoptado por todos los países de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) y entró en vigor el 4 de noviembre de 2016.

El Acuerdo ha supuesto un cambio sustancial de la estrategia establecida en el Protocolo de Kioto, que imponía un máximo de emisiones y asignaba, mediante una serie de criterios, una cuota de reducción legalmente vinculante a cada país. En esta ocasión, cada país o grupo de países como los representados por la Unión Europea propone la reducción de emisiones que está dispuesto a asumir en función de sus capacidades y circunstancias nacionales, denominadas “Contribuciones Previstas y Determinadas a Nivel Nacional”, INDC, en inglés *Intended Nationally Determined Contributions*, “Contribuciones”.

En París 187 países presentaron sus propuestas de reducción o contribución. La contribución de la Unión Europea fue presentada el 6 de marzo de 2015⁹³. El compromiso ha sido, el concretado en el acuerdo de Jefes de Estado de octubre de 2014, de reducir el 40% de las emisiones en 2030 con respecto a las de 1990⁹⁴. Es necesario destacar que en el documento presentado se expresa además una meta, señalando que el compromiso *“está en línea con el objetivo de la UE, en el contexto de las reducciones necesarias según el IPCC por los países desarrollados en su conjunto, para reducir sus emisiones 80-95% en 2050 con respecto a 1990”*.

En octubre de 2014, como hemos comentado, la Unión Europea acordó el objetivo vinculante de reducir el 40% de las emisiones en 2030, con respecto a las de 1990⁹⁵. El acuerdo señala que *“la UE cumplirá colectivamente el objetivo de la manera más eficaz posible en términos de coste, con reducciones en los sectores sujetos y no sujetos al régimen de comercio de derechos de emisión del 43% y del 30%, respectivamente, en 2030 en comparación con 2005”*. La distribución del esfuerzo para los diferentes Estados miembros en cuanto a los sectores difusos⁹⁶ ha sido concretada mediante Reglamento del Parlamento Europeo y del Consejo en junio de 2018, correspondiendo a España⁹⁷ una reducción del 26%.

92 El Acuerdo de París es un tratado internacional jurídicamente vinculante destinado a establecer el marco de las actuaciones contra el cambio climático a partir de 2020

La Embajada de España ante Naciones Unidas depositó, en diciembre de 2016, el instrumento de ratificación del Acuerdo del Clima de París. Una vez depositados sus instrumentos, España entra a formar parte con pleno derecho del Acuerdo, que incluye 190 planes nacionales para luchar contra el cambio climático.

93 Intended Nationally Determined Contribution of the EU and its Member States. Riga, 6 March 2015 <http://www4.unfccc.int/submissions/INDC/Published%20Documents/Latvia/1/LV-03-06-EU%20INDC.pdf>

94 https://www.miteco.gob.es/images/es/objetivosd2030conclusionescjo_tcm30-178977.pdf

95 Consejo Europeo (23 y 24 de octubre de 2014) Conclusiones sobre el marco de actuación en materia de clima y energía hasta el año 2030. <http://data.consilium.europa.eu/doc/document/ST-169-2014-INIT/es/pdf>

9696 emisiones procedentes de actividades, obras, infraestructuras, no incluidas en el ámbito del comercio europeo de derechos de emisión, tales como transporte, edificación, industria alimentaria, comercio, agricultura, etc.

97 REGLAMENTO (UE) 2018/842 DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 30 de mayo de 2018 sobre reducciones anuales vinculantes de las emisiones de gases de efecto invernadero por parte de los Estados miembros entre 2021 y 2030 que contribuyan a la acción por el clima, con objeto de cumplir los compromisos contraídos en el marco del Acuerdo de París, y por el que se modifica el Reglamento (UE) n.º 525/2013 (Diario Oficial de la Unión Europea de 19-6-2018).



UCAM



ITM Instituto Tecnológico de Valencia



En consecuencia, el objetivo de reducción de emisiones a introducir en el diseño de los planes y proyectos sometidos a evaluación ambiental es, respecto a 2030, del 26% de las emisiones que generen las obras y, en su caso, el funcionamiento de la alternativa seleccionada.

Una iniciativa importante del Departamento del Comisario de Energía y Clima es “*La unión de la energía y la acción por el clima*”⁹⁸. En este marco la Política Europea relativa a la Unión de la Energía y el Clima⁹⁹ ha dado lugar al Reglamento (UE) 2018/1999 DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 11 de diciembre de 2018 sobre la gobernanza de la Unión de la Energía y de la Acción por el Clima¹⁰⁰. Esta disposición obliga a los Estados miembros a presentar un Plan Nacional Integrado de Energía y Clima para el periodo 2021-2030 a más tardar el 1 de enero de 2019. Es decir, se establece la obligación de una planificación conjunta de la reducción de gases de efecto invernadero (descarbonización) y los aspectos de la energía como son la eficiencia energética y el fomento de las renovables.

El 22 de febrero de 2019 el Consejo de Ministros aprobó el envío del Borrador del Plan Nacional Integrado de Energía y Clima, 2021-2030, a la Comisión Europea. En el mencionado documento se establece *el objetivo de lograr una disminución de emisiones de, al menos, el 20% de las emisiones totales de España (sectores ETS + sectores difusos) respecto a 1990 en el año 2030* y que “*El objetivo a largo plazo que guía la preparación del Plan Nacional Integrado de Energía y Clima, 2021-2030, es convertir a España en un país neutro en carbono en 2050, para lo que se pretende conseguir un grado de mitigación de las emisiones brutas totales de gases de efecto invernadero en esa fecha del 90% respecto a 1990.*”

La tendencia en los objetivos de reducción es que sean cada vez más exigentes. Como se ha señalado, ya en 2011 la Comisión Europea publicó la «Hoja de ruta hacia una economía hipocarbónica competitiva en 2050¹⁰¹» en la que se recomendaba adoptar un compromiso de reducción del 80% respecto a 1990, con objetivos intermedios del 40% para el año 2030 y del 60% para el año 2040.

La tendencia a unos niveles de reducción de emisiones más exigentes es consecuencia de las dificultades para cumplir las metas del Acuerdo de París. Las Naciones Unidas a través del Panel Intergubernamental para el Cambio Climático (IPCC) elabora periódicamente el informe que determina la distancia que existe entre la suma de las reducciones de emisiones comprometidas por el conjunto de países para el Acuerdo de París y las reducciones verdaderamente necesarias para no superar a final de siglo los 2°C y para no superar los 1,5. El primero de estos informes¹⁰² se presentó en octubre de 2018 y concluye que la suma de las reducciones presentadas no alcanza la cifra necesaria para cumplir la meta de 1,5 y los 2 grados. De hecho, la suma de las reducciones hasta ahora comprometidas llevaría a que en

98 https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2030_es

99 <http://ec.europa.eu/transparency/regdoc/rep/1/2016/ES/COM-2016-759-F1-ES-MAIN-PART-1.PDF>

100 <https://www.boe.es/doue/2018/328/L00001-00077.pdf>

101 <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2011:0112:FIN:ES:PDF>

102 <https://www.ipcc.ch/sr15/>

Véase la edición resumida en castellano elaborada por el Ministerio para la Transición Ecológica en diciembre de 2018. “Cambio Climático: Calentamiento Global de 1,5°C. GUÍA RESUMIDA INFORME ESPECIAL DEL IPCC SOBRE LOS IMPACTOS DE UN CALENTAMIENTO GLOBAL DE 1,5°C Y LAS SENDAS DE EMISIÓN RELACIONADAS” https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/el-proceso-internacional-de-lucha-contra-el-cambio-climatico/ipcc_informe_especial_15pdf_tcm30-485656.pdf



UCAM



ITM Instituto Tecnológico de Minería



GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA



Fundación Biodiversidad



PIMA Adapta



oecc Oficina Española de Cambio Climático

2100 el incremento de la temperatura media del planeta se situó en torno a los 3 grados. Esto, como ya sabemos, en el Mediterráneo será bastante más de 3 grados.

El informe establece que, si se quiere cumplir la meta de los 2 grados, las emisiones actuales a nivel mundial, que son unas 53.500 millones de toneladas de CO₂ equivalente al año, deberán ser un 25% más bajas en 2030. Igualmente, para alcanzar la meta de que a final de siglo la temperatura media del planeta no supere los 1,5 grados respecto a la era preindustrial, deberán ser ya en 2030 un 55% menores. En 2050, esas emisiones han de ser mucho más reducidas. Por esta razón la Comisión Europea ha retomado la iniciativa de reducciones muy ambiciosas para 2050, planteando la necesidad de ir hacia la neutralidad climática es decir no emitir más de lo que se captura por los sumideros. La Unión Europea que ya se ha comprometido a recortar al menos un 40% sus emisiones en 2030, respecto a los niveles de 1990, ahora, a través de la Comisión Europea, se propone alcanzar emisiones cero en 2050.

La Comisión Europea ha publicado en noviembre de 2018 la Comunicación “Un planeta limpio para todos. Una visión estratégica a largo plazo de la Unión Europea para una economía próspera, competitiva y climáticamente neutra”¹⁰³. Con esta comunicación la Comisión ha iniciado el camino para que las instituciones europeas se comprometan a alcanzar una Europa neutra en carbono a mediados de siglo, tal y como lo solicitó el Acuerdo de París. Construir una Europa climáticamente neutra se ha introducido como uno de los 4 grandes objetivos de la Unión Europea en la Agenda Estratégica 2019-2024¹⁰⁴

En ese marco de referencia, España, y el resto de Estados miembros de la UE, ha de elaborar y presentar a lo largo de 2019 su correspondiente estrategia a 2050¹⁰⁵. Por esta razón en abril de 2019 el Gobierno Español ha lanzado una Consulta pública previa a la futura "Estrategia a Largo Plazo para una Economía Española Moderna, Competitiva y Climáticamente Neutra en 2050"¹⁰⁶.

Una de las formas más eficaces de reducir las emisiones vendrá de la mano de

103 <https://ec.europa.eu/transparency/regdoc/rep/1/2018/ES/COM-2018-773-F1-ES-MAIN-PART-1.PDF>

A Clean Planet for All. A European strategic long-term vision for a prosperous, modern, competitive and climate neutral economy" (COM 2018, 773 final). http://europa.eu/rapid/press-release_IP-18-6543_es.htm

104 Agenda Estratégica para 2019-2024 *Se centra en cuatro prioridades principales:*

proteger a los ciudadanos y las libertades; desarrollar una base económica sólida y dinámica; construir una Europa climáticamente neutra, ecológica, justa y social; promover los intereses y valores europeos en la escena mundial.

<https://www.consilium.europa.eu/media/39964/a-new-strategic-agenda-2019-2024-es.pdf>

105 En este sentido, el Reglamento de Gobernanza de la Unión Europea, Reglamento UE 2018/1999, señala que “*las estrategias estables de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero a largo plazo son claves para contribuir a la transformación económica, el empleo, el crecimiento y el logro de objetivos más amplios de desarrollo sostenible, así como para avanzar de forma justa y eficiente hacia el objetivo a largo plazo establecido por el Acuerdo de París. Además, se invita a las Partes de dicho Acuerdo a comunicar a más a tardar en 2020 sus estrategias de reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero a largo plazo para mediados de siglo*”.

106 https://www.miteco.gob.es/es/ministerio/servicios/participacion-publica/Estrategia_2050.aspx

La Estrategia a Largo Plazo para una Economía Española Moderna, Competitiva y Climáticamente Neutra en 2050 es el documento que ha de perfilar la manera en la que se alcanzaría el objetivo de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero de, al menos, el 90% en 2050 respecto al año de referencia 1990



UCAM



ITM Instituto Tecnológico de Murcia



importantes cambios en nuestro modelo de producción y consumo: la ecoeficiencia, la economía circular, la economía colaborativa serán fuertemente impulsadas en los próximos años. El diseño de los planes y proyectos sometidos a evaluación ambiental es el momento adecuado para introducir estos cambios¹⁰⁷.

En los planes y proyectos, con una energía basada mayoritariamente en los derivados del petróleo, los compromisos internacionales hacia una economía baja en carbono representarán un gran reto, pero también una gran oportunidad y una adaptación a las exigencias crecientes de la legislación. Además de ser beneficioso para cada plan proyecto concreto, reducir la dependencia del petróleo significa contribuir a mejorar notablemente el déficit comercial de nuestro país (una buena parte de los ingresos que genera el turismo, más de 76.000 millones de euros, se gastan en pagar las importaciones de petróleo y gas, 30.000 millones de euros).

Muchos procesos que generan emisiones de gases de efecto invernadero emiten, a su vez, contaminantes peligrosos para la salud, como los derivados de la utilización de combustibles fósiles por el tráfico. Reducir el uso de estos combustibles fósiles en el transporte significa contribuir a mejorar notablemente la salud en las ciudades¹⁰⁸.

Todos estos son algunos de los cobeneficios que genera la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero¹⁰⁹.

107 Se pueden consultar los capítulos 1 y 3 del libro Competitividad y Cambio Climático. Consejo Económico y Social, 2016. <https://www.cesmurcia.es/cesmurcia/paginas/publicaciones/UltimasPublicaciones.seam?pubId=1143&cid=18621>

108 Véase en este sentido el Discurso de ingreso en la Real Academia de Medicina y Cirugía de Murcia de D. Francisco Victoria Jumilla. "Reflexiones acerca de los grandes condicionantes ambientales de la salud. Visión retrospectiva y perspectiva de futuro"

http://cambioclimaticomurcia.carm.es/index.php?option=com_k2&view=item&id=353:discurso-reflexiones-acerca-de-los-grandes-condicionantes-ambientales-de-la-salud-vision-retrospectiva-y-perspectiva-de-futuro&Itemid=303

109 La propuesta de nueva hoja de ruta de la Unión Europea (alcanzar la neutralidad climática, es decir, emisiones cero en 2050), en palabras del Comisario de Energía y Clima difundidas por Europa Press "*reducirá las muertes prematuras por contaminación del aire en más de un 40%, y los costes sanitarios se rebajarán en 200.000 millones de euros anuales*". Los cálculos de la Comisión pronostican a la vez un descomunal ahorro gracias a la nula dependencia de las importaciones de petróleo: en total, entre dos y tres billones de euros de 2030 a 2050.

La reducción de emisiones de gases de efecto invernadero lleva aparejados beneficios directos para la salud que, como calculó el País Vasco en su "*Estrategia de Cambio Climático a 2050*", supone una importante reducción de costes sanitarios. "*Una reducción de emisiones de CO₂ del 9,6 % entre 2015 y 2020, llevaría asociada una reducción de 10% y 17% en partículas finas (PM2.5 y PM10). Si a estas emisiones evitadas se le aplicase el rango monetario estimado asociado a los daños a salud evitados (disminución de la mortalidad y enfermedades asociadas, así como del gasto sanitario derivado de los tratamientos médicos y el coste de las bajas laborales), se obtendrían unos beneficios importantes. Según los resultados obtenidos, se estima que los daños evitados para salud por la reducción asociada a los contaminantes atmosféricos se situaría entre 12 y 32 millones de euros por año, un orden de magnitud similar a los obtenidos con estudios similares y recientes publicados por la Organización Mundial de la Salud*".

La preocupación de la Unión Europea y la necesidad de una decidida actuación es correspondida, de manera casi general, por la opinión de la mayor parte de los líderes mundiales. Cada año, el Foro Económico Mundial, conocido como "Foro de Davos" por la ciudad Suiza donde se celebra, solicita a una extensa red de empresas líderes, gobiernos, sociedad civil y grandes personalidades que identifiquen los mayores riesgos mundiales, y aquellos que con mayor probabilidad sucederán en un plazo de 10 años.

Desde hace varios años, y de nuevo en 2018, tal como muestra 'The Global Risks Report 2018' los líderes mundiales encuestados han señalado que el clima extremo, los desastres naturales y el fracaso de la mitigación y la adaptación al cambio climático son los riesgos más importantes y más propensos a ocurrir.



UCAM



ITM Instituto Tecnológico de Murcia



MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA



5.2.2. Otros objetivos de mitigación y adaptación.

Reducir el sellado del suelo y la destrucción de las reservas de carbono en suelo y vegetación

El suelo contiene una considerable cantidad de CO₂ atrapado en forma de carbono orgánico. Un suelo agrícola en la Región de Murcia y Alicante muy pobres en el contenido en carbono en comparación con otras regiones (unas tres veces menos que un suelo en Galicia o en el Cantábrico) es habitual que contenga almacenadas 100 toneladas de CO₂ por hectárea en sus primeros 30 centímetros. La vegetación de esa hectárea, dependiendo del tipo y cobertura, tiene almacenados si son cultivos leñosos en su tronco, raíz y ramas principales una cantidad adicional equivalente a 150 toneladas de CO₂ y absorbe por hectárea, en un ciclo de vida del árbol otras 100-150 toneladas de CO₂.

La ocupación física del suelo supone la pérdida de esa capacidad de secuestro o remoción de carbono¹¹⁰. Como señala el documento¹¹¹ de la Comisión Europea “Los costes ocultos del sellado del suelo” de 2013: *“La destrucción de la capa superior del suelo durante las actividades de construcción hace que libere parte de su contenido en carbono orgánico en forma de gases de efecto invernadero a causa de la mineralización”*.

Además, de la destrucción de su capacidad de sumidero como servicio ecosistémico (carbono orgánico en suelo y capacidad de absorción por la vegetación), la compactación y el sellado supondrá dificultades añadidas para la adaptación cambio climático¹¹². Estos últimos costes indirectos deberían tenerse en cuenta en los objetivos de la ordenación en el caso de planes de urbanismo y en las decisiones sobre la ocupación concreta del suelo en el caso de proyectos.

La ocupación del suelo (recurso escaso y no renovable), ha sido desde la década pasada un asunto de preocupación en los documentos estratégicos¹¹³ que abogan por limitar las repercusiones de los proyectos sobre el terreno, especialmente su ocupación con actuaciones de baja densidad.

110 Los suelos contienen una proporción significativa de carbono que puede convertirse en fuente emisora de CO₂ atmosférico o en sumidero. La acumulación de materia orgánica del suelo puede aumentarse mediante prácticas de manejo del suelo que minimicen la alteración de este y optimicen la productividad del cultivo mediante la fertilización. En este sentido, tal y como se establece en la “Iniciativa 4/1000”, un pequeño incremento en el almacenamiento de carbono en los suelos agrícolas, además de mejorar la fertilidad de los suelos y la producción agrícola, puede contribuir a la mitigación del cambio climático

111 http://ec.europa.eu/environment/soil/pdf/SoilSealing-Brochure_es.pdf

112 <http://www.fao.org/3/b-i6937s.pdf>

113 La Comunicación de la Comisión de 22 de septiembre de 2006 titulada «Estrategia temática para la protección del suelo» y la Hoja de ruta hacia una Europa eficiente en el uso de los recursos destaca la necesidad de hacer frente al aumento insostenible de la ocupación de nuevo suelo. También, el documento final de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo Sostenible, celebrada en Río de Janeiro los días 20 a 22 de junio de 2012, reconoce la importancia económica y social del suelo, y la necesidad de una actuación urgente para invertir su degradación.



UCAM



ITM Instituto Tecnológico de Minería



MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA



En el documento estratégico de 2011 «Hoja de ruta hacia una Europa eficiente en el uso de los recursos»¹¹⁴, la Comisión Europea propone que las políticas de la UE deben tener en cuenta su impacto directo e indirecto en la ocupación del suelo, con el objetivo de que en 2050 no exista ocupación neta de suelo.

Con este objetivo, el documento desarrolla una jerarquía de medidas en tres niveles: limitar – mitigar – compensar.

1. La mejor opción: limitar el sellado del suelo a terrenos que ya fueron ocupados en el pasado, por ejemplo reutilizar los terrenos industriales abandonados.
2. Cuando no sea posible evitar la ocupación de nuevo suelo, se puede intentar dentro de los objetivos del plan o proyecto destinar la mayor superficie posible a vegetación e intercalando pequeñas zonas verdes.
3. La tercera opción, “de último recurso” como señala el documento, consistiría en compensar cada sellado con una actividad de recuperación del suelo en otro lugar. En este último caso parece coherente que si no son posibles las opciones anteriores, al menos se compense la capacidad de sumidero de carbono destruida o alterada.

En consecuencia, tomando en consideración las referencias anteriores, los proyectos y los planes sometidos a evaluación ambiental deberían considerar el objetivo de limitar al máximo la ocupación de terrenos agrícolas o naturales para transformarlos en suelos sellados (viales, aceras, aparcamientos, edificios). Y deberían incorporar el objetivo de compensar la destrucción de la capacidad de sumidero del suelo y vegetación transformados. La compensación se puede concretar mediante la incorporación de un anejo específico en el proyecto de obras de urbanización resultante en el caso de planeamiento urbanístico, y en el proyecto constructivo en el caso de proyectos de infraestructuras, industrias y actividades.

Ocupar menos suelo aumentando la densidad es un buen objetivo de mitigación. Se calcula que se libera tres veces más carbono al ampliar las ciudades hacia la periferia que al densificar las zonas urbanas¹¹⁵.

Otro objetivo, en este caso de adaptación, es reducir el sellado del suelo ocupado. Una de los impactos más claros del cambio climático es el incremento de la temperatura y la frecuencia de las olas de calor. El sellado del suelo incrementa el efecto de isla de calor urbana. Reducir el sellado manteniendo espacios para la vegetación contribuirá mediante la evapotranspiración y el sombreado a reducir este efecto “la temperatura del aire bajo un grupo de árboles es 5 °C más baja que a pleno sol. Las zonas suburbanas con árboles maduros son 3 °C más frescas que las de nueva construcción”¹¹⁶.

El sellado del suelo incrementa el daño por la torrencialidad por las precipitaciones y sobre todo la escasez futura de agua hacen imprescindible el objetivo de no solo evitar el sellado, sino aumentar la captura y utilización del agua de lluvia tanto a nivel de

114 <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2011:0571:FIN:ES:PDF>

115 Comisión Europea. Los costes ocultos del Sellado del Suelo. Página 17

116 Comisión Europea. Los costes ocultos del Sellado del Suelo. Página 17



UCAM



ITM Instituto Tecnológico de Valencia



GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA



Fundación Biodiversidad



PIMA Adapta



OECC Oficina Española de Cambio Climático

proyectos (captura del agua de lluvia sobre las cubiertas de los edificios industriales, comerciales y residenciales) como a nivel de planes (en el caso del planeamiento urbanístico, además de la captura de agua en edificios, es necesario contemplar sistemas de drenaje sostenible y medidas basadas en la naturaleza que permitan capturar y utilizar la mayor cantidad posible del agua de lluvia de viales, aceras y aparcamientos, como es el caso de jardines de agua o zonas de infiltración forzada para captura y aprovechamiento del agua.

Reducir la transformación y ocupación de nuevo suelo¹¹⁷ y mantener los depósitos de carbono y la tasa de absorción de la vegetación y compensarla en el caso de que no sea posible. Reducir el grado de sellado del suelo incorporando vegetación (reverdecer los proyectos y los planes) para reducir los costes de adaptación a los incrementos de temperatura y capturar y utilizar el agua de lluvia son, en definitiva, objetivos para la adaptación y mitigación al cambio climático a contemplar en la concepción de planes y proyectos sometidos a evaluación ambiental.

Reducir o compensar las emisiones por movilidad obligada y por baja densidad.

Uno de los costes ambientales relacionados con las emisiones de gases de efecto invernadero más claros por la localización de zonas y centros de actividad a cierta distancia de los núcleos tradicionales¹¹⁸ deriva de las emisiones por movilidad obligada¹¹⁹. Los proyectos de industrias y actividades generadores de movilidad deben contemplar como objetivo alcanzar o contribuir a la movilidad sostenible, en este momento una movilidad electrificada.

El Real Decreto 1053/2014, de 12 de diciembre, por el que se aprueba una nueva Instrucción Técnica Complementaria (ITC) BT 52 «Instalaciones con fines especiales. Infraestructura para la recarga de vehículos eléctricos», del Reglamento electrotécnico para baja tensión, aprobado por Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, y se modifican otras instrucciones técnicas complementarias del mismo, establece:

¹¹⁷ Las exigencias en cuanto a utilización del suelo son un elemento importante en la selección de alternativas y justificación de la solución adoptada. La explotación intensiva del suelo es uno de los elementos que el Anexo V de la ley 21/2013 señala para analizar si un plan debe someterse a evaluación estratégica ordinaria. En general en toda la documentación exigible para todo el procedimiento de evaluación ambiental, tanto de planes como de proyectos, el consumo de suelo ocupado y sellado aparece entre los contenidos de información exigibles.

¹¹⁸ Núcleos que están dotados de los servicios que demandara la urbanización como sanitarios, alimentación, enseñanza, comercio, etc...

¹¹⁹ Las estrategias y directrices de ámbito europeo y nacional en materia de Medio Ambiente Urbano aconsejan, desde hace años, un modelo urbanístico que no multiplique los centros de actividad fuera y alejados de núcleos urbanos existentes y de otros centros de actividad consolidados. Estos nuevos núcleos de actividad de muy baja densidad, producen una importante factura ambiental derivada de la movilidad obligada. Igualmente las necesidades de nuevas infraestructuras y funcionamiento de servicios urbanos (suministro de agua, electricidad, telecomunicaciones, alcantarillado, recogida de residuos, etc., diferentes de los ya dotados en el núcleo histórico, suponen elevados costes económicos y ambientales. Son decisiones que van en contra de la ecoeficiencia. En este sentido, se manifiestan los documentos estratégicos aprobados¹¹⁹ por la Administración del Estado entre los que se pueden destacar:

- Estrategia Española de Sostenibilidad Urbana y Local (EESUL)
- Estrategia de Medio Ambiente Urbano de la Red de Redes de Desarrollo Local Sostenible (EMAU)
- Libro Verde de Sostenibilidad Urbana y Local en la Era de la Información
- Portal del conocimiento Ecourbano. Sistema Municipal de Indicadores de Sostenibilidad Urbana y Local



“a) En aparcamientos o estacionamientos colectivos en edificios de régimen de propiedad horizontal, se deberá ejecutar una conducción principal por zonas comunitarias (mediante, tubos, canales, bandejas, etc.), de modo que se posibilite la realización de derivaciones hasta las estaciones de recarga ubicada en las plazas de aparcamiento, tal y como se describe en el apartado 3.2 de la (ITC) BT-52,
 b) en aparcamientos o estacionamientos de flotas privadas, cooperativas o de empresa, o los de oficinas, para su propio personal o asociados, o depósitos municipales de vehículos, las instalaciones necesarias para suministrar a una estación de recarga por cada 40 plazas y
 c) en aparcamientos o estacionamientos públicos permanentes, las instalaciones necesarias para suministrar a una estación de recarga por cada 40 plazas.”

Con independencia de las obligaciones señaladas por el Real Decreto 1053/2014, la generación de movilidad obligada justifica la aplicación adelantada en el tiempo de una exigencia cuya aplicación general se prevé a corto plazo. Esta prevista exigencia en relación con la electromovilidad viene contenida en la propuesta de modificación de la Directiva 2010/31/UE relativa a la eficiencia energética y se aplicaría a todos los edificios¹²⁰.

En consecuencia, en los casos de planes y proyectos sometidos a evaluación ambiental que supongan una importante movilidad obligada se puede proponer incorporar en las resoluciones del procedimiento de evaluación ambiental la obligación de que los aparcamientos deberán contemplar el equipamiento para la electromovilidad en al menos una de cada diez plazas.

Para garantizar el cumplimiento de esta obligación, las resoluciones del procedimiento de evaluación ambiental pueden incluir que la aprobación del proyecto de obras de urbanización en el caso del planeamiento urbanístico o el proyecto constructivo en el caso de industrias y actividades como grandes centros comerciales quede condicionada a que se incluyan los aspectos señalados en relación con la electromovilidad.

Los espacios urbanos periféricos y de baja densidad producen, con independencia de la movilidad obligada, una mayor emisión de GEI para la prestación de los servicios mínimos que la que producen los núcleos tradicionales o “ciudad compacta”. La baja densidad supone un coste ambiental¹²¹. En la bibliografía científica¹²² y en numerosos

¹²⁰ “Se actualiza el artículo 8 para tener en cuenta la definición revisada de instalación técnica de edificio. Se añade un apartado nuevo que introduce requisitos en relación con: a) Las infraestructuras de electromovilidad; los edificios no residenciales nuevos con más de diez plazas de aparcamiento y los edificios no residenciales con más de diez plazas de aparcamiento objeto de renovaciones importantes tendrán que equipar una de cada diez plazas de aparcamiento para la electromovilidad. Este requisito se aplicará a todos los edificios no residenciales con más de diez plazas de aparcamiento a partir de 2025, incluidos los edificios en los que se requiere la instalación de puntos de recarga en el marco de la contratación pública”

¹²¹ En este sentido se puede consultar el ejemplo de la baja densidad en el coste de la prestación de los servicios sanitarios. Ministerio de Economía y Hacienda. Grupo de trabajo de la Conferencia de Presidentes para el análisis del gasto sanitario (páginas 25 y siguientes).

de http://www.ief.es/documentos/recursos/publicaciones/libros/Libros_blanco/GastoSanitario.pdf

“Como se ha ido señalando, en las dos últimas décadas, desde la investigación y desde la planificación oficial (primero con la Estrategia Europea de Urbanismo sostenible y más tarde con la Nacional de Medio Ambiente Urbano) la baja densidad va contra la ecoeficiente. En la parte ambiental de esta antiecoeficiencia destacan el consumo de suelo y el incremento de la movilidad con vehículo privado. La parte económica de esta antiecoeficiencia hace más cara la provisión de servicios. Es mucho más caro (y por tanto más emisiones de CO₂) posibilitar que los habitantes de zonas residenciales de baja densidad y ubicadas más lejos puedan tener acceso a un centro de salud, un colegio, recogida de basuras, que los residentes en zonas de alta densidad que además gozan de los beneficios de las llamadas economías de la escala. A todas estas ineficiencias, ambiental y económica hay que sumar la tercera pata de la sostenibilidad la social que en términos de empleo y creación de complejidad no aporta las ventajas de la alta densidad.



UCAM



ITM



sectores de la opinión académica¹²³ se ha concretado desde hace años el elevado coste en emisiones de gases de efecto invernadero y en costes económicos¹²⁴ en la prestación de servicios de la ciudad dispersa formada por viviendas aisladas y adosados (baja densidad) frente a la ciudad compacta (media y alta densidad), conformada preferentemente por bloques compactos.

En este mismo sentido se pronuncia el más reciente documento estratégico del Ministerio de Fomento¹²⁵ “la Agenda Urbana Española 2019” elaborada de conformidad con los criterios establecidos por la Agenda 2030, la Nueva Agenda Urbana de Naciones Unidas¹²⁶ y la Agenda Urbana para la Unión Europea¹²⁷ persigue

La baja densidad y monotemática (turismo residencial) que no puede llamarse ciudad se crea una externalidad negativa. Estamos sobreutilizando un recurso (el suelo/el espacio) con consecuencias nocivas para el conjunto de los ciudadanos.

Se hace necesario penalizar por el incremento de emisiones (coste mayor de ciertos servicios) por ejemplo, recogida de basuras o uso llevar agua potable y recoger las residuales a estos procesos urbanístico turístico de baja densidad y alejada del núcleo principal. No hay que confundir las decisiones recientes de promover un núcleo urbano de baja densidad y disperso con los núcleos tradicionales de estas características que desde hace siglos se han establecido a lo largo del territorio para explotar los recursos”.

-También, entre los numerosos trabajos se puede citar la tesis doctoral de la Universitat Politècnica de València titulada “Costes del Urban Sprawl para la Administración Local. El Caso Valenciano”, cuyo objetivo es Cuantificar los efectos económicos de la dispersión urbana sobre el gasto corriente municipal. *La dispersión urbana representa un coste superior al 31% del gasto corriente municipal en muchos municipios del litoral, coincidiendo con los enclaves más turísticos especializados en segunda residencia (norte de la provincia de Castellón y casi la totalidad de Alicante), y en los municipios dormitorio de las áreas metropolitanas de las tres capitales de provincia.,*

<http://urbanismoytransporte.com/costes-la-ciudad-dispersa-la-administracion-local-caso-valenciano/>

<http://urbanismoytransporte.com/>

122 Véase: “La ciudad de baja densidad. Diputación de Barcelona. 2007”

<http://www.ub.edu/geocrit/b3w-958.htm>

Véase: “Los impactos ambientales de la ciudad de baja densidad en relación con los de la ciudad compacta. Universidad de Barcelona. 2012”

<https://www1.diba.cat/uliep/pdf/38454.pdf>

123 <https://elblogdefarina.blogspot.com.es/search?q=la+ciudad+dispersa>

<https://elblogdefarina.blogspot.com.es/2013/06/estandares-y-densidad-subjetiva.html>

<http://www.arquitasa.com/category/blog-entradas/>

18 Ene, 2016 | Blog Entradas | 10 comentarios

“Diferentes estudios realizados en diversos países, estiman que el coste de construcción de la ciudad dispersa duplica el coste de la ciudad compacta, pero el coste de mantenimiento de los servicios llega a triplicarse. No es posible mantener a costes razonables ni los servicios sanitarios, ni los educativos, ni los de dependencia, pero tampoco los de seguridad, policía, bomberos, etc... lo que lleva a considerar el modelo como totalmente insostenible.

Tampoco existen condiciones adecuadas para la implantación del pequeño comercio de cercanía. Es decir, todos los servicios que ofrece la ciudad compacta no pueden ser implantados en la “ciudad dispersa” Por lo tanto, los habitantes de estas pequeñas ciudades monotemáticas, dispersas por el territorio, deben buscar la mayoría de los bienes y servicios que precisan para la vida cotidiana desplazándose en sus vehículos privados, con el costo añadido que ello implica.

124 los costes de urbanización 3 veces más altos en baja densidad y los costes de prestación de servicios públicos se incrementan entre 2 y 4 veces. Fuente: los costes económicos y sociales en la ciudad de baja densidad en “los impactos ambientales de la ciudad de baja densidad en relación con los de la ciudad compacta. Universidad de Barcelona”. 2012 (página 212)

125 <https://www.fomento.gob.es/arquitectura-vivienda-y-suelo/urbanismo-y-politica-de-suelo/urbanismo-y-sostenibilidad-urbana/agenda-urbana-espanola>

126 <http://habitat3.org/wp-content/uploads/NUA-Spanish.pdf>



UCAM



ITM Instituto Tecnológico de Minería



MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA



el logro de la sostenibilidad en las políticas de desarrollo urbano. Los 5 primeros objetivos de la Agenda Urbana Española 2019 son:

- Objetivo Estratégico 1: Ordenar el territorio y hacer un uso racional del suelo¹²⁸, conservarlo y protegerlo.
- Objetivo Estratégico 2: Evitar la dispersión urbana¹²⁹ y revitalizar la ciudad existente.
- Objetivo estratégico 3: Prevenir y reducir los impactos del cambio climático¹³⁰ y mejorar la resiliencia.
- Objetivo estratégico 4: Hacer una gestión sostenible de los recursos¹³¹ y favorecer la economía circular.
- Objetivo estratégico 5: Favorecer la proximidad y la movilidad sostenible¹³².

Incorporar la obligación legal de diseño de “edificios de consumo de energía casi nulo” y otras posibilidades para la mitigación y adaptación

La edificación constituye, dentro del conjunto de los llamados sectores difusos, un sector importante en la lucha contra el cambio climático, tanto durante la fase de construcción como en cuanto a las emisiones asociadas al funcionamiento de los edificios que se habrán de producir al menos durante 50 años (en total tres veces más

“Nos comprometemos también a promover el uso sostenible de la tierra, a mantener unas densidades y una compacidad adecuadas al ampliar las zonas urbanas a fin de prevenir y a contener el crecimiento urbano incontrolado y prevenir los cambios innecesarios del uso de las tierras y la pérdida de tierras productivas y de ecosistemas frágiles e importantes”.

“Habida cuenta de las tendencias demográficas de las ciudades y su papel fundamental en la economía mundial, los esfuerzos de mitigación y adaptación relacionados con el cambio climático y el uso de los recursos y los ecosistemas, la forma en que esas ciudades se planifican, se financian, se desarrollan, se construyen, se administran y se gestionan tiene repercusiones directas en la sostenibilidad y la resiliencia mucho más allá de las fronteras de las zonas urbanas”.

¹²⁷ <https://www.fomento.gob.es/portal-del-suelo-y-politicas-urbanas/otros-proyectos-y-actividades/agenda-urbana-europea>

¹²⁸ Los principios europeos e internacionales de desarrollo territorial y urbano sostenible sobre el uso racional del suelo se incorporan en la legislación española, de carácter básico. En el artículo 3 del Real Decreto Legislativo 7/2015, de 30 de octubre, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley del Suelo y Rehabilitación Urbana, se establece:

“1. Las políticas públicas relativas a la regulación, ordenación ocupación, transformación y uso del suelo tienen como fin común la utilización de este recurso conforme al interés general y según el principio de desarrollo sostenible”

¹²⁹ La Ley 45/2007, de 13 de diciembre, para el desarrollo sostenible del medio rural, incluye entre sus objetivos **Artículo 33 d) Desincentivar el urbanismo disperso, particularmente en las zonas rurales periurbanas.**

En este mismo sentido hay que señalar que la Unión Europea en su Estrategia temática para el medio ambiente urbano-2006, propone un modelo de ciudad compacta y señala los perjuicios de la urbanización dispersa o desordenada: ineficiencia ambiental e ineficiencia económica por los elevados costes energéticos de construcción y mantenimiento de infraestructuras y de prestación de los servicios públicos.

¹³⁰ Real Decreto Legislativo 7/2015. Artículo 3 a) *Posibilitarán el uso residencial en viviendas los servicios, los materiales y productos que eliminen o, en todo caso, minimicen, las emisiones contaminantes y de gases de efecto invernadero, el consumo de agua, energía...*

¹³¹ 3.1) *Contribuirán a un uso racional del agua, fomentando una cultura de eficiencia en el uso de los recursos hídricos, basada en el ahorro y en la reutilización.* Artículo 3.3i) *Priorizarán las energías renovables frente a la utilización de fuentes de energía fósil*

¹³² Real Decreto Legislativo 7/2015. Artículo 3.3.f) *otorgue preferencia al transporte público y colectivo y potencie los desplazamientos peatonales y en bicicleta.*



que las emisiones necesarias en la fase de construcción del orden de 500 kg de CO₂eq por m² construido).

Sin embargo, hay que tener en cuenta como veremos en el apartado de huella de carbono que las emisiones que nos interesa identificar para el procedimiento de evaluación ambiental son las de alcance 1 o de directa responsabilidad del promotor a nombre del que está el expediente de evaluación ambiental. En el caso de la edificación solo son de alcance 1 (y en consecuencia asignables al promotor) las relacionadas con el consumo de combustibles fósiles en la fase de obras. Con la excepción de estas emisiones directas (generadas por el consumo de combustibles fósiles por la maquinaria) en la fase de construcción, el resto de emisiones (alcance 2 y 3) ya están contabilizadas en los inventarios nacionales y en su caso regional de gases de efecto invernadero a otras instalaciones emisoras es decir a otros responsables. Es el caso de las importantes emisiones para fabricar los materiales de construcción utilizados (por ejemplo instalaciones productoras de material cerámico, cemento, acero estructural, etc.) También son responsabilidad de otros actores (los futuros dueños de los edificios construidos) las emisiones por utilización de combustibles fósiles para calefacción y la energía eléctrica que los edificios consumirán a lo largo de su vida o fase de funcionamiento.

Incorporar la obligación legal de que los edificios se diseñen para un consumo de energía casi nulo en su funcionamiento

Como hemos señalado, los edificios son responsables, ya en su fase de funcionamiento y durante los años de vida útil, de emisiones directas por consumo de combustibles fósiles (principalmente por calefacción) y, sobre todo, indirectas como consecuencia del consumo de electricidad cuyas emisiones se generan y, por tanto, estarán contabilizadas en las centrales de producción de energía eléctrica. Las emisiones dependen del tipo de edificio y de su adecuación bioclimática, entre otros. Las posibilidades que ofrece la eficiencia energética y, en consecuencia, la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero en la fase de uso de los edificios es importante¹³³.

La Directiva Europea 2010/31/UE incorpora el concepto de edificio de consumo de energía casi nulo NZEB (Nearly Zero Energy Building), y obliga a su aplicación en edificios públicos el 31 de diciembre de 2018, y en 2020 para los edificios privados.

En el año 2013 se aprobó el Real Decreto 235/2013, de 5 de abril, por el que se aprueba el procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios. El Real Decreto 235/2013¹³⁴, establece en su Disposición adicional segunda:

“Edificios de consumo de energía casi nulo” la obligación de que:

133 Al menos un 50% del consumo energético que se da en un edificio responde a necesidades que derivan de su configuración. Esto sucede, primero, porque el edificio puede aportar energía pasiva y ahorro (especialmente en el ámbito de la climatización) y, en segundo lugar, porque cada edificio puede actuar como un sistema de captación activo de energía.

134 Modificado por el Real Decreto 564/2017, de 2 de junio, por el que se modifica el Real Decreto 235/2013, de 5 de abril, por el que se aprueba el procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios.



UCAM



ITM Instituto Tecnológico de Murcia

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA

1. Todos los edificios nuevos que se construyan a partir del 31 de diciembre de 2020 serán edificios de consumo de energía casi nulo¹³⁵. Los requisitos mínimos que deberán satisfacer esos edificios serán los que en su momento se determinen en el Código Técnico de la Edificación.

Esta obligación solo sería aplicable a los edificios construidos a partir de diciembre 2020. En consecuencia, para expedientes de evaluación ambiental anteriores se puede incorporar en el condicionado ambiental y para su inclusión en las Normas Urbanísticas, la obligación de que hasta la entrada en vigor de la Disposición adicional segunda del Real Decreto 235/2013, los proyectos de edificios que se construyan antes de diciembre de 2020 justifiquen que el proyecto se ha diseñado para que “*la cantidad casi nula o muy baja de energía requerida por el edificio este cubierta, en muy amplia medida, por energía procedente de fuentes renovables, incluida energía procedente de fuentes renovables producida in situ o en el entorno*”. Deben ser edificios sin consumo de energía de origen fósil.

De igual forma, el caso del planeamiento urbanístico sometido a evaluación ambiental, puede incorporarse a la normativa del plan urbanístico de que se trate, la obligación de que las licencias de obra de los edificios quedarán condicionadas a que los proyectos constructivos incluyan los aspectos del diseño y demás elementos necesarios que permitan justificar que se cumplirá con el objetivo de consumo casi nulo de energía de origen fósil.

Aprovechar la obligación legal del “edificio de consumo de energía casi nulo” para incorporar a través de las licencias de obras, otras medidas de mitigación y la adaptación.

La línea 4.5 de la Estrategia de Mitigación y Adaptación al cambio Climático de la Región de Murcia¹³⁶ propone “Aprovechar la obligación legal del “edificio de consumo de energía casi nulo” para incorporar a través de las licencias de obras, medidas de mitigación y la adaptación”. Esta interesante línea estrategia propone para ello utilizar las posibilidades de la evaluación ambiental.

“el procedimiento de evaluación ambiental obligado por la Ley 21/2013 es uno de los caminos para completar la introducción de criterios para un urbanismo bajo en carbono y resiliente, es decir obligaciones que contribuyan a reducir las emisiones del metabolismo de la ciudad y a prepararlas para la adaptación al cambio climático.

Pero desde esta línea estratégica de actuación lo que se pretende es ir más allá de que el nuevo planeamiento urbanístico (que debiendo ser sometido a evaluación ambiental) incluya entre su normas la obligación de condicionar las licencias de obras de los edificios a que estos incorporen medidas concretas de mitigación y adaptación, exigiendo, por ejemplo, entre otros aspectos, la recogida y utilización del agua de lluvia

¹³⁵Real Decreto 56/2016 se establece la definición de edificio de consumo de energía casi nulo como “aquel edificio con un nivel de eficiencia energética muy alto, que se determinará de conformidad con el anexo I de la citada Directiva. La cantidad casi nula o muy baja de energía requerida debería estar cubierta, en muy amplia medida, por energía procedente de fuentes renovables, incluida energía procedente de fuentes renovables producida «in situ» o en el entorno”. DIRECTIVA 2010/31/UE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 19 de mayo de 2010 relativa a la eficiencia energética de los edificios (refundición) *Artículo 2 Definiciones A efectos de la presente Directiva se entenderá por:* 2) «edificio de consumo de energía casi nulo»: edificio con un nivel de eficiencia energética muy alto, que se determinará de conformidad con el anexo I. La cantidad casi nula o muy baja de energía requerida debería estar cubierta, en muy amplia medida, por energía procedente de fuentes renovables, incluida energía procedente de fuentes renovables producida in situ o en el entorno;

¹³⁶ http://cambioclimaticomurcia.carm.es/index.php?option=com_k2&view=item&id=315



UCAM



ITM



MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA



junto a las medidas relacionadas con el bajo consumo energético. Se hace por tanto necesario que se incorporen estas medidas, salvo justificación de inviabilidad técnica o económica, en todas las solicitudes de licencia de obras”.

Como se señala en la citada estrategia es fácil incorporar medidas para la mitigación y la adaptación en la edificación si se tiene en cuenta ya en la fase de diseño y se incorporan a los proyectos. Por ejemplo, un edificio eficiente energéticamente por una envolvente térmica será además, un edificio más adaptado a la futura temperatura extrema y en consecuencia menos vulnerable al cambio climático. De la misma forma, el diseño eficiente energéticamente no está reñido con la captura y aprovechamiento del agua de lluvia de las cubiertas y esto permite incorporar la adaptación a la escasez futura de agua.

Por lo tanto, una oportunidad de conectar mitigación y adaptación es a través de las licencias de obras, exigiendo, por ejemplo, entre otros aspectos, la recogida y utilización del agua de lluvia junto a las medidas relacionadas con el bajo consumo energético “consumo de energía casi nulo” que ya serán exigibles gracias a lo dispuesto en el Real Decreto 235/2013.

La estrategia señala que con independencia de aplicar, edificio a edificio, a través de las licencias de obras, medidas para la adaptación y para reducir la contribución de la edificación a las emisiones totales de CO₂, *“es importante generar las bases para que el propio urbanismo esté acorde a las nuevas condiciones que impone la economía baja en carbono y con las necesarias medidas de adaptación. De las decisiones en materia de urbanismo, depende buena parte de las emisiones de un conjunto de sectores difusos, entre los que destaca el transporte. También de las condiciones del urbanismo de hoy dependerán los costes de adaptación del futuro.*

Por esta razón, es imprescindible la incorporación, en su redacción, de criterios más ecoeficientes y sostenibles”.



UCAM



ITM Instituto Tecnológico de Minería



5.3 La huella de carbono asociada al plan o proyecto. Cuantificar las emisiones y la destrucción de sumideros. Guías técnicas

5.3.1. Estimación de la destrucción de las reservas de carbono y la capacidad de sumidero

Métodos, herramientas y fuentes de información para la estimación de las reservas de carbono

Para determinar la incidencia en el cambio climático del plan o proyecto en la fase de obras se deben contemplar, en primer lugar, las derivadas del cambio de uso del suelo de terrenos agrícola o forestal a suelo artificial (el cambio de uso del suelo va a liberar la mayor parte del carbono secuestrado en suelo y vegetación y va a suponer la pérdida de la capacidad de secuestro o remoción de carbono). En segundo lugar, debemos contemplar las emisiones por obras propiamente dichas (emisiones de maquinaria y procesos necesarios para dar lugar a la obra).

Recordemos que como señala el documento de la Comisión Europea “Los costes ocultos del sellado del suelo” de 2013¹³⁷: *“La destrucción de la capa superior del suelo durante las actividades de construcción hace que libere parte de su contenido en carbono orgánico en forma de gases de efecto invernadero a causa de la mineralización”*.

En este sentido se pronuncia el Ministerio de Medio Ambiente de Francia que en su base de datos de factores de emisión Base Carbón¹³⁸ considera que los cambios de usos del suelo que transforman suelos agrícolas o forestales a suelos impermeabilizados (vías, aparcamientos o edificios) se aplicara por defecto una emisión equivalente al total del stock de carbono contenido en el suelo, considerando que como media se emiten con la transformación 290 toneladas de CO₂/ha si son forestales y 190 toneladas de CO₂/ha si son cultivos en tierras arables.

Los proyectos de industrias y actividades y sobre todo las infraestructuras y el planeamiento urbanístico desempeñan un importante papel en cuanto a la destrucción de la capacidad de fijación y captura de carbono por el suelo y vegetación (capacidad de sumidero) por cambios en el uso del suelo, que pasa de agrícola o forestal a urbano. Estas emisiones por destrucción del carbono contenido en el suelo se deberían sumar a las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) debidas a las obras de construcción de estas infraestructuras, edificaciones y obras de urbanización y movilidad obligada que se induce.

Así pues, con objeto de evaluar la pérdida de capacidad de secuestro o remoción de carbono asociada a estos cambios de uso en el suelo, así como para poder establecer posteriormente medidas de compensación, se hace necesario cuantificar el contenido de carbono orgánico que tienen esos suelos y vegetación.

137 http://ec.europa.eu/environment/soil/pdf/SoilSealing-Brochure_es.pdf

138 Base Carbón 2016. Página 79

<http://bilans-ges.ademe.fr/docutheque/docs/%5BBase%20Carbone%5D%20Documentation%20g%C3%A9n%C3%A9rale%20v11.5.pdf>



UCAM



ITM Instituto Tecnológico de Valencia



GOBIERNO DE ESPAÑA MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA



Las reservas de carbono en el suelo, dependen del clima y el tipo de suelo y de la gestión de las tierras como son las labores agrícolas en ellos desarrolladas durante años (labrado y aporte de estiércol). Por ello, es posible partiendo de unos niveles de referencia medios estimar el contenido en carbono orgánico de un suelo. Para ello existen herramientas o métodos de estimación entre las que hay que destacar la contenida en la “Decisión de la Comisión Europea de 10 de junio de 2010, sobre directrices para calcular las reservas de carbono en suelo”¹³⁹ basada en la Guías del IPCC para inventarios nacionales de emisiones de gases de efecto invernadero.

La Decisión permite cuantificar por un lado el carbono orgánico en suelo y por otro la reserva de carbono en la vegetación por encima y por debajo del suelo, ambos medidos como masa de carbono por hectárea.

El sencillo método de la Decisión parte de unos “niveles de referencia”. Una buena parte de la península ibérica (excepto Galicia y las Regiones del Cantábrico) tiene, de acuerdo con la clasificación de la citada Decisión, sus suelos en la región climática “templada cálida, seca” y el tipo de suelo más abundante es el “arcillosos de alta actividad”. El carbono orgánico en la capa de humus de 0 a 30 centímetros (medido como masa de carbono por hectárea) en estos suelos de referencia es como media 38 Tm de C/ha para la mayor parte de la Península y Baleares. Para Galicia y las Regiones del Cantábrico la Decisión utiliza la cifra de 95 Tm de C/ha.

A este carbono orgánico en suelo de referencia hay que aplicarles unas correcciones mediante factores desarrollados en los cuadros del 1 al 8 de la Decisión, como son en el caso de las tierras de cultivo el tipo de “labranza” o los insumos como son los aportes de “estiércol”.

Los incrementos o las pérdidas sobre esa cifra inicial de 38,7 o 95 Tm de C/ha pueden llegar a un incremento de hasta un 10% o bien una reducción de hasta un 20 % como máximo. Una vez calculado el carbono orgánico contenido en el suelo y en su caso en la vegetación, multiplicando por 3,6 tendremos el contenido expresado como CO₂¹⁴⁰.

En el apartado siguiente se puede ver un ejemplo concreto de utilización de la Decisión de la Comisión Europea de 10 de junio de 2010, para la estimación de las reservas de carbono en el suelo y vegetación”.

Aplicando la Decisión de la Comisión Europea de 10 de junio de 2010¹⁴¹ a usos del suelo habituales en el centro, sur o levante de nuestro país, podemos ver que se perderían entre 324 y 111 Tm de CO₂/ha al transformar cada hectárea de suelo en función del uso al que se destinaba el suelo que se pretende transformar.

¹³⁹ La DECISIÓN DE LA COMISIÓN de 10 de junio de 2010 sobre directrices para calcular las reservas de carbono en suelo a efectos del anexo V de la Directiva 2009/28/CE (DOUE de 17 del 6 de 2010)

¹⁴⁰ La conversión de carbono a CO₂ (toneladas), se realiza multiplicando la cantidad de carbono por 3,6. La relación de Carbono a Dióxido de Carbono en términos de peso atómico de los componentes de la molécula es 44/12 (44 es la suma de 12 peso atómico del carbono y 16 el del oxígeno).

¹⁴¹ La DECISIÓN DE LA COMISIÓN de 10 de junio de 2010 sobre directrices para calcular las reservas de carbono en suelo a efectos del anexo V de la Directiva 2009/28/CE (DOUE de 17 del 6 de 2010)

Perdidas en toneladas de CO₂/ha que supone la transformación de una hectárea de suelo. (Cuadro sintético resultante de aplicar los cuadros 1 al 18 de la Decisión de la Comisión Europea de 10 de junio de 2010)

Uso del suelo a que se destinaba el suelo que se pretende transformar.	Reserva de carbono orgánico en suelo. t de C/ha "nivel de referencia inicial" establecido en el cuadro 1.	Reserva de carbono orgánico en suelo (SOC). t de C/ha Aplicación de los cuadros 2 a 8 de la Decisión.	Reserva de carbono en la vegetación (CVEG). t de C/ha Aplicación de los cuadros 11, 12, 15 y 18 de la Decisión.	TOTAL (CSi) ¹⁴² t de C/ha	TOTAL t de CO ₂ /ha
Uso agrícola de leñosas (frutales, olivares, viñedos, almendros, etc.)	38	38,7	43,2	81,9	245,7
Uso agrícola de regadío. Cultivos hortícolas.	38	41,6	0	41,6	149,7
Uso agrícola de secano. Cereal	38	31,0	0	31,0	111,6
Erial / matorral.	38	26,6	7,4	34	122,4
Forestal arbolado	38	38	52	90	324
Infraestructuras. (Viales, aceras aparcamientos y edificios).	0	0	0	0	0,00

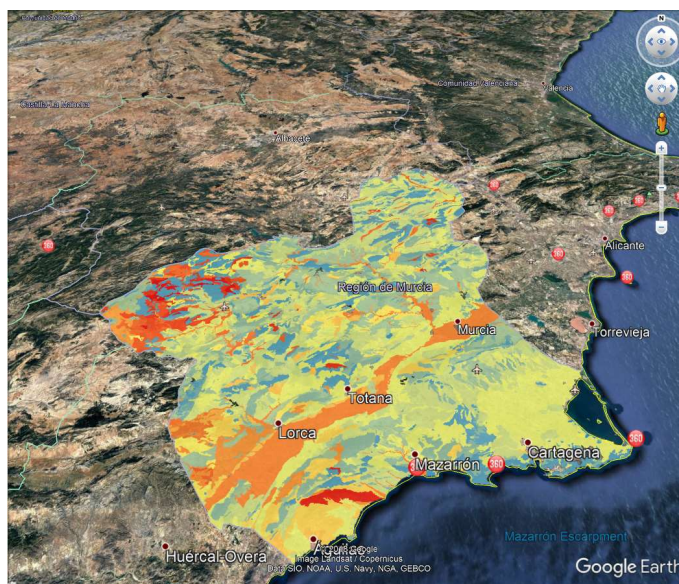
142 La Decisión contempla el carbono total almacenado (CSi) como suma del contenido en el suelo (SOC) y el contenido en la vegetación (CVEG) de acuerdo con la siguiente expresión

$$CSi = (SOC + CVEG) \times A$$

siendo:

- CSi = la reserva de carbono por unidad de superficie asociada al uso del suelo i
- SOC = el carbono orgánico en suelo
- CVEG = la reserva de carbono en la vegetación
- A = la superficie de que se trate medida en hectáreas.

La Decisión de la Comisión Europea de 10 de junio de 2010 presenta un método de baja complejidad, pero de baja resolución o precisión. Para aplicar los valores de SOCst esta Decisión utiliza grandes regiones climáticas y sin embargo, los contenidos en carbono orgánico en los suelos varían entre regiones e incluso entre comarcas. Por esta razón, es conveniente si se dispone de datos sobre el apartado SOCst trabajar con datos de ámbito regional, comarcal o municipal. En el caso de la Región de Murcia se pensó que este cálculo podría mejorarse a partir de los numerosos datos concretos y reales de contenido en carbono de los suelos de la región (SOCst), que se han obtenido en investigaciones desarrolladas en los últimos 35 años¹⁴³, para con la correspondiente interpolación realizar una cartografía SIG y de esta un Visor¹⁴⁴ como herramienta de utilidad para saber de forma rápida y con mayor precisión el contenido en carbono (SOCst) en un punto concreto.



Visor de contenido en carbono de los suelos. Fuente: Comunidad Autónoma de la Región de Murcia

En muchos de los casos, además del carbono orgánico contenido en los suelos hay que contabilizar el contenido en la vegetación (arbórea o matorral pero no hortícola en el caso de la agricultura).

Si en el suelo ocupado o afectado por el proyecto o plan hay vegetación forestal, para la estimación del carbono almacenado se pueden utilizar los datos contenidos en la guía de proyectos de absorción del Ministerio para la Transición Ecológica¹⁴⁵, generada en el marco del Registro Nacional de Huella de Carbono. Si se trata de vegetación agrícola, se puede utilizar la desarrollada en base a la iniciativa “lessco2” de la Región de Murcia (iniciativa para la que aportaron conocimiento la Universidad

143 En la Región de Murcia, se dispone de un gran número de muestras de capa arable, por encima de 1900 muestras de suelo, procedentes del Proyecto LUCDEME, Proyectos DESERTNET y Proyecto de Niveles de fondo y Genéricos de referencia de metales pesados en la Región de Murcia.

144 http://cambioclimaticomurcia.carm.es/index.php?option=com_k2&view=item&id=313

145 https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/guia_pa_v2_tcm30-178911.pdf



UCAM



ITM Instituto Tecnológico de Murcia



GOBIERNO DE ESPAÑA MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA



Politécnica de Cartagena, el Centro de Edafología y Biología Aplicada del Sureste CEBAS del Consejo superior de Investigaciones Científicas y el Centro de Investigaciones Agrícolas de la Comunidad Autónoma de Murcia IMIDA¹⁴⁶.

En relación con la vegetación agrícola, se debe contemplar el carbono contenido en tronco, ramas principales y raíces. Un 50% de la composición de la madera es carbono. No se considera el carbono contenido en la cosecha por ser un ciclo del carbono de muy corta duración. También, por esta razón se considera como 0 el contenido en la vegetación de cultivos hortícolas.

La absorción producida por el crecimiento de la vegetación agrícola leñosa hasta el estado adulto es importante. A modo de ejemplo de acuerdo con los trabajos del IMIDA se ha estimado para el caso de cultivos de naranjos que por cada hectárea afectada se destruirían 110 t de CO₂ en forma de carbono¹⁴⁷ (unos 400 kg de CO₂ por árbol por unos 275 árboles por hectárea) retenido en tronco, ramas y raíces principales de los árboles.

Por otra parte, de acuerdo con los trabajos realizados por la Universidad Politécnica de Cartagena, UPCT¹⁴⁸, de haber continuado funcionando como cultivos agrícolas cada hectárea del ejemplo anterior habría seguido captando de media 20 toneladas de CO₂ al año. Suponiendo unas emisiones anuales de 5 toneladas de CO₂ al año por cultivo (emisiones óxido nitroso por abonado nitrogenado y combustibles fósiles de maquinaria agrícola, envasado y transporte a 1000 km) concluiríamos que estos cultivos capturan de forma neta en un ciclo de vida de 10 años entre 100 y 150 toneladas de CO₂ por hectárea¹⁴⁹.

En conclusión, cabe decir con el ejemplo utilizado que la destrucción de una hectárea de cultivos agrícolas arbolados, solo en cuanto al carbono retenido en la vegetación por encima y por debajo del suelo (C_{VEG}) tendría una contribución al cambio

¹⁴⁶ Más información en <http://www.lessco2.es/>

También resulta interesante el siguiente anexo

Anexo C “Especificaciones sobre el contenido y las características con que se ha de reflejar el balance de emisiones y remociones de gases de efecto invernadero. Metodología de cálculo y declaración empresarial”

http://www.lessco2.es/pdfs/anexo_c.pdf

¹⁴⁷ Evaluación de la Fijación de Carbono en la Agricultura de la Región de Murcia. Francisco del Amor Saavedra et al. IMIDA. Páginas 93-140 del libro:

[Etiquetado de carbono en las explotaciones y productos agrícolas. La Iniciativa agricultura murciana como sumidero de CO₂](http://cambioclimaticomurcia.carm.es/pdfs/libro_lessco2.pdf)

http://cambioclimaticomurcia.carm.es/pdfs/libro_lessco2.pdf

Más información en <http://www.lessco2.es/>

[http://www.lessco2.es/pdfs/INFORME SUBVENCION MAYO 12.pdf](http://www.lessco2.es/pdfs/INFORME_SUBVENCION_MAYO_12.pdf)

¹⁴⁸ Dinámica de captación de CO₂ por los cultivos de naranjo en la Región de Murcia. Alain Baille et al. UPCT. Páginas 141-155 del libro:

[Etiquetado de carbono en las explotaciones y productos agrícolas. La Iniciativa agricultura murciana como sumidero de CO₂](http://cambioclimaticomurcia.carm.es/pdfs/libro_lessco2.pdf)

http://cambioclimaticomurcia.carm.es/pdfs/libro_lessco2.pdf

Más información en <http://www.lessco2.es/>

[http://www.lessco2.es/pdfs/INFORME SUBVENCION MAYO 12.pdf](http://www.lessco2.es/pdfs/INFORME_SUBVENCION_MAYO_12.pdf)

¹⁴⁹ Estimaciones realizadas por el Servicio de Fomento del Medio Ambiente y Cambio Climático en base al conocimiento generado por la iniciativa “Agricultura Murciana como sumidero de CO₂” <http://www.lessco2.es/>



UCAM



ITM



MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA



climático equivalente a una emisión de 396 t de CO₂ (110 t de C por 3,6 igual a 396 t de CO₂) almacenadas en la vegetación. Si además se quiere tener en cuenta que ya no seguirán absorbiendo CO₂ durante un ciclo de vida (hasta que se arranquen y se vuelvan a plantar que empieza el nuevo ciclo) se tendría que añadir otras 100 o 150 toneladas de CO₂.

Guía práctica para la estimación de pérdidas en las reservas de carbono en el suelo y vegetación (guía de utilización de la Decisión de la Comisión Europea de 10 de junio de 2010)

1. MÉTODOS DE CUANTIFICACIÓN DEL CONTENIDO EN CARBONO ORGÁNICO EN SUELOS Y VEGETACIÓN. LA DECISIÓN DE LA COMISIÓN EUROPEA DE 10 DE JUNIO DE 2010

En España, son numerosos los estudios que han determinado el contenido real de carbono orgánico en los suelos¹⁵⁰ (COS), tanto a escala regional, y a escala nacional¹⁵¹. A todos estos trabajos, han de añadirse aquellos realizados para el ámbito internacional, por iniciativa de entidades europeas (EIONET-SOIL network- European Environment and Observation Network for Soil, red perteneciente a la European Environment Agency), que utilizando modelos matemáticos de estimación, cuantifican el contenido para toda Europa.

La mayoría de los trabajos, calculan o estiman el COS para los 30 primeros cm de suelo, habida cuenta de que es la capa de suelo donde la cuantía de COS es susceptible de variar en función del clima o del uso de suelo.

Las reservas de carbono en la materia orgánica del suelo, dependen del clima, el tipo de suelo, la ocupación del suelo. Pero, sobre todo, dependen de la gestión de las tierras y los insumos. Por ello, partiendo de unos niveles de referencia, interesa disponer de herramientas que permitan estimar el contenido en carbono orgánico. Dentro de estas herramientas o métodos de estimación hay que destacar las desarrolladas en el marco de las Directrices de 2006 del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero¹⁵² y, sobre

150 Iniciativa 4/1000: el suelo como herramienta de mitigación y adaptación al cambio climático en España. Enero 2018 . Servicio de Publicaciones D.G. Oficina Española de Cambio Climático. Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente

https://www.miteco.gob.es/images/es/4por1000_tcm30-438109.pdf

151 Mucha de la información disponible se expresa en forma porcentaje. Sin embargo, obtener el porcentaje de carbono de una muestra de suelo es tarea fácil, siempre que utilicemos los métodos analíticos apropiados. Más difícil es obtener, a partir de ahí, el contenido total de carbono de un suelo. Para no solo han de ser muestras representativas de la totalidad del suelo que pretenden representar han de tener en cuenta aspectos como la densidad aparente. esto se debe aplicar la fórmula:

$Ct = 100C \cdot Da \cdot Grosor \cdot [(100 - V) / (100)]$ siendo Ct el carbono de un horizonte, en g m⁻², C la concentración de carbono en la tierra fina (en %), Da la densidad aparente (g cm⁻³), Grosor el grosor del horizonte en cm, y V el porcentaje del volumen del horizonte ocupado por piedras y gravas. Por supuesto, la suma de los valores para todos los horizontes dará el contenido total de carbono del suelo. En principio el cálculo parece sencillo. Sin embargo no lo es. Dos de los componentes de la ecuación plantean problemas serios: la densidad aparente (Da) y el volumen ocupado por las piedras (V).

En el primer de los casos, la densidad aparente es el cociente entre el peso seco de una muestra de suelo y su volumen aparente, es decir, incluyendo en él el volumen de los poros. Se obtiene extrayendo in situ un volumen exacto de suelo inalterado, que se lleva al laboratorio y se pesa en seco. La extracción de un volumen exacto e inalterado requiere tiempo, y no suele realizarse a menos que éste sea el objetivo de la investigación. El resultado es que la densidad aparente de los horizontes edáficos no se determina de forma rutinaria cuando se hace la descripción de un perfil, y raramente es mencionada en las descripciones de suelos.

La solución, obviamente, es aplicar alguna de las muchas aproximaciones numéricas que se han propuesto.

152 A continuación se enumeran algunas Directrices del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. Estas Directrices se destinan a la



UCAM



ITM Instituto Tecnológico de Materiales



todo, los métodos de estimación contenidos en la Decisión de la Comisión Europea de 10 de junio de 2010, sobre directrices para calcular las reservas de carbono en suelo.

Además de las Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero es especialmente útil por su sencillez la Decisión de la Comisión Europea de 10 de junio de 2010, sobre directrices para calcular las reservas de carbono en suelo¹⁵³ a efectos del anexo V de la Directiva 2009/28/CE.

Los cambios de uso del suelo destruyen o liberan gran parte del carbono orgánico contenido en el suelo y todo el carbono de la vegetación, como señala la propia Decisión de 10 de junio de 2010 “*es razonable considerar que toda la reserva de carbono en la biomasa viva y en la materia orgánica muerta se pierde de la tierra tras la conversión de esta*”. La Decisión de la Comisión Europea de 10 de junio de 2010 es una herramienta para el cálculo de las reservas de carbono en suelo, la reserva de carbono en la biomasa viva y en la materia orgánica muerta en un determinado suelo.

Como datos previos a la realización de los cálculos es necesario ubicar el suelo, cuyas reservas de carbono se tratan de determinar, dentro de una de las regiones climáticas (gráfico 1) y dentro de uno de los tipos de suelo que señala en gráfico 2 de la Decisión. Una buena parte de la península ibérica tienen sus suelos en la región climática “templada cálida, seca” y el tipo de suelo es el “arcillosos de alta actividad”.

preparación de los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero pero están redactadas de forma que permite aplicarlas con facilidad a casos concretos de cambios de uso del suelo.

-Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. Volumen 4. Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra Capítulo 8: Asentamientos

https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/pdf/4_Volume4/V4_08_Ch8_Settlements.pdf

-Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. Volumen 4. Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra Capítulo 5: Tierras de cultivo

https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/pdf/4_Volume4/V4_05_Ch5_Cropland.pdf

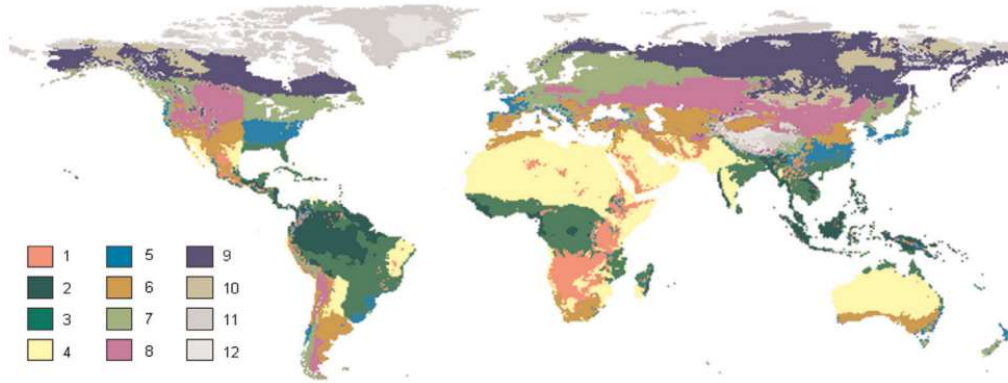
-Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. Volumen 4. Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra Capítulo 2: Metodologías genéricas aplicables a múltiples categorías de uso de la tierra

https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/pdf/4_Volume4/V4_02_Ch2_Generic.pdf

153 <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=DOUE-L-2010-81073> <https://www.boe.es/doue/2010/151/L00019-00041.pdf>

Gráfico 1

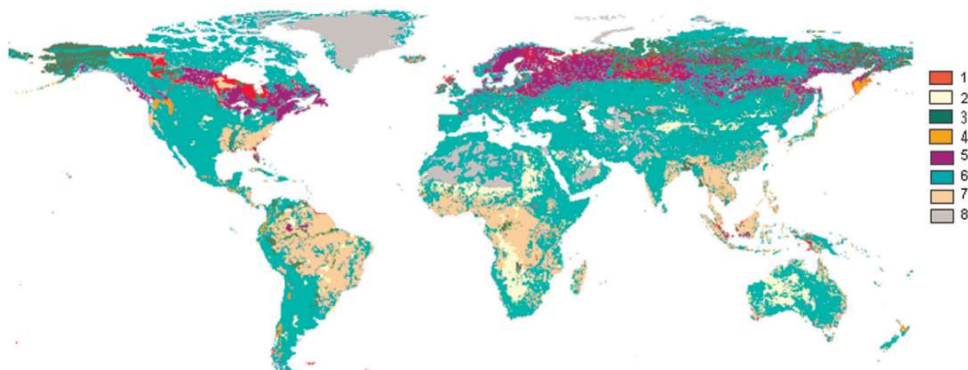
Regiones climáticas



Leyenda: 1 = tropical, montañosa; 2 = tropical, lluviosa; 3 = tropical, húmeda; 4 = tropical, seca; 5 = templada cálida, húmeda; 6 = templada cálida, seca; 7 = templada fresca, húmeda; 8 = templada fresca, seca; 9 = boreal, húmeda; 10 = boreal, seca; 11 = polar, húmeda; 12 = polar, seca.

Gráfico 2

Reparto geográfico de los tipos de suelos



Leyenda: 1 = orgánicos; 2 = arenosos; 3 = humedales; 4 = volcánicos; 5 = espódicos; 6 = arcillosos de alta actividad; 7 = arcillosos de baja actividad; 8 = otros.



Para el cálculo de las reservas de Carbono la Decisión utiliza la siguiente fórmula:

$$CS_i = (SOC + CVEG) \times A$$

siendo:

- CS_i = la reserva de carbono por unidad de superficie asociada al uso del suelo i (medida como masa de carbono por unidad de superficie, incluidos tanto el suelo como la vegetación).
- SOC = el carbono orgánico en suelo (medido como masa de carbono por hectárea).
- CVEG = la reserva de carbono en la vegetación por encima y por debajo del suelo (medido como masa de carbono por hectárea).
- A = el factor de escala en función de la superficie de que se trate (medida en hectáreas por unidad de superficie).

2. EJEMPLO DE CÁLCULO

Para la obtención de los parámetros citados (carbono orgánico en suelo) es necesario emplear una serie de tablas de doble entrada que contiene la Decisión en cuanto al tipo de uso del suelo y los cuidados y tratamientos que se ejecutan (cuadros 1,2,3,4,5,6,7 y 8). También en relación al tipo y gestión de la vegetación (reserva de carbono en la vegetación) el funcionamiento de la decisión es en base a cuadros o tablas (cuadros 9 a 18).

Para desarrollar un ejemplo de cálculo basado en la Decisión de la Comisión Europea de 10 de junio de 2010 (Decisión), se ha simulado una transformación de un espacio formado por diferentes usos del suelo de 1 hectárea por cada uno. Para desarrollar el ejemplo suponemos que la transformación se sitúa dentro de la región climática “templada cálida, seca” y el tipo de suelo consideramos que es “arcillosos de alta actividad”. Los diferentes usos del suelo que se transforman son las siguientes:

Uso del suelo.	
Uso agrícola de leñosas (frutales, olivares, viñedos y almendros)	
Uso agrícola de regadío. Cultivos hortícolas.	
Uso agrícola de secano. Cereal	
Erial / matorral.	
Forestal arbolado	
Infraestructuras.	

Para la poder aplicar las tablas de doble entrada o cuadros de la Decisión hemos supuesto para nuestro ejemplo que: las zonas con uso agrícola de regadío (cultivos hortícolas), tiene una “labranza completa” e insumos “altos en estiércol”; las zonas con uso agrícola de secano (cereal) tienen “labranza reducida” e insumos “medios”, las zonas con cultivo de leñosas tienen “labranza reducida” e insumos “medios”; las reservas de un suelo con erial / matorral se asemejan a un “prado / pastizal” en “degradación grave” e insumos “medios” y finalmente que el suelo forestal arbolado, por tratarse de zonas repobladas, es un “bosque gestionado”.

2.1- Reserva de carbono orgánico en suelo (SOC):

Como se ha señalado para el cálculo de las reservas de Carbono la Decisión recomienda el empleo de la siguiente fórmula:

$$CS_i = (SOC + CVEG) \times A$$

Para el cálculo de SOC, se aplica la fórmula siguiente:

$$\text{SOC} = \text{SOC}_{\text{ST}} \times \text{FLU} \times \text{FMG} \times \text{FI}$$

siendo:

- SOC = el carbono orgánico en suelo (medido como masa de carbono por hectárea);
- SOC_{ST} = el carbono orgánico en suelo de referencia en la capa de humus de 0 a 30 centímetros (medido como masa de carbono por hectárea).
- FLU = el factor de uso del suelo que refleja la diferencia del carbono orgánico en suelo asociado con el tipo de uso del suelo en comparación con el carbono orgánico en suelo de referencia.
- FMG = el factor de las técnicas de cultivo que refleja la diferencia del carbono orgánico en suelo asociado con la práctica de cultivo de principio en comparación con el carbono orgánico en suelo de referencia.
- FI = el factor de insumo que refleja la diferencia del carbono orgánico en suelo asociado con varios niveles de insumo de carbono en suelo en comparación con el carbono orgánico en suelo de referencia.

Cuadro 1

SOC_{ST} , carbono orgánico en suelo de referencia en la capa de humus de 0 a 30 centímetros
(medido como toneladas de carbono por hectárea)

Región climática	Tipo de suelo					
	Suelos arcillosos de alta actividad	Suelos arcillosos de baja actividad	Suelos arenosos	Suelos espódicos	Suelos volcánicos	Humedales
Boreal	68	—	10	117	20	146
Templada fría, seca	50	33	34	—	20	87
Templada fría, húmeda	95	85	71	115	130	87
Templada cálida, seca	38	24	19	—	70	88
Templada cálida, húmeda	88	63	34	—	80	88
Tropical, seca	38	35	31	—	50	86
Tropical, húmeda	65	47	39	—	70	86
Tropical, lluviosa	44	60	66	—	130	86
Tropical, montañosa	88	63	34	—	80	86

Cuadro 4

Factores para los cultivos perennes, especialmente los cultivos plurianuales cuyo tallo no suele cosecharse anualmente, como el monte bajo de ciclo corto y las palmas de aceite

Región climática	Uso del suelo (F_{LU})	Gestión (F_{MG})	Insumos (F_I)	F_{LU}	F_{MG}	F_I
Templada/boreal, seca	Cultivo perenne	Labranza completa	Bajos	1	1	0,95
			Medios	1	1	1
			Altos con estiércol	1	1	1,37
			Altos sin estiércol	1	1	1,04
	Labranza reducida		Bajos	1	1,02	0,95
			Medios	1	1,02	1
			Altos con estiércol	1	1,02	1,37
			Altos sin estiércol	1	1,02	1,04

Cuadro 2

Factores para las tierras de cultivo

Región climática	Uso del suelo (F_{LU})	Gestión (F_{MG})	Insumos (F_I)	F_{LU}	F_{MG}	F_I
Templada/boreal, seca	Cultivado	Labranza completa	Bajos	0,8	1	0,95
			Medios	0,8	1	1
			Altos con estiércol	0,8	1	1,37
			Altos sin estiércol	0,8	1	1,04
	Labranza reducida		Bajos	0,8	1,02	0,95
			Medios	0,8	1,02	1
			Altos con estiércol	0,8	1,02	1,37
			Altos sin estiércol	0,8	1,02	1,04

Cuadro 5

Factores para los prados y pastizales, incluidas las sabanas

Región climática	Uso del suelo (F_{LU})	Gestión (F_{MG})	Insumos (F_I)	F_{LU}	F_{MG}	F_I
Templada/boreal, seca	Prados y pastizales	Mejorada	Medios	1	1,14	1
			Altos	1	1,14	1,11
		Gestión mínima	Medios	1	1	1
		Degradación moderada	Medios	1	0,95	1
		Degradación grave	Medios	1	0,7	1

Cuadro 7

Factores para el terreno forestal con un 10 % al menos de cubierta de copas

Región climática	Uso del suelo (F_{LU})	Gestión (F_{MG})	Insumos (F_I)	F_{LU}	F_{MG}	F_I
Todas	Bosque autóctono (no degradado)	n.p. (*)	n.p.	1		
Todas	Bosques gestionados	Todas	Todas	1	1	1
Tropical, húmeda/seca	Cultivo nómada-barbecho corto	n.p.	n.p.	0,64		
		n.p.	n.p.	0,8		
Templada/boreal, húmeda/seca	Cultivo nómada-barbecho corto	n.p.	n.p.	1		
		n.p.	n.p.	1		

(*) n.p. = no procede; en estos casos no pueden aplicarse F_{MG} y F_I y, para el cálculo de SOC, se aplicará la fórmula siguiente: $SOC = SOC_{ST} * F_{LU}$.

Cantidades resultantes de aplicar los cuadros 1 al 8 de la Decisión:

Uso del suelo.	SOCST	FLU	FMG	FI	Tm de C/ha
Uso agrícola de leñosas (frutales, olivares, viñedos y almendros)	38	1	1,02	1	38,76
Uso agrícola de regadío. Cultivos hortícolas.	38	0,8	1	1,37	41,648
Uso agrícola de secano. Cereal	38	0,8	1,02	1	31,008

Erial / matorral.	38	1	0,7	1	26,6
Forestal arbolado	38	1	1	1	38
Infraestructuras.	0	0	0	0	0

2.2-Reserva de carbono en la vegetación por encima y por debajo del suelo (CVEG):

Para la estimación del CVEG aplica la fórmula:

$$\text{CVEG} = \text{CBM} + \text{CDOM}$$

siendo:

- CVEG = la reserva de carbono en la vegetación por encima y por debajo del suelo (medida como masa de carbono por hectárea).
- CBM = la reserva de carbono por encima y por debajo del suelo en la biomasa viva (medida como masa de carbono por hectárea).
- CDOM = la reserva de carbono por encima y por debajo del suelo en la materia orgánica muerta (medida como masa de carbono por hectárea).

Al igual que en el caso anterior, los valores de los parámetros citados están tabulados, recogidos en la Decisión de la Comisión Europea las tablas de doble entrada (cuadros 9 al 18).

Cuadro 9

Valores (generales) de la vegetación en las tierras de cultivo

Región climática	C_{VEG} (toneladas de carbono/hectárea)
Todas	0

Cuadro 11

Valores (generales) de la vegetación para los cultivos perennes

Región climática	C_{VEG} (toneladas de carbono/hectárea)
Templada (todos los regímenes de humedad)	43,2
Tropical, seca	6,2
Tropical, húmeda	14,4
Tropical, lluviosa	34,3

Cuadro 12

Cuadro 15

Valores de la vegetación para las zonas de matorrales, especialmente para los terrenos en los que la vegetación se compone en gran medida de plantas leñosas inferiores a 5 metros y sin los aspectos fisonómicos claros de los árboles

Ámbito	Continente	C_{VEG} (toneladas de carbono/hectárea)
Tropical	África	46
	América del Norte y del Sur	53
	Asia (continental)	39
	Asia (insular)	46
	Australia	46
Subtropical	África	43
	América del Norte y del Sur	50
	Asia (continental)	37
	Europa	37
	Asia (insular)	43
Templada	Mundo	7,4

Cuadro 18

Valores de la vegetación para las plantaciones forestales

Ámbito	Zona ecológica	Continente	C _{VEG} (toneladas de carbono/ hectárea)	R
	Bosque y sistema montañoso continental templado	Asia, Europa, especies frondosas > 20 años	60	0,27
		Asia, Europa, especies frondosas ≤ 20 años	4	0,27
		Asia, Europa, coníferas > 20 años	52	0,27
		Asia, Europa, coníferas ≤ 20 años	7	0,27
		América del Norte	52	0,27
		América del Sur	31	0,27

Cantidades resultantes de aplicar los cuadros 9 al 18 de la Decisión:

Uso del suelo.	CVEG (Tm de C/ha)
Uso agrícola de leñosas (frutales, olivares, viñedos y almendros)	43,2
Uso agrícola de regadío. Cultivos hortícolas.	0
Uso agrícola de secano. Cereal	0
Erial / matorral.	7,4
Forestal arbolado (*)	52
Infraestructuras.	0

(*) Se ha considerado que los árboles en la zona forestal afectada son de repoblación, con una edad superior a 20 años.

2. OTRAS FUENTES DE INFORMACIÓN PARA CUANTIFICACIÓN DEL CONTENIDO EN CARBONO ORGÁNICO EN VEGETACIÓN.

Con independencia de las estimaciones derivadas de la aplicación de la DECISIÓN DE LA COMISIÓN EUROPEA DE 10 DE JUNIO DE 2010 para el cálculo del término CVEG (carbono en vegetación) se pueden consultar las fuentes de información siguientes:

- Para la vegetación arbolada no agrícola (forestal) la información de referencia es la establecida por el Ministerio para la Transición Ecológica para el cálculo de la capacidad de absorción para proyectos de absorción en el marco del Registro Nacional de Huella de Carbono¹⁵⁴.

- En el caso de la vegetación agrícola para el cálculo del término CVEG puede ser de utilidad la información que se desarrolló en base a la iniciativa lessCO2¹⁵⁵ (Trabajos elaborados por la Universidad Politécnica de Cartagena (UPCT) y CEBAS_CESIC del Consejo superior de Investigaciones Científicas y el IMIDA Centro de Investigaciones Agrícolas de la Comunidad Autónoma de Murcia) Cabe decir que, el dato correspondiente a las reservas de carbono de la vegetación en los cultivos agrícolas perennes

154 https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/guia_pa_v2_tcm30-178911.pdf

155 <http://www.lessco2.es/>



UCAM



ITM Instituto Tecnológico de Murcia



(árboles frutales y cítricos) recogidos en la Decisión de la Comisión Europea de 10 de junio de 2010, son similares a los datos reales emanados de la experiencia acumulada en la Región de Murcia¹⁵⁶.

Como referencias cuantitativas concretas sobre el carbono contenido en la vegetación agrícola de cultivos arbóreos¹⁵⁷ comentamos los siguientes ejemplos:

-La absorción total producida por el crecimiento de la vegetación agrícola hasta el estado adulto para los cultivos de naranjo, melocotonero y uva de mesa se puede estimar de acuerdo con los trabajos del IMIDA¹⁵⁸ en 400, 300 y 100 kg de CO₂ por árbol (tabla 1). Son las cantidades de CO₂ a las que equivale el carbono que han llegado a almacenar formando el tronco, raíces y ramas principales de cada uno de los árboles adultos

Tipo de cultivo	Fijación acumulada ¹⁵⁹ (KgCO ₂ /árbol)	Tiempo de acumulación
Naranja	400	20 años
Melocotonero	300	10 años
Uva de mesa	100	12 años

En el caso de cultivos de naranjos, unos 400 kg de CO₂ por árbol por unos 275 árboles por hectárea, se considera que por cada hectárea afectada en la que se eliminará la vegetación, se destruirían 110 t de CO₂ retenidas en los árboles en forma de carbono (un 50% de la composición de la madera).

- La capacidad de almacenamiento por año es otro dato de interés. En este caso las referencias cuantitativas sobre cultivos agrícolas son las desarrolladas en los trabajos realizados por la UPCT.¹⁶⁰ De acuerdo con los trabajos realizados por la UPCT, y aplicada a los naranjos del ejemplo anterior se puede concluir que de haber continuado funcionando los naranjos como cultivos agrícolas cada hectárea habría seguido captando de media 20 toneladas de CO₂ al año. Suponiendo unas emisiones anuales de 5 toneladas de CO₂ al año por cultivo (emisiones óxido nítrico por abonado nitrogenado y combustibles

156 Véase la publicación “Francisco Victoria Jumilla & Otros. 2015. INNOVACION EN LA GESTIÓN E INVESTIGACIÓN AMBIENTAL. Edita: Diego Marin Libro-Editor”, concretamente en el artículo “La huella de carbono y otras iniciativas públicas de interés relacionadas con la mitigación y adaptación al Cambio Climático”.

157 En cuanto a la vegetación agrícola se debe tener en cuenta para estimar la capacidad de remoción sólo el carbono acumulado gracias al crecimiento del tronco, ramas principales y raíces. No se debe considerar el carbono contenido en la cosecha por ser un ciclo del carbono de muy corta duración.

158 Evaluación de la Fijación de Carbono en la Agricultura de la Región de Murcia. Francisco del Amor Saavedra et al. IMIDA. Páginas 93-140 del libro:

Etiquetado de carbono en las explotaciones y productos agrícolas. La Iniciativa agricultura murciana como sumidero de CO₂ http://cambioclimaticomurcia.carm.es/pdfs/libro_lessco2.pdf

http://www.lessco2.es/pdfs/INFORME_SUBVENCION_MAYO_12.pdf

159 Los datos de fijación acumulada se refieren a la biomasa vegetativa (total menos la cosecha).

160 Dinámica de captación de CO₂ por los cultivos de naranjo en la Región de Murcia. Alain Baille et al. UPCT. Páginas 141-155 del libro:

Etiquetado de carbono en las explotaciones y productos agrícolas. La Iniciativa agricultura murciana como sumidero de CO₂ http://cambioclimaticomurcia.carm.es/pdfs/libro_lessco2.pdf

Más información en <http://www.lessco2.es/>

http://www.lessco2.es/pdfs/INFORME_SUBVENCION_MAYO_12.pdf



fósiles de maquinaria agrícola, envasado y transporte a 1.000 km), concluiríamos que estos cultivos capturan de forma neta en un ciclo de vida de 10 años entre 100 y 150 toneladas de CO₂ por hectárea¹⁶¹.

5.3.2. Huella de Carbono aplicable a la evaluación ambiental de planes y proyectos.

5.3.2.1. Conceptos básicos, factores de emisión y alcance de las emisiones

Unos de las contribuciones más claras de los proyectos y planes sometidos a evaluación ambiental sobre el cambio climático son las emisiones de gases de efecto invernadero. En este sentido, la Ley 21/2013, señala la necesidad de “*una evaluación adecuada de la huella de carbono*” asociada al plan o proyecto.

En el caso de obras de urbanización (en ejecución del planeamiento urbanístico) o las de cualquier otro proyecto de obras sometido a evaluación de impacto ambiental, como por ejemplo las infraestructuras, las emisiones son, por un lado, las derivadas del consumo de combustibles fósiles utilizados para maquinaria y vehículos de excavación, relleno, transporte de materiales y residuos y transporte de mezclas bituminosas, hormigones y otros materiales; por otro lado, como hemos analizado en el apartado anterior las derivadas de la destrucción de sumideros de carbono (vegetación y suelo) ocupados directamente por la obra. Este aspecto tiene especial interés en proyectos de gran extensión como el de infraestructuras de transporte.

En los proyectos de actividad (industrias) son más destacables que las emisiones originadas por las obras, las emisiones generadas por el funcionamiento. Son, con frecuencia, emisiones debidas al uso de combustibles fósiles por instalaciones de combustión fijas, para las que habitualmente se utiliza el gas natural y, en menor medida, el gasoil, o bien por las flotas de vehículos asociados al proyecto (gasoil o gasolina).

Un caso particular dentro de las evaluaciones de impacto ambiental de proyectos de actividad, en cuanto a emisiones de funcionamiento, es el de las instalaciones ganaderas, donde el gas de efecto invernadero de mayor importancia es el gas metano (CH₄), con un potencial de calentamiento global¹⁶² muy superior al CO₂. También, es el caso de la agricultura donde, con frecuencia, las emisiones de funcionamiento de mayor interés no vienen del consumo de combustible en tractores y maquinaria se deben al uso de abonos nitrogenados que generan emisiones de óxido nitroso (N₂O) un potente gas de efecto invernadero, con un potencial de calentamiento global casi trescientas veces superior al CO₂.

161 Estimaciones realizadas por el Servicio de Fomento del Medio Ambiente y Cambio Climático en base al conocimiento generado por la iniciativa “Agricultura Murciana como sumidero de CO₂” <http://www.lescco2.es/>

162 El cuarto informe del IPCC (AR4) de 2007 contempla un potencial de calentamiento global (PCG) para varios gases de efecto invernadero que ha sido corregido por el quinto informe del año 2013. De esta forma el AR4 un kg de Óxido Nitroso N₂O equivale a 298 kg de CO₂. Un kg de Metano CH₄ equivale a 25 kg de CO₂. En el IPCC AR5 de 2013: Un kg de Óxido Nitroso N₂O equivale a 265 kg de CO₂. Un kg de Metano CH₄ (origen biogénico) equivale a 28 kg de CO₂



UCAM



ITM Instituto Tecnológico de Minería



MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA



La huella de carbono aplicada a un plan o proyecto representa las emisiones netas de gases de efecto invernadero (GEI) que se generarían en las obras necesarias para llevarlo a cabo o en su funcionamiento.

A nivel metodológico se diferencia entre huella de carbono de producto o servicio y huella de carbono de organización o corporativa. La huella de carbono aplicada a un plan o proyecto para el procedimiento de evaluación ambiental se asocia a la huella de carbono de organización o corporativa.

La determinación de la huella de carbono es sencilla. Los cálculos se basan en identificar las fuentes de emisión y el tipo de GEI.

Los gases a considerar son los seis grupos de gases inicialmente señalados por el Protocolo de Kioto: dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O), hidrofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (PFC), hexafluoruro de azufre (SF₆), junto con el trifluoruro de nitrógeno (NF₃) incorporado a finales de 2012.

Las emisiones de cada tipo de fuente a considerar son todas aquellas que puedan generar alguno de los gases señalados en el párrafo anterior. Estas emisiones son calculadas a partir de datos indirectos, como son los “*datos de actividad*”, por ejemplo litros de combustibles de origen fósil o los kilovatios de energía eléctrica que se prevé se consumirán. Los valores que permiten transformar estos datos de actividad en emisiones de gases de efecto invernadero se denominan “*factores de emisión*”.

La multiplicación de los datos de actividad por el factor de emisión permite calcular la cantidad emitida para cada tipo de GEI. Cuando se trata de emisiones de diferentes gases y para poder sumarlos, deben ser expresados como CO₂ equivalente (CO_{2e}). La transformación a unidades de CO₂ equivalente se hace tomando como referencia el potencial de calentamiento global (Global Warming Potential)¹⁶³ que tiene cada gas.

163 Potencial de calentamiento global (PCG): factor que describe el impacto de la fuerza de radiación (grado de daño a la atmósfera) de una unidad de un determinado GEI en relación a una unidad de CO₂.

Para los 6 gases contemplados en el Protocolo de Kioto la equivalencia en CO₂ utilizada por ahora por el Ministerio es la establecida en el Cuarto Informe del Organismo de las Naciones Unidas para el Cambio Climático, IPCC. Este potencial de calentamiento global (GWP), que permite la equivalencia de otros GEI con el CO₂, ha sido actualizado en la Decimoséptima Conferencia de las Partes del Convenio Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático (año 2011) y es la siguiente:

1	Dióxido de carbono (CO ₂)
25	Metano (CH ₄)
298	Óxido nitroso (N ₂ O)
12-14.800	Hidrofluorocarbonos (HFC)
7390-12200	Perfluorocarbonos (PFC)
22800	Hexafluoruro de azufre (SF ₆)

En la Conferencia de las Partes n°18, celebrada en Doha a finales de 2012, se incorpora a los seis grupos iniciales de gases de efecto invernadero el trifluoruro de nitrógeno (NF₃), cuyo GWP es el siguiente: 17.200.

El Ministerio de Transición Ecológica utiliza para el registro Nacional de Huella de Carbono los PCG establecidos en el AR4 (Cambio Climático 2007-Bases Científicas. (página 34 y 35, tabla 2.14) [4º Informe IPCC 2007](#)). No obstante el 5º informe IPCC de 2013 (AR5) ha cambiado el PGR de algunos gases.

Metano	CH ₄	25 AR4	30 (origen fósil) 28 (origen biogénico) AR5
Óxido Nitroso	N ₂ O	298 AR4	265 AR5



UCAM



ITM Instituto Tecnológico de Murcia



En consecuencia, para la huella de carbono se deben contemplar las previsibles emisiones de cualquiera de los 7 gases o grupos de gases señalados convertidos a CO₂ eq.

De una forma simplificada la huella de carbono se puede expresar mediante la siguiente ecuación:

Huella de carbono expresada en Kg de CO₂eq (CO₂ equivalente) = datos de actividad (cantidades por ejemplo litros de combustible, kW/h de electricidad) por factores de emisión (expresados en Kg de CO₂ eq /cantidad)

Si se quiere profundizar más en los métodos de estimación de la huella de carbono se pueden consultar los contenidos de la página web del Ministerio para la Transición Ecológica relacionado con el Registro Nacional de Huella de Carbono¹⁶⁴. Si se quiere consultar algunas de las metodologías existentes a nivel internacional, las más utilizadas para el cálculo de la huella de carbono corporativa son: el Estándar Corporativo de Contabilidad y Reporte de Gases de Efecto Invernadero, de la iniciativa Greenhouse Gas Protocol o GHG Protocol¹⁶⁵, desarrollado por el World Resources Institute y el World Business Council¹⁶⁶ y la Norma ISO 14064, editada en español por la Asociación Española de Normalización (AENOR). También, en referencia al uso la huella de carbono se puede consultar los capítulos 4 y 6 del Cuaderno nº 1. Competitividad y cambio climático del Consejo Económico y Social de la Región de Murcia¹⁶⁷.

Para ayudar a determinar la responsabilidad en las emisiones, el “Protocolo de Gases de Efecto Invernadero” introdujo el concepto de “alcance”. Con la denominación de “alcance 1” se refiere a las “emisiones directas”, en nuestro caso: emisiones que son responsabilidad del promotor del plan o proyecto (combustibles que se consumirán, emisiones previstas de metano de una granja, emisiones de óxido nitroso por abonado nitrogenado en el funcionamiento de la agricultura, etc.); en el “alcance 2”, incluye las “emisiones indirectas asociadas a la compra de electricidad” (emisiones realizadas por el productor de electricidad para generar la energía eléctrica que el plan o proyecto estimamos que consumirá) y en el “alcance 3” se relacionan el resto de emisiones indirectas “otras emisiones indirectas” asociadas a la adquisición de materiales o

¹⁶⁴<https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/registro-huella.aspx>

¹⁶⁵ El Estándar Corporativo de Contabilidad y Reporte del GHG Protocol se puede obtener en castellano en la siguiente dirección <http://www.ghgprotocol.org/standards/corporate-standard>

http://www.ghgprotocol.org/files/ghgp/public/protocolo_de_gei.pdf

¹⁶⁶ La Iniciativa del Protocolo de Gases Efecto Invernadero fue lanzada en 1998 con la misión de desarrollar estándares de contabilidad e informe para empresas aceptados internacionalmente y promover su utilización. La Iniciativa del Protocolo de Gases Efecto Invernadero comprende dos estándares distintos, aunque vinculados entre sí:

- Estándar Corporativo de Contabilidad y Reporte: este documento provee de una guía minuciosa para empresas interesadas en cuantificar y reportar sus emisiones de GEI.
- Estándar de Cuantificación de Proyectos: es una guía para la cuantificación de reducciones de emisiones de GEI derivadas de proyectos específicos.

¹⁶⁷ (<https://www.cesmurcia.es/cesmurcia/paginas/publicaciones/PublicacionDetail.seam?pubId=1143>).



UCAM



ITM Instituto Tecnológico de Minería



MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA



servicios necesarios (realizadas por los fabricantes y transportistas (por ejemplo áridos, agua, combustibles, etc), servicios (por ejemplo gestión de residuos externa) que se prevé sería necesario adquirir o contratar para las obras o para el funcionamiento de la actividad, plan o proyecto.

El alcance es por tanto muy importante ya que acota la responsabilidad en cuanto a la contribución al cambio climático del promotor del plan o proyecto.¹⁶⁸El alcance que tiene mayor interés desde el punto de vista de la evaluación ambiental a los efectos de plantear las posibles compensaciones de emisiones es el alcance 1.

168 Se contabilizan como de alcance 1 las emisiones que se producirían por el consumo de combustibles por fuentes propias o controladas por la organización promotora del plan o proyecto sometido a evaluación ambiental (organización que calcula la huella de carbono). Se contabilizan como de alcance 2 las emisiones que se producen por otras organizaciones para generar la electricidad que es consumida por la organización promotora del plan o proyecto.

Se contabilizan como de alcance 3 las emisiones necesarias para fabricar los combustibles y la energía eléctrica.

Se contabilizan como de alcance 1 las emisiones procedentes del transporte y distribución por medios propios de la organización que realiza la huella de carbono.

Se contabilizan como de alcance 3 cualquier servicio de transporte y distribución por parte de terceros contratados por la organización que realiza la huella de carbono (ya sea directamente o a través de un intermediario), incluyendo tanto la logística de entrada como de salida.

Se contabilizan en el alcance 1 las emisiones de transporte de los empleados para viajes de negocios en vehículos propios o controlados por la organización que hace la huella de carbono, (por el uso de combustible) o en el alcance 2 (por el uso de electricidad si son vehículos eléctricos enchufables). Las emisiones correspondientes a vehículos arrendados, si su energía y combustibles son adquiridos por la organización que hace la huella de carbono, se incluye en el alcance 1.

Las emisiones del alcance 3 por desplazamientos de trabajo, para la organización que realiza la huella de carbono, corresponden a su vez a las emisiones del alcance 1 y 2 para las compañías de transporte (por ejemplo, aerolíneas y ferrocarriles).

Las emisiones debidas al transporte de los empleados desde y hacia el trabajo se contabilizan en la categoría de alcance 3 “desplazamientos diarios de empleados”. Esta categoría incluye las emisiones procedentes del transporte de empleados entre sus hogares y sus lugares de trabajo.

Las emisiones del alcance 3 por desplazamiento de empleados de una organización, corresponden a las emisiones del alcance 1 y 2 de la huella de carbono personal de los empleados.

Se contabiliza en el alcance 3 las emisiones por la eliminación de residuos sólidos y aguas residuales cuando son tratados en instalaciones gestionadas por organizaciones externas (empresas que gestionan los servicios municipales de suministro y depuración de agua o recogida, transporte y tratamiento de residuos urbanos o cualquier otro gestor de residuos).

Las emisiones del alcance 3 por concepto de producción de residuos de la persona u organización que hace la huella de carbono, corresponden a las emisiones del alcance 1 y 2 para aquella organización que hace la recogida y tratamiento de los residuos o suministran el agua potable y depuran las aguas residuales.

Ejemplo de emisiones que corresponden al Alcance 1	
Dato de actividad (litros, kWh, kg, nº animales)	Factor de emisión Kg CO₂eq/ litros, kWh, kg, nº animales
Maquinaria. Gasolina (litro)	2,15 Kg CO ₂ eq/ litro
Maquinaria. Gasóleo A 0 B(litro)	2,49 Kg CO ₂ eq/ litro
Instalación combustión. Gas Natural(kWh)	0,20 Kg CO ₂ eq/ kWh
Abonado Nitrogenado (kg de nitrógeno aportado)	3 Kg CO ₂ eq/ kg de nitrógeno
Ganadería Porcino: madres con lechones (unidad). Emisiones por fermentación entérica y gestión de estiércol (metano y óxido nitroso)	770 Kg CO ₂ eq/ animal

En el caso de los expedientes de evaluación ambiental de figuras de planeamiento urbanístico, el promotor al realizar las obras de urbanización genera emisiones de alcance 1, pero cuando a lo largo de los años se desarrollan por otros promotores las viviendas y actividades hablamos de emisiones de alcance 3 para el promotor del plan sometido a evaluación ambiental y alcance 1 para esos nuevos promotores de los proyectos de obras en desarrollo del planeamiento.

En consecuencia:

- Estimaremos los datos de actividad de los procesos que emiten gases de efecto invernadero y multiplicaremos por los correspondientes factores de emisión, que expresados en CO₂ eq nos permitan al sumarlos obtener la huella de carbono.
- Computaremos como de alcance 1 las emisiones de las que nuestro plan o proyecto es directamente responsable (porque podemos adoptar las decisiones que pueden llevar a reducir o aumentar las emisiones) y como alcance 2 y 3 aquellas para las que el plan o proyecto es indirectamente responsable (porque son energía o materiales y servicios que ponen a nuestra disposición otros que son los que emiten).

En el caso de los planes urbanísticos, al margen de las asignaciones concretas de responsabilidad para lo que debemos utilizar el alcance 1, puede ser de utilidad evaluar cuantitativamente la totalidad de las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas a las futuras necesidades energéticas, de movilidad o de gestión de



UCAM



ITM



residuos y agua, que supondrá la ejecución y desarrollo del planeamiento, lo que nos ayudará a seleccionar alternativas.

En este sentido, la Generalitat de Cataluña ha desarrollado la “Herramienta para el cálculo de las emisiones de CO₂ asociadas al planeamiento urbanístico”¹⁶⁹. Este conjunto de herramientas calcula las emisiones de los usos energéticos residenciales, de la movilidad y del ciclo del agua, los consumos de los usos energéticos comerciales, equipamientos e industriales, así como las emisiones generadas en la gestión de los residuos municipales.

Sin embargo, a la hora de calcular la huella de carbono de una figura de planeamiento urbanístico sometida a evaluación ambiental es muy importante, como hemos visto, concretar la responsabilidad, esto es, los alcances. La determinación de la huella de carbono debe servir sobre todo para determinar responsabilidades y exigir, en su caso, la compensación de emisiones que proceda. De forma complementaria puede además, servir para visualizar qué alternativas de modelo de ciudad o de clasificación y calificación del suelo contribuiría más en el horizonte temporal del plan. Así, más allá del alcance 1 de la huella de carbono del proyecto de obras de urbanización (incluidas la necesaria compensación por la destrucción del carbono retenido en suelo y vegetación) no es fácil plasmar esta asignación de responsabilidades y hay que establecerlas en las ordenanzas o normativa del plan para que a través de las futuras licencias de obras y actividad, o en su caso aprobación del planeamiento de desarrollo, se asignen obligaciones a futuros responsables concretos de las emisiones. Pensemos, por ejemplo, en el caso de emisiones que se producirán por la construcción de viviendas años después de aprobado el plan.

También, es importante la determinación del alcance al que pertenecen las emisiones en el caso de industrias y actividades. Es el caso de los proyectos de actividades ganaderas.

Las emisiones de metano de directa responsabilidad del promotor de una instalación ganadera se producen, por un lado, a consecuencia de la fermentación entérica (de muy difícil reducción) y, por otro, por la gestión del estiércol. La gestión del estiércol, además de metano, produce emisiones de óxido nitroso, N₂O (por transformación del nitrógeno contenido). Las emisiones del estiércol se producen en su generación, en el almacenamiento y cuando se aplica sobre el terreno agrícola. Estas últimas, si la aplicación sobre el terreno es gestionado por empresa externa, serían responsabilidad de la empresa gestora de los residuos o aplicador del estiércol sobre el terreno (denominadas en el marco conceptual de la huella de carbono de alcance 3, “otras indirectas” como veremos más adelante).

Las emisiones de alcance 1 o de directa responsabilidad derivadas del funcionamiento de una explotación porcina son importantes. Un 90% de las mismas corresponden a la gestión del estiércol. En muchos de los casos una planta de biogás de pequeño tamaño aprovecharía este flujo de gas metano para producir electricidad y enmienda orgánica en forma de digestato. Por esta razón, es importante para este sector explorar opciones como la biodigestión para valorización energética de las grandes cantidades de metano que producen en cada granja. Opciones que pueden en muchos

¹⁶⁹http://mediambient.gencat.cat/es/05_ambits_dactuacio/avaluacio_ambiental/eines_documentacio_tecnica/eines/poum



UCAM



ITM Instituto Tecnológico de Minería



casos no ser hoy ecoeficientes por su elevado coste económico¹⁷⁰, aunque de una enorme ventaja ambiental. En este sentido, plantas de pequeña escala para autoconsumo, como las promovidas por el proyecto europeo “*Biogás 3*”, podrían ser consideradas.

No obstante, como se tratará más adelante, la aportación de estiércol o purines a la agricultura puede ser considerada como una operación de compensación por emisiones evitadas, ya que la aportación de nitrógeno sustituye parte del abonado nitrogenado de síntesis, que no sería necesario fabricar ni transportar desde lejanos puntos de fabricación, lo que evitaría estas emisiones. Por otro lado, la disposición adecuada del estiércol para incrementar la materia orgánica del suelo puede ser considerada también como una compensación de emisiones, al quedar retenido el carbono en el suelo durante un largo periodo de tiempo.

Recordemos como ya hemos señalado, que en 2014 la Unión Europea acordó reducir el 40% de las emisiones en 2030 con respecto a las de 1990, lo que supone para los sectores difusos, entre los que se encuentra los proyectos de obras y actividades sometidos a evaluación de impacto ambiental, la obligación de una reducción del 30% desde 2005, que tras la propuesta de reparto de esfuerzos se concreta para España en un el 26%.

Por esta razón, en coherencia con el acuerdo señalado, los proyectos de obras de infraestructuras y los proyectos de industrias y actividades sometidos a evaluación de impacto ambiental deberían incorporar entre los parámetros de diseño el máximo esfuerzo en mitigación. Una vez seleccionada la alternativa¹⁷¹, se debe concretar en el proyecto una compensación de la destrucción de las reservas de carbono en suelo y vegetación. Igualmente, una vez seleccionada la alternativa, se debe concretar en el proyecto una compensación de las emisiones de alcance 1 del 26% para el periodo 2021-2030. De la misma forma en el caso de planes de urbanismo la evaluación ambiental del plan debería contemplar la exigencia de que se compensen las emisiones por ocupación del suelo y vegetación y se compense en un 26% las emisiones de alcance 1 generadas por las obras del proyecto de obras de urbanización.

En definitiva en la evaluación ambiental de planes y, en concreto, del planeamiento urbanístico, las emisiones a considerar son en la fase de obras y en la fase de funcionamiento. En cuanto a las primeras, la fase de obras, hay que considerar:

- Por un lado, las debidas a la destrucción del almacenamiento de carbono en el suelo y en su caso las debidas a la capacidad de fijación y captura por la vegetación (capacidad de sumidero) destruida por cambios en el uso del suelo, que pasa de agrícola o forestal a urbano.

170 La convocatoria anual de “Proyectos Clima” en los que con cargo al Fondo Estatal de Carbono el Ministerio para la Transición Ecológica compra durante 5 años a 9,7 euros la tonelada de Co2e evitada puede ayudar a la viabilidad económica de las plantas de biogás o cualquier otra solución en materia de energías renovables y economía circular <https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/proyectos-clima/>

171 Un elemento básico en el procedimiento de evaluación ambiental es el estudio de las posibles alternativas. El Artículo 1 (Objeto y finalidad) de la ley 21/2013 de evaluación ambiental establece las bases que deben regir la evaluación ambiental de los planes, programas y proyectos que puedan tener efectos significativos sobre el medio ambiente, mediante: a) *La integración de los aspectos medioambientales en la elaboración y en la adopción, aprobación o autorización de los planes, programas y proyectos;* b) *el análisis y la selección de las alternativas que resulten ambientalmente viables;* c) *el establecimiento de las medidas que permitan prevenir, corregir y, en su caso, compensar los efectos adversos sobre el medio ambiente;* d) *el establecimiento de las medidas de vigilancia, seguimiento y sanción.*



UCAM



ITM Instituto Tecnológico de Minería



GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA



Fundación Biodiversidad



PIMA Adapta



oecc Oficina Española de Cambio Climático

- Por otro, las emisiones de alcance 1 por obras de urbanización (especialmente debidas a la maquinaria de movimiento de tierras y a la construcción de viales, aceras, alcantarillado y demás infraestructuras y servicios).

En cuanto a las generadas durante la fase de funcionamiento del planeamiento urbanístico hay que señalar que dependerán de la concepción del plan. Las emisiones de gases de efecto invernadero debidas a la movilidad obligada están ligadas al modelo urbano elegido, también las debidas a la construcción de infraestructuras y edificación y actividades que induce, que deja concretadas y caracterizadas a través de las reservas de suelo y de las condiciones impuestas en las ordenanzas urbanísticas. En definitiva, el modelo de ciudad que define el planeamiento urbanístico va a condicionar las emisiones durante décadas que serán mucho menores si se tiene en cuenta la mitigación a la hora de concebir cada una de las alternativas a considerar. Dentro del conjunto de decisiones que condicionan las emisiones futuras, como se ha comentado, la densidad es un elemento fundamental. La menor contribución al cambio climático en cuanto a emisiones vendrá de la mano de modelos urbanos de alta densidad frente a modelos de baja densidad.

Existe una interrelación entre las medidas de mitigación (reducción de emisiones y las de adaptación por ejemplo cada m³ de agua de lluvia que como medida de adaptación se consiga capturar y utilizar se evita la emisión de 0,4 kg de CO₂eq que supone, para los servicios municipales, poner a disposición del consumo un m³ de agua. También y, como se ha analizado, en cuanto a la mitigación, respecto de la adaptación, hay que considerar la fase de obras y la fase de funcionamiento.

5.3.2.2. Factores de emisión y calculadoras para consumo de combustibles y emisiones de actividades diversas

Con el fin de facilitar el cálculo de la huella de carbono para inscripción en el Registro Nacional de Huella de Carbono, el Ministerio para la Transición Ecológica publica anualmente los factores de emisión¹⁷² de combustibles tanto para instalaciones de combustión fija como para vehículos y las emisiones por consumo de electricidad en kW/h, asociadas al suministro de cada una de las comercializadoras que operan en nuestro país.

Ha elaborado herramientas de cálculo de las emisiones de un ayuntamiento y de una explotación agrícola¹⁷³ y un apartado de información de interés¹⁷⁴, donde se puede encontrar información relevante sobre huella de carbono.

Con independencia de los factores de emisión específicos de la agricultura (óxido nitroso derivado de las aportaciones de abono nitrogenado a los cultivos) o los relacionados con el metano de la ganadería que podemos encontrar en la ciudades calculadoras, las emisiones de alcance 1 tanto en la fase de obras como durante el funcionamiento de un plan o proyecto son las relacionadas con el consumo de combustibles fósiles en vehículos y maquinaria de obras y en instalaciones de combustión fijas pertenecientes (por ejemplo, instalaciones que consumen gas natural).

172 https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/medidas/factores_emision_tcm30-446710.pdf

173 <https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/calculadoras.aspx>

174 <https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/informacion-interes.aspx>



La estimación de la huella de carbono de alcance 1 de los consumos de combustibles es sencilla. Los datos de actividad en estos casos estarán formados por las cantidades de los distintos combustibles fósiles que se prevé consumirá el plan o proyecto a lo largo de las obras o en su funcionamiento. Entre los más comunes se pueden citar: gas natural (en kWh o en m³), gas propano (kg), gasoil y gasolina (litros).

Para calcular las emisiones asociadas a los datos de actividad debe aplicarse siempre que sea posible el factor de emisión recogido en la página web del Ministerio Para la Transición Ecológica y en su caso de las Comunidades autónomas¹⁷⁵.

A veces los datos de actividad vienen expresados en unidades de energía que representan el valor calorífico del combustible. Por ejemplo, el contador de gas mide el consumo en m³ de gas natural y en la factura muchas veces se expresa este consumo en kWh¹⁷⁶. Para pasar estas unidades de energía a unidades de masa o volumen se pueden utilizar factores de transformación¹⁷⁷ como los 10,70 kWh por cada m³ de gas.

- Gas natural (m³): 2,15 kg CO₂/N m³.
- Gas natural (kWh): 0203 kg CO₂/kWh (factor de emisión utilizado por el Ministerio)

El otro elemento fundamental de las emisiones de alcance 1 en cuanto al consumo de combustibles es el realizado por los vehículos propios y maquinaria.

En este apartado se incluye el consumo realizado por maquinaria y el realizado por el transporte que se prevé se realizaría por los vehículos propios y por los ajenos respecto de la que se tiene el control de la gestión, es decir, aquellos elementos de transporte cuyo gasto de combustible corra a cargo del responsable del plan o proyecto. Esto incluye, por lo tanto, vehículos en propiedad, leasing, renting, etc.

Para llevar a cabo el cálculo es necesario estimar los consumos de combustibles de maquinaria y vehículos. Si no se dispone de una estimación de consumo de combustible que se produciría se pueden estimar los kilómetros a recorrer por cada marca y modelo del vehículo (diésel o gasolina).

175Fuente:

https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/factores_emision_tcm30-479095.pdf

http://canviclimatic.gencat.cat/web/.content/home/reduex_emissions/Com_calcular_emissions_GEH/guia_de_calcul_de_missions_de_co2/18_Guia-practica-calcul-emissions_sense-canvis_CA.pdf

http://canviclimatic.gencat.cat/es/reduex_emissions/com-calcul-emissions-de-geh/guia_de_calcul_demissions_de_co2/

176 1 kw/h son 0,86 termias 1 m³ de gas natural en condiciones normales tiene alrededor de 9 Termias, lo que es lo mismo 10,70 kWh (depende según origen del gas y condiciones de temperatura y presión)

kWh = 0,86 te = 860 kcal. En una Caldera de gas individual: se producen unos 8 kWh de calor útil por cada 10 kWh de gas consumido

1 GWh = 1.000 MWh = 1.000.000 kWh 1 kWh = 0,86 te = 860 kcal = 3,6 MJ

177 Gas natural (m³): 10,70 kWh/Nm³



UCAM



ITM Instituto Tecnológico de Materiales



GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA



Fundación Biodiversidad



PIMA Adapta



OECC Oficina Española de Cambio Climático

Las calculadoras de la página web del Ministerio¹⁷⁸ permiten el cálculo a través de las dos opciones kilómetros o consumo.

Las emisiones debidas al uso de biomasa como combustible son unas emisiones de alcance 1 muy particulares, ya que computan como cero emisiones. Se considerará que no hay emisiones netas de CO₂ porque participan en el ciclo corto del carbono, devolviendo a la atmósfera el CO₂ capturado por la fotosíntesis para producir esa biomasa. Por esta razón el factor de emisión de biomasa es cero.¹⁷⁹ No obstante, para producir y transportar los combustibles a base de biomasa se generan emisiones que si se quieren tener en cuenta serían de alcance 3.¹⁸⁰

Existen numerosos materiales que pueden ser considerados como biomasa. Son ejemplo de estos materiales la madera o productos forestales y sus derivados, biogás de depuradora o vertedero, bioetanol, biodiesel y otros. Los datos de actividad serán kg, l, m³, Tm o cualquier otra unidad de volumen o peso.

De la misma forma, son interesantes las guías de cálculo elaboradas por la Oficina Catalana del Cambio Climático¹⁸¹ para emisiones de GEI derivadas de la gestión de los residuos municipales y las emisiones generadas por el consumo de agua de las redes urbanas. Igualmente, en la “Guía Práctica para el cálculo de emisiones” se utiliza una relación de factores de emisión, en muchos casos más amplios que la del Ministerio contemplando emisiones por transporte.

178 <https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/calculadoras.aspx>

179 Artículo 38 y siguientes del REGLAMENTO (UE) No 601/2012 DE LA COMISIÓN de 21 de junio de 2012 sobre el seguimiento y la notificación de las emisiones de gases de efecto invernadero en aplicación de la Directiva 2003/87/CE del Parlamento Europeo y del Consejo

<https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=DOUE-L-2012-81254>

180 Una de las fuentes de factores de emisión para contabilizar estas pequeñas emisiones en función del tipo de biocombustibles utilizado es BASE CARBONE

<http://bilans->

<ges.ademe.fr/docutheque/docs/%5BBase%20Carbone%5D%20Documentation%20g%C3%A9n%C3%A9rale%20v11.5.pdf>

También se puede consultar: Bilan Carbone® Entreprises et Collectivités. GUIDE DES FACTEURS D'ÉMISSIONS Version 6.1 Calcul des facteurs d'émissions et sources bibliographiques utilisées. Chapitre 2 Facteurs associés à la consommation directe d'énergie. Jun 2010.

181 http://canviclimatic.gencat.cat/web/content/04_ACTUA/Com_calcular_emissions_GEH/guia_de_calcul_demissions_de_co2/190301_Guia-practica-calcul-emissions_CA.pdf



UCAM



ITM Instituto Tecnológico de Minería



MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA



Una fuente de información completa sobre factores de emisión aplicables a cualquier tipo de proyecto son la Guías para los inventarios nacionales de emisiones elaboradas por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC).

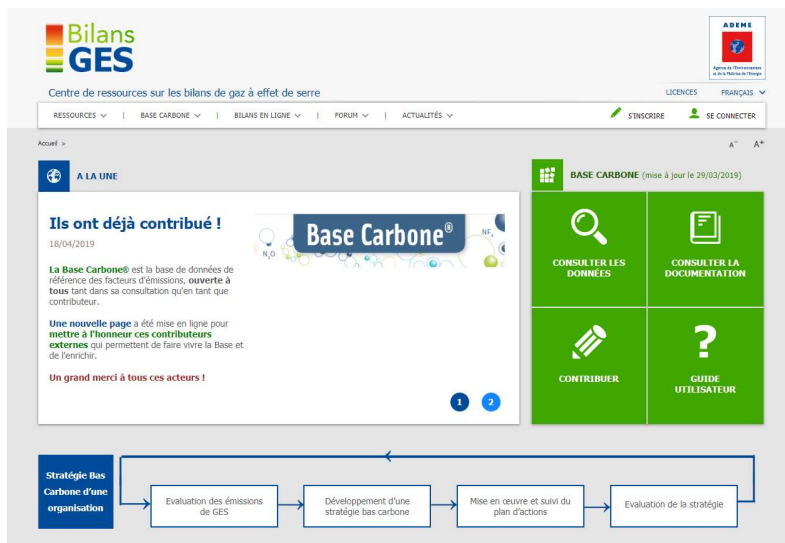
Estas guías se pueden consultar en castellano¹⁸² Suponen una información muy completa organizada según 5 volúmenes:

- Volumen 1. Orientación general y generación de informes
- Volumen 2. Energía
- Volumen 3. Procesos industriales y uso de productos
- Volumen 4. Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra
- Volumen 5. Desechos

También, una documentación de interés en relación con factores de emisión, que hemos citado repetidamente, es la Base de datos desarrollada por la Agencias de la Energía y el Medio Ambiente de Francia que puede consultarse en el siguiente documento de “*Base Carbone. Documentation des facteurs d’émissions de la Base Carbone*”¹⁸³. Se puede acceder a la base de datos en continua actualización a través de <http://www.bilans-ges.ademe.fr/>

¹⁸² <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/index.html>

¹⁸³ <http://www.bilans-ges.ademe.fr/static/documents/%5BBase%20Carbone%5D%20Documentation%20g%C3%A9n%C3%A9rale%20v11.0.pdf>



5.3.2.3. El caso particular de las obras. Factores de emisión y calculadoras para maquinaria y vehículos de obras

Una base de datos específica para factores de emisión de obras públicas de gran utilidad para cualquier obra o edificación es “hueCO2”. Cuando se dispone de un proyecto de ejecución (con unidades de obra y datos concretos) se puede utilizar, la herramienta “hueCO2” para la estimación concreta de la huella de carbono que supondrá la construcción de la obra con esas partidas y esos datos,

HueCO2, “huella de carbono de la construcción de obras públicas”, es una base de datos de factores de emisión y una aplicación informática destinada al cálculo de la huella de carbono de la construcción de una obra pública en España. Creada en 2014 con el apoyo de la Fundación Biodiversidad del Ministerio para la Transición Ecológica, es considerada como Base de Datos Oficial del Ministerio para la Transición Ecológica en cuanto al cálculo de la huella de carbono de obras públicas.

La herramienta está compuesta de varios módulos que facilita a los usuarios la búsqueda y consulta de factores de emisión y permite descargar la base de factores de emisión HueCO2. Se puede descargar la base de datos para usarla en programas de cálculo tipo Presto.

Se puede acceder a la página a través de: <http://hueco2.tecniberia.es/>

El usuario tiene que registrarse para poder acceder a los factores de emisión, al foro y a las descargas.

El alcance 1 de una obra con independencia de la pérdida de la capacidad de sumidero de los suelos y vegetación afectados, está formado principalmente por las emisiones de la maquinaria específica de la construcción de obras y de movimiento de tierras, por los vehículos de transporte de materiales y por los generadores in situ de electricidad (generadores diesel).



Fuentes de emisión	Alcance 1	Alcance 2	Alcance 3
Maquinaria de obras (demolición, movimiento de tierras, estructuras, drenaje, pavimentos, viales, otros.)	Consumo en obra de combustibles por horas de funcionamiento		Producción y distribución del combustible
Generador de electricidad a pie de obra	Consumo en obra de combustibles por horas de funcionamiento		Producción y distribución del combustible
Suministro externo de electricidad		Electricidad consumida	Generación y distribución de la electricidad consumida
Materiales (agua para transportar hasta la obra, áridos, cemento, hormigón, acero, asfalto, otros.)			Producción de materiales
Suministro de agua mediante conexión con red municipal			Producción y distribución de agua
Transporte de materiales con medio propios (agua para transportar hasta la obra, áridos, cemento, hormigón, acero, asfalto, otros.)	Consumo de combustibles por kilómetro recorrido		
Gestión de residuos producidos			Gestión y en su caso transporte de residuos
Transporte de residuos con medio propios	Consumo de combustibles por kilómetro recorrido		

La base de datos Hueco 2 incluye 200 factores de emisión de los que 125 corresponden a los distintos tipos de maquinaria y están expresados en horas de trabajo proyectadas para de cada tipo de máquina. En el caso del transporte con vehículos propios el factor de emisión contempla toneladas por kilómetro recorrido es decir la distancia a la obra.

Alcance 1		Alcance 3	
Dato de actividad	Factor de emisión KgCO ₂ eq	Dato de actividad	Factor de emisión Kg CO ₂ eq
Camión con tanque para agua(hora de funcionamiento)	46,76	Agua (m ³)	0,319
Extendedora asfáltica(hora)	30,45	Emulsión asfáltica	203,7



de funcionamiento)		(tonelada)	
Camión Hormigonera(hora de funcionamiento)	25,94	Hormigón (m ³)	244
Camión grúa(hora de funcionamiento)	59,30	Acero estructural (kg)	1,73
Camión con caja basculante(hora de funcionamiento)	22,23	Arena de río, relleno de zanjas y suelo adecuado procedente de cantera (m ³)	3,7

HUELLA DE CARBONO: EMISIONES POR CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIOS INDUSTRIALES Y COMERCIALES				
	Alcance 1	Alcance 2	Alcance 3	TOTAL Toneladas CO ₂
Edificio comercial-industrial (10.000 m ² de estructura de hormigón armado más 400 de altillo)	334	24	2.714	3.072
Edificio comercial-industrial (10.000 m ² de estructura metálica más 400 de altillo)	559	31	3.585	4.176
10.000 m ² de aparcamiento de gran superficie comercial o industrial	41,8	2	1.606	1.650

Alcance 1, 2 y 3 de la huella de carbono de tres casos de construcción. Fuente Departamento de Cambio Climático de la Comunidad Autónoma de Murcia.

Aplicando los factores de emisión de la bases de datos Hueco2 a proyectos concretos de sometidos al procedimiento de evaluación ambiental hemos podido estimar las emisiones medias de alcance 1, 2 y 3 que supones las obras de construcción de edificios industriales y comerciales e infraestructuras de aparcamiento.

En estos ejemplos hemos podido observar la escasa contribución del alcance 2 y la enorme aportación de emisiones de alcance 3 que se concitan para poder dar lugar a una obra.

El alcance 3 es entre 6 y 8 veces mayor que el alcance 1 en una obra¹⁸⁴. Esto nos permite hacernos una idea de las importantes emisiones que induce en la fase de

¹⁸⁴ Se puede ver más información sobre el alcance 3 por la construcción de edificios y obras, aunque referidos a Francia en la página 227 y siguientes de la Base de datos de Factores de Emisión Base Carbono

[http://bilans-
ges.ademe.fr/docutheque/docs/%5BBase%20Carbone%5D%20Documentation%20g%C3%A9n%C3%A9rale%20v11.5
.pdf](http://bilans-ges.ademe.fr/docutheque/docs/%5BBase%20Carbone%5D%20Documentation%20g%C3%A9n%C3%A9rale%20v11.5.pdf)



UCAM



ITM



obras de la construcción de edificios e infraestructuras¹⁸⁵. Son emisiones que se producen, por ejemplo por los fabricantes de cemento o por los fabricantes de acero estructural y cualquier otro material utilizado en la obra. Sin embargo casi con toda probabilidad las emisiones de estos ya están sujetas a la normativa del comercio de derechos de emisión y como tal están contabilizadas y forman parte de Inventario Nacional de Gases de efecto invernadero que marca el grado de contribución del Reino de España al cambio Climático y también el grado de cumplimiento de los compromisos de reducción de emisiones impuestos por la Unión Europea. Si exigimos algún tipo de reducción o compensación por alguna de esas emisiones de alcance 3 al promotor de las obras (que no es el fabricante de los materiales) estaríamos duplicando las responsabilidades sobre estas emisiones.

Por las razones anteriores, el alcance que tiene interés práctico desde el punto de vista de la evaluación ambiental es el alcance 1.

En conclusión y de acuerdo con los datos anteriores se puede tomar como factor de emisión por metro cuadrado de construcción de edificios comerciales la cifra de 0,03 (estructura de hormigón) a 0,06 (estructura metálica) toneladas de CO₂ eq /m² de alcance 1¹⁸⁶.

5.3.2.4. El caso particular de las emisiones por funcionamiento en instalaciones ganaderas. Método de cálculo del Ministerio

Un caso particular dentro de las evaluaciones de impacto ambiental de proyectos de actividad es el de las instalaciones ganaderas. Las emisiones más destacadas no se deben al consumo de combustibles de origen fósil, son emisiones de la gestión de los animales y su estiércol. El gas de efecto invernadero de mayor importancia es el metano (CH₄). Como fuente de información de interés sobre agricultura, ganadería y cambio climático se puede citar la Red REMEDIA¹⁸⁷.

Como hemos señalado, las emisiones de metano que son de directa responsabilidad del promotor (alcance 1) se producen a consecuencia de la fermentación entérica y por la gestión del estiércol¹⁸⁸. Además del metano, se producen emisiones de óxido nitroso (N₂O) procedentes de la transformación del nitrógeno contenido en el estiércol generado, tanto en el almacenamiento como cuando se aplica sobre el terreno agrícola. Estas últimas, si la aplicación sobre el terreno es gestionado por empresa externa, serían de alcance 3 (“otras indirectas”).

185 Aunque, puede si se quiere repercutir las emisiones a lo largo de 50 años de vida útil de los edificios construidos los efectos negativos se producen en el momento de su construcción ya que salvo pequeñas obras de reparación y restauración la inmensa mayoría de las emisiones se realizan en ese momento.

186 Principalmente compuesto por las emisiones de la maquinaria de excavación, movimiento de tierras y compactación

¹⁸⁷ <https://redremedia.wordpress.com/>

188 Un 90% de las emisiones de proceso en una granja corresponden a la gestión del estiércol. Una planta de biogás aprovecharía este flujo de gas metano para producir electricidad y enmienda orgánica en forma de digestato.

Por esta razón, es importante para este sector explorar opciones como la biodigestión para valorización energética de las importantes cantidades de metano que producen en cada granja (plantas de pequeña escala para autoconsumo como las promovidas por el proyecto europeo “biogás 3”. <http://www.biogas3.eu/esp/descripcion.html>)



UCAM



ITM



MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA



Los factores de emisión y la forma de cálculo de las emisiones de metano y óxido nítrico en granjas de porcino y de aves vienen establecidas por el Ministerio de Agricultura en el siguiente enlace:

http://www.prtr-es.es/data/images/emisiones_granjas_marm-43DC75A337B522C2.pdf

Un sencillo juego de tablas nos permite calcular las emisiones de metano y de óxido nítrico. Una vez estimadas las emisiones de metano se multiplican por 25 y tendremos CO₂ eq. De la misma forma hacemos con las emisiones de óxido nítrico que multiplicamos por 298 para tener CO₂ eq.

Las emisiones directas (alcance 1) de un proyecto de instalación ganadera será la suma de las emisiones de metano y óxido nítrico medidos como CO₂ eq de la fermentación entérica más la gestión del estiércol. El total de las emisiones generadas por la gestión del estiércol se computarán al alcance 1 del proyecto si se realiza en el marco del proyecto por el promotor del proyecto. En caso contrario, como se ha señalado, serían de alcance 3. En las siguientes páginas se reflejan las tablas con los factores de emisión y la forma de cálculo de las emisiones de metano y óxido nítrico en granjas de porcino y de aves establecidas por el Ministerio de Agricultura¹⁸⁹:

EMISIÓN DE METANO POR FERMENTACIÓN ENTÉRICA (CÓDIGO SNAP 97-2: 1004)

Categorías	nº de plazas A	Factor de emisión kg CH ₄ /plaza B	Emisión de metano kg CH ₄ C = A x B
Lechones de 6 a 20 kg.		1,2	
Cerdos de 20 a 50 kg.		1,2	
Cerdos de 50 a 100 kg.		1,2	
Cerdos de 20 a 100 kg.		1,2	
Madres con lechones de 0 a 6 kg.		1,5	
Madres con lechones hasta 20 kg.		1,5	
Cerdas de reposición		1,5	
Cerdas en ciclo cerrado		10,5	
Verracos		1,5	

Activar Windows
Vea la configuración

EMISIÓN DE METANO POR GESTIÓN DE ESTIÉRCOL (CÓDIGO SNAP 97-2: 1005)

Categorías	nº de plazas A	Excreción media de sólidos volátiles kg B	Peso específico del metano kg/m ³ C	Producción potencial de metano m ³ /kg VS D	Factor de conversión de metano provincial E	Factor de emisión kg CH ₄ /plaza F = (BxCxDxE)	Emisión de metano kg CH ₄ G = A x F
Lechones de 6 a 20 kg.		28,93	0,67	0,45	Tabla I		
Cerdos de 20 a 50 kg.		76,78	0,67	0,45	Tabla I		
Cerdos de 50 a 100 kg.		166,92	0,67	0,45	Tabla I		
Cerdos de 20 a 100 kg.		133,54	0,67	0,45	Tabla I		
Madres con lechones de 0 a 6 kg.		445,12	0,67	0,45	Tabla I		
Madres con lechones hasta 20 kg.		445,12	0,67	0,45	Tabla I		
Cerdas de reposición		178,05	0,67	0,45	Tabla I		
Cerdas en ciclo cerrado		1.185,14	0,67	0,45	Tabla I		
Verracos		445,12	0,67	0,45	Tabla I		

Activar Windows
Vea la configuración

189 http://www.prtr-es.es/data/images/emisiones_granjas_marm-43DC75A337B522C2.pdf

Tabla I

Provincia	Factor de conversión de metano	Provincia	Factor de conversión de metano
La Coruña	0,19819	Soria	0,19562
Lugo	0,19603	Valladolid	0,19603
Orense	0,19602	Zamora	0,19600
Pontevedra	0,20033	Madrid	0,19818
Asturias	0,19682	Albacete	0,20034
Cantabria	0,19817	Ciudad Real	0,20037
Álava	0,19602	Cuenca	0,19680
Guipúzcoa	0,19819	Guadalajara	0,19601
Vizcaya	0,19687	Toledo	0,20049
Navarra	0,19683	Alicante	0,20773
La Rioja	0,19681	Castellón de la Plana	0,20345
Huesca	0,19602	Valencia	0,20741
Teruel	0,19684	Murcia	0,20770
Zaragoza	0,19827	Badajoz	0,20742
Barcelona	0,19830	Cáceres	0,20351
Girona	0,20031	Almería	0,20750
Lleida	0,19604	Cádiz	0,21291
Tarragona	0,20338	Córdoba	0,20763
Baleares	0,21270	Granada	0,20038
Ávila	0,19603	Huelva	0,21271
Burgos	0,19600	Jaén	0,20345
León	0,19562	Málaga	0,20759
Palencia	0,19550	Sevilla	0,21290
Salamanca	0,19683	Las Palmas	0,21970
Segovia	0,19602	Santa Cruz de Tenerife	0,21307

EMISIÓN DE ÓXIDO NITROSO POR GESTIÓN DE ESTIÉRCOL (CÓDIGO SNAP 97-2: 1005)

Categorías	nº de plazas A	Emisión de Óxido Nitroso en el almacenamiento		Emisión de Óxido Nitroso en el abonado	
		kgN ₂ O-N		kgN ₂ O-N	
		H	I = H x A	J	K = J x A
Lechones de 6 a 20 kg.		0,000445		0,0067	
Cerdos de 20 a 50 kg.		0,002249		0,0337	
Cerdos de 50 a 100 kg.		0,003189		0,0478	
Cerdos de 20 a 100 kg.		0,002721		0,0408	
Madres con lechones de 0 a 6 kg.		0,005625		0,0843	
Madres con lechones hasta 20 kg.		0,006751		0,1012	
Cerdas de reposición		0,003189		0,0478	
Cerdas en ciclo cerrado		0,021601		0,3239	
Verracos		0,006749		0,1012	

Para Aves de Corral

EMISIÓN DE ÓXIDO NITROSO POR GESTIÓN DE ESTIÉRCOL (CÓDIGO SNAP 97-2: 1005)

Categorías	Sistema de Alojamiento	nº de plazas A	Emisión de Óxido Nitroso en el almacenamiento (interior y exterior)		Emisión de Óxido Nitroso en el abonado	
			kgN ₂ O-N		kgN ₂ O-N	
			H	I = H x A	J	K = J x A
Pollos de carne	cría en el suelo con yacija, retirada en el vacío sanitario		0,004770		0,0019	
Gallinas	batería con cintas sin presecado		0,007642		0,0032	
	batería con cintas de presecado		0,011851		0,0050	
	batería con foso profundo		0,006663		0,0028	



ITM Instituto Tecnológico de Matanzas



EMISIÓN DE METANO POR GESTIÓN DE ESTIÉRCOL (CÓDIGO SNAP 97-2: 1005)

nº de plazas x Factor de emisión provincial (Tabla II)

Tabla II

Provincia	Factor de emisión (kg/plaza)	Provincia	Factor de emisión (kg/plaza)
La Coruña	0,09103	Soria	0,08051
Lugo	0,08394	Valladolid	0,08393
Orense	0,08381	Zamora	0,08369
Pontevedra	0,09504	Madrid	0,09100
Asturias	0,08730	Albacete	0,09506
Cantabria	0,09098	Ciudad Real	0,09513
Álava	0,08380	Cuenca	0,08722
Gipuzkoa	0,09102	Guadalajara	0,08375
Vizcaya	0,08753	Toledo	0,09536
Navarra	0,08734	Alicante	0,10378
La Rioja	0,08728	Castellón de la Plana	0,09932
Huesca	0,08386	Valencia	0,10344
Teruel	0,08741	Murcia	0,10374
Zaragoza	0,09126	Badajoz	0,10345
Barcelona	0,09133	Cáceres	0,09940
Girona	0,09501	Almería	0,10353
Lleida	0,08395	Cádiz	0,10803
Tarragona	0,09922	Córdoba	0,10367
Baleares	0,10785	Granada	0,09515
Ávila	0,08389	Huelva	0,10786
Burgos	0,08366	Jaén	0,09932
León	0,08051	Málaga	0,10362
Palencia	0,07800	Sevilla	0,10802
Salamanca	0,08736	Las Palmas	0,11262
Segovia	0,08379	Santa Cruz de Tenerife	0,10816

Una vez estimadas las emisiones de metano se multiplican por 25¹⁹⁰ y tendremos CO₂ eq. De la misma forma hacemos con las emisiones de óxido nitroso que multiplicamos por 298 para tener CO₂ eq.

En síntesis, las emisiones directas (alcance 1) de un proyecto de instalación ganadera será la suma de las emisiones de metano y óxido nitroso de la fermentación entérica más la gestión del estiércol, medidos como CO₂ eq. El total de las emisiones generadas por la gestión del estiércol se computarán al alcance 1 del proyecto sometido a evaluación de impacto ambiental si la fase externa de la gestión del estiércol (por ejemplo disposición sobre terrenos agrícolas) realiza por el promotor del proyecto. En caso contrario, como se ha señalado, esa parte de la gestión del estiércol sería de alcance 3.

De forma complementaria se puede consultar la herramienta informática ECOGAN¹⁹¹ como aplicación para estimar las emisiones contaminantes y el consumo de recursos de una explotación ganadera concreta a lo largo del proceso productivo, teniendo en cuenta las técnicas y procedimientos utilizados en la alimentación de los animales, en el diseño y manejo de los alojamientos, así como en el almacenamiento y gestión de los estiércoles y purines producidos¹⁹².

190 Potencial de calentamiento global utilizado por el Ministerio

191 ECOGAN permite entre otros, determinar: Emisiones de metano y óxidos de nitrógeno de una granja. El purín y estiércol producido La capacidad de almacenamiento de estiércoles. La cantidad de nitrógeno que está aportando a las tierras de cultivo con los estiércoles y si la dosis es adecuada.

Para facilitar el uso de la herramienta informática, se dispone guías rápidas de ayuda, explicativa para diferentes sectores (porcino intensivo, avicultura de puesta, avicultura de carne, vacuno de leche y cebo de terneros).

De interés es también la información generada en diversas jornadas y seminarios que el Ministerio recopila en el siguiente enlace

<https://www.mapa.gob.es/es/ganaderia/temas/ganaderia-y-medio-ambiente/ecogan-calculo-de-emisiones-y-consumos/>

192 Se puede consultar la ponencia de Antonio Conesa Legaz. Ingeniero Agrónomo. CEFUSA desarrollada en el Seminario 1 "Herramientas para la incorporación del cambio climático en los planes y proyectos"

[PONENCIA CONESA](#)



UCAM



ITM Instituto Tecnológico de México



5.4. Medidas para mitigar la incidencia de un plan o proyecto sobre el cambio climático y permitir su adaptación al mismo. Guías técnicas

5.4.1. La ecoeficiencia, la economía circular y las soluciones basadas en la naturaleza aplicadas a la concepción de planes y proyectos sometidos a evaluación ambiental

La ecoeficiencia

En un mundo con recursos limitados y con problemas ambientales de escala planetaria como el cambio climático, producir más utilidad con menos transformación de materiales y energía en residuos y emisiones puede suponer ventajas económicas además de ambientales. Se puede lograr una eficiencia económica asociada a una eficiencia ambiental. Una acción es ecoeficiente si, además de ambientalmente favorable, es ventajosa económicamente.

La reducción de emisiones requiere un cambio sustancial en los modos de concebir los planes y los proyectos. Para la viabilidad de estos cambios nos podemos apoyar en las posibilidades que brinda la ecoeficiencia¹⁹³.

En 2014 la Oficina Española de Cambio Climático desarrolló, con el nombre de “*hoja de ruta de los sectores difusos a 2020*”¹⁹⁴, una simulación de 43 medidas divididas en seis grandes sectores: residencial, transporte, agricultura, residuos, gases fluorados e industria (de sectores no obligados al comercio de derechos de emisión) que, de ejecutarse, permitirían a España cumplir con sus compromisos en materia de mitigación del cambio climático de forma ecoeficiente. Para esta hoja de ruta se desarrolló el modelo m3e, “*modelización de medidas para la mitigación en España*”. El m3e es un modelo matemático sobre una hoja de cálculo capaz de analizar las medidas de mitigación en base a objetivos de mínimo coste económico por tonelada de CO₂eq reducida y máxima generación de empleo. El Ministerio editó las fichas con los resultados del modelo (hoja de ruta de los sectores difusos a 2020. fichas de las medidas)¹⁹⁵.

Hay medidas importantes a la hora de reducir emisiones que permiten visualizar cómo la reducción de emisiones es ecoeficiente, es decir, es rentable para el conjunto de la economía. A modo de ejemplo, se describen a continuación algunas de estas medidas en las que por reducción de una tonelada de CO₂eq no existe un coste, sino un beneficio¹⁹⁶.

193 La ecoeficiencia se puede expresar como la relación, ratio o proporción entre el valor añadido de la medida que se pretende implantar y el impacto ambiental que costara su implantación. Esta ratio puede usarse para comparar.

194 http://www.magrama.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/Hoja_de_Ruta_2020_tcm7-351528.pdf

195 http://www.magrama.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/HojaRuta2020_Fichas_tcm7-358623.pdf

196 Un ejemplo es la instalación de de placas solares térmicas, suficiente para disponer de agua caliente sanitaria. El modelo m3e estima que una inversión media de 1.200 € genera en la fase de instalación 0,012 empleos/año. La inversión supone un ahorro en energía final de 1.400 kWh/año/vivienda y el coste de reducir 1 tonelada de co2eq es de -4.944,3 €.

En el caso de nuevos planes de urbanismo, la inversión en infraestructura para promoción de la bicicleta (carriles bici, señalización, aparcamientos, comunicación y sistemas de préstamo) el modelo m3e calcula que por cada 400.000 € de inversión se genera la mitigación de 110 toneladas de co2eq/año, un ahorro en energía final de 410.552,88 kWh/año y el coste para reducir una tonelada de CO₂eq es igualmente negativo, -228 € por tonelada de CO₂eq.



UCAM



ITM Instituto Tecnológico de Matanzas



GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA



Fundación Biodiversidad



PIMA Adapta



oecc Oficina Española de Cambio Climático

Entre los nuevos modelos de producción y consumo basados en la ecoeficiencia destaca la economía circular que persigue cerrar el ciclo de los residuos, los materiales, el agua y la energía.

La economía circular

En 2015 la Unión Europea (UE) publicó una Comunicación de la Comisión con el nombre “Cerrando el círculo: un plan de acción de la UE para la Economía Circular. Comunicación [COM (2015) 614 final]”. En ella se desarrollaba el objetivo de preparar la transición a una Europa donde se utilicen y valoricen los productos, materiales y recursos y se mantengan en la economía el mayor tiempo posible, reduciendo al mínimo la generación de los residuos y haciendo a la sociedad en su conjunto más eficiente en el uso de los recursos. Una economía más circular, sostenible, hipocarbónica y competitiva. En aplicación de este objetivo la UE va a desarrollar todo un conjunto de disposiciones y modificaciones de directivas.

En España¹⁹⁷ se ha elaborado la Estrategia Española de Economía Circular (EEEC) 2030 que fue sometida a consulta a principios de 2018. A su vez, las CCAA están tomando iniciativas para favorecer la transición hacia una economía circular dentro de su ámbito.

La economía circular se presenta, por tanto, como un sistema de aprovechamiento de recursos donde prima la reducción, la reutilización y el reciclaje de los elementos. En la práctica, la economía circular aplicada a la concepción de planes y proyectos sometidos a evaluación ambiental consistiría en minimizar el consumo de nuevo suelo, y nuevos recursos y cerrar el ciclo de los materiales y la energía reutilizando, reciclando y valorizando. Por ejemplo, aprovechar el potencial energético de los residuos agroalimentarios produciendo biogás¹⁹⁸ a partir de los residuos.

Numerosas iniciativas y proyectos apoyados por la Unión Europea intentan fomentar el biogás. Una de las más interesantes es la que apuesta por plantas de pequeñas dimensiones¹⁹⁹. La implantación de plantas de biogás a pequeña escala supone ventajas como disponibilidad energética (puede garantizar el autoconsumo) y la reducción de las emisiones de metano con 25 veces más efecto invernadero que el

En el sector agrícola son costosas las medidas destinadas a reducir las emisiones de óxido nítrico, N₂O, optimizando el abonado nitrogenado. Entre las medidas más rentables para la reducción de emisiones de co₂e_q destacan la aplicación de técnicas de agricultura de conservación y el aprovechamiento de los restos de poda como biomasa. Con la aplicación de técnicas de agricultura de conservación (menos labranza) se reducen las emisiones de los suelos agrícolas, evitando la oxidación del carbono orgánico del suelo, así como las emisiones derivadas de la utilización de gasóleo por el menor número de horas de maquinaria agrícola. La aplicación apenas requiere inversión y supone -898€ por cada tonelada co₂e_q evitada. Además, la agricultura de conservación mejora la resiliencia del suelo ante la necesaria adaptación al cambio climático.

197 <https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/economia-circular/>

198 El biogás es un combustible generado gracias a la acción de microorganismos que, bajo condiciones controladas y en ausencia de oxígeno (digestión anaerobia), degradan la materia orgánica y la transforman en un gas rico en metano. Además, el material sobrante de la producción de biogás (digestato) puede aprovecharse directamente como enmienda orgánica o tratarse, para obtener nutrientes con los que producir biofertilizantes sin consumo de combustibles fósiles.

La industria agroalimentaria genera gran cantidad de residuos como restos de frutas, hortalizas, desechos de productos cárnicos, estiércol de granjas. Todos ellos pueden ser utilizados para la producción de biogás a partir de su degradación controlada y posterior valorización energética.

199 Puede consultarse en este sentido Biogás3, proyecto coordinado por AINIA www.biogas3.eu

CO₂. Este tipo de instalaciones posibilita que los residuos puedan ser digeridos, en el mismo lugar en el que se produce. En la imagen se muestra el digestor de la planta de aprovechamiento del biogás a partir de residuos de la empresa agrícola murciana Kernel Export. El Fondo Estatal de Carbono (gestionado por el Ministerio para la Transición Ecológica) compra las emisiones evitadas de esta planta (9,7 euros por cada tonelada de CO₂ equivalente que deja de emitirse por que se aprovecha para producir energía. Este es un ejemplo de lo que más adelante denominaremos “emisiones evitadas”, utilizables por cualquier plan o proyecto para compensar las emisiones que no se pueden reducir²⁰⁰.



Planta de Biogas. Fuente: Kernel Export

Otro ejemplo de economía circular, y en definitiva de ecoeficiencia, es la utilización de subproductos para la producción de nuevos bienes. Siempre han existido una gran variedad de tipos de materiales generados involuntariamente en procesos de producción y consumo que se conocen como subproductos. Preparar la utilización de estos subproductos para la producción de nuevos bienes contribuye a reducir el consumo de materias primas y minimiza la producción de residuos y emisiones de gases de efecto invernadero.

Por último, dentro de un largo listado de posibles ejemplos de economía circular que pueden ser ecoeficientes, hay que señalar el de generación de energía a base de energía renovable. Las condiciones climáticas y geográficas de la mayor parte de las ciudades y regiones y las opciones tecnológicas de las energías renovables con multitud de tamaños y potencias de los equipos individuales (desde los 5-10 kW de instalaciones solares térmicas o fotovoltaicas en entornos urbanos, hasta los 1,5 MW de los aerogeneradores eólicos) deben favorecer su implantación para planes y proyectos en diferentes sectores en diferentes situaciones.

La aprobación del Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía

²⁰⁰ Véase la ponencia desarrollada por Juan Lobera Lossel. Investigador y coordinador del equipo del Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agrario y Alimentario IMIDA. Investigador en las líneas de Biogás, Residuos Ganaderos, Gestión de Purines, Reutilización Agronómica). Seminario 1 Herramientas para la incorporación del cambio climático en los planes y proyectos

[PONENCIA DE LOBERA](#)



UCAM



ITM Instituto Tecnológico de Valencia



eléctrica²⁰¹ va a permitir el desarrollo del autoconsumo en base a energías renovables en los planes y proyectos sometidos a evaluación ambiental²⁰².

El desarrollo de la electrificación de los planes y proyectos a base de energías renovables contribuirá a la sustitución de una energía eléctrica suministrada que en su generación y transporte es más contaminante. Para producir un kWh en España se emiten como media del mix eléctrico peninsular²⁰³ 0,321 kg de CO₂.

Desde la perspectiva del plan o proyecto sometido a evaluación ambiental, el autoconsumo puede ser una alternativa económica más ventajosa que el suministro tradicional exclusivo desde la red. Además, mediante el autoconsumo se generan, como veremos, emisiones evitadas que permiten compensar las emisiones que no se pueden reducir.

Las “Soluciones Basadas en la Naturaleza”

La mitigación se concreta en aplicar al plan o proyecto los objetivos de reducción de emisiones, mientras que la adaptación aplicada a proyectos y planes consiste en dar respuesta a las variables climáticas actuales o esperadas o a sus efectos, a través medidas concretas. Tanto en la mitigación como la adaptación las medidas a seleccionar deben ser las que consigan reducir las emisiones y evitar daños reduciendo el gasto en acciones de respuesta.

Las “Soluciones Basadas en la Naturaleza” son soluciones para mitigar los impactos derivados del cambio climático y favorecer la adaptación. Abarcan soluciones a nivel de edificio, como pueden ser cubiertas o fachadas vegetales o las captura y aprovechamiento del agua de las cubiertas. Igualmente, incluyen soluciones a mayor escala utilizables en grandes proyectos de actividades e infraestructuras o en el espacio público en planes de urbanismo. Son ejemplos la aplicación de pavimentos permeables y otras medidas de los sistemas de drenaje sostenible para controlar y aprovechar el agua de escorrentía, o las destinadas a sombrear y evitar la insolación y reverdecer el espacio no edificado y las infraestructuras, creando otras utilidades sociales complementarias y cobeneficios, como en el caso de los jardines de agua o los huertos urbanos.

El informe «Towards an EU Research and Innovation policy agenda for Nature-Based Solutions and Re-Naturing Cities» publicado en 2014 por la Comisión Europea²⁰⁴ incorpora el término “Soluciones Basadas en la Naturaleza” (NBS por sus siglas en Inglés «Nature Based Solutions»). Utiliza este término para identificar aquellas que se inspiran y utilizan los procesos naturales, adaptados a las condiciones locales, como los sumideros de carbono o el ciclo urbano del agua. Son soluciones ecoeficientes con poco consumo de energía y recursos y viables en términos económicos.

²⁰¹ <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2019-5089>

■ ²⁰² Véase la ponencia desarrollada en el Seminario 1 Herramientas para la incorporación del cambio climático en los planes y proyectos Francisco Espín Sánchez. Docente y experto en energía solar fotovoltaica. Director de Efficiency Services Consulting, una consultora de ingeniería y formación
[PONENCIA DE FRANCISCO ESPIN](#)

²⁰³ Media del Mix eléctrico peninsular en 2018. Fuente Oficina catalana de Cambio Climático

²⁰⁴ <https://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/en/news/towards-eu-research-and-innovation-policy-agenda-nature-based-solutions-re-naturing-cities>



UCAM



ITM Instituto Tecnológico de Valencia



MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA



La aplicación de las Soluciones Basadas en la Naturaleza a la mitigación y adaptación al cambio climático, además de eficientes en la lucha contra el cambio climático, son económicas en sus costes de inversión y funcionamiento, lo que las convierte en ecoeficientes²⁰⁵. Su ecoeficiencia aumenta cuando se contabilizan más allá de los objetivos concretos de mitigación y adaptación al cambio climático su contribución a la economía circular y cobeneficios de otro de tipo como los sociales. Por ejemplo, el aprovechamiento del agua de lluvia (propio de la economía circular) y el confort térmico (mejora social) que aportan en paralelo acciones destinadas a la regulación de escorrentía por aumento de la permeabilidad del suelo y la evapotranspiración a base de la vegetación. También, con frecuencia, contribuyen a ahorrar en la construcción de otro tipo de infraestructuras, por ejemplo espacios públicos recreativos que pueden servir de balsas de laminación en episodios de lluvias intensas. Es el caso del parque de inundación “La Marjal” en Alicante. Un singular depósito de retención de aguas pluviales impulsado por el Ayuntamiento de Alicante.



²⁰⁵ The European Conference «Nature-based Solutions to Climate Change in Urban Areas and their Rural Surroundings: Linkages between science, policy and practice» will take place from 17 to 19 November 2015 in Bonn, Germany.



Jardín de agua "La Marjal" Alicante. Fuente Ayuntamiento de Alicante

En el apartado dedicado a compensación de emisiones mediante captura y aprovechamiento de agua se muestran ejemplos comparativos de medidas sencillas para la mitigación y adaptación al cambio climático, mediante la captura y aprovechamiento del agua de lluvia que participan de la ecoeficiencia, la economía circular y son Soluciones Basadas en la Naturaleza. Todos estos ejemplos suponen retención de la precipitación, almacenamiento y posterior aprovechamiento y, en consecuencia, contribuyen a reducir el riesgo de inundaciones locales por elevado coeficiente de escorrentía de viales y aceras y a reducir el efecto de isla de calor urbano por incremento de la evapotranspiración

Ejemplos comparativos de medidas sencillas para la mitigación y adaptación al cambio climático que se pueden ver en el apartado 5.4.2.

1. Rotonda estándar frente a rotonda con aprovechamiento de agua de lluvia y vegetación
2. Aparcamiento impermeable de asfalto estándar frente a instalación permeable con captura y aprovechamiento agua de lluvia
3. Espacio pavimentado impermeable en zonas comerciales o industriales frente a pavimento permeable con captura y aprovechamiento agua de lluvia
4. Captura y aprovechamiento de agua de lluvia en cubiertas de edificios urbanos e industriales
5. Explotación ganadera de porcino sin captura de agua de lluvia frente a instalación con captura y aprovechamiento de agua de lluvia

Catálogo de buenas prácticas, medidas y recomendaciones de interés presentes en guías y fuentes de información.

En el anexo II se relacionan un conjunto de guías y fuentes de información que han sido seleccionadas por su utilidad para definir medidas que basadas en la ecoeficiencia, la economía circular y la naturaleza contribuyan a mitigar la incidencia de un plan o proyecto sobre el cambio climático y permitir su adaptación al mismo.

Entre las de utilidad para las figuras de planeamiento de urbanismo destacan:

- Guía metodológica de medidas para la mitigación y adaptación al cambio climático en el planeamiento urbano.
- Guía Soluciones Naturales para la adaptación al cambio climático en el ámbito de la comunidad autónoma del País Vasco²⁰⁶
- Guía práctica para el análisis del efecto en la salud de las iniciativas locales de urbanismo²⁰⁷
- Guía para la elaboración de planes locales de Adaptación al Cambio Climático

²⁰⁶ <https://www.ihobe.eus/Publicaciones/Ficha.aspx?IdMenu=97801056-cd1f-4503-bafa-f54fa80d9a44&Cod=adbf2e51-3d8c-4879-ab8d-9a7ab8d48e45&Idioma=es-ES>

²⁰⁷ http://www.euskadi.eus/contenidos/informacion/regeneracion_urbana/es_def/adjuntos/Udalsarea%2017%20castellano_web.pdf



UCAM



ITM Instituto Tecnológico de Minería



MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA



- Micrositio sobre Urbanismo y Sostenibilidad Urbana Ministerio de Fomento²⁰⁸(Agenda urbana Española 2019)
- Micrositio destinado al Medio Ambiente Urbano. Ministerio para la Transición Ecológica²⁰⁹

Entre las de utilidad para proyectos de obras de industrias y actividades y proyectos de obras de urbanización destacan:

- Guía para el desarrollo sostenible de los proyectos de urbanización²¹⁰
- Guía de edificación sostenible para la vivienda en la Comunidad Autónoma del País Vasco”.
- Guía de edificación ambientalmente sostenible en edificios comerciales en la Comunidad Autónoma del País Vasco”.
- Guía de edificación ambientalmente sostenible en edificios administrativos o de oficinas en la Comunidad Autónoma del País Vasco.”
- Guía de edificación ambientalmente sostenible en edificios industriales en la Comunidad Autónoma del País Vasco”.

Entre las de utilidad para proyectos relacionados con la ocupación y sellado del suelo, el drenaje urbano sostenible y la inundabilidad y las Soluciones Basadas en la Naturaleza destacan:

- Los costes ocultos del sellado del suelo. En busca de alternativas a la ocupación y el sellado del suelo”²¹¹
- Gestión Integral del Agua de Lluvia en Entornos Edificados²¹²
- Guía para la reducción de la vulnerabilidad de los edificios frente a las inundaciones.

De estas guías comentadas se puede extraer un catálogo de buenas prácticas y medidas para mitigar la incidencia de un plan o proyecto sobre el cambio climático y permitir su adaptación al mismo, apoyadas tanto en la ecoeficiencia como en la

208 https://www.fomento.gob.es/vivienda#Urbanismo_y_suelo

209 <https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/medio-ambiente-urbano/ desarrollo-medio-amb-urb/>

210 http://www.guiaurbanizacionsprilur.com/pdf/Guia_completa_v2.pdf

211 http://ec.europa.eu/environment/soil/pdf/SoilSealing-Brochure_es.pdf

212

<http://www.tragsa.es/es/Lists/Publicaciones/attachments/47/La%20Gesti%C3%B3n%20Integral%20del%20Agua%20de%20Lluvia%20en%20Entornos%20Edificados%20WEB.pdf>



UCAM



ITM Instituto Tecnológico de Minería



GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA



Fundación Biodiversidad



PIMA adapta



oecc Oficina Española de Cambio Climático

economía circular y las soluciones basadas en la naturaleza. A modo de síntesis, relacionamos las siguientes:

- A nivel de proyectos de industrias y actividades:
 1. Evitar la ubicación en parcelas no desarrolladas anteriormente. Priorizar la ubicación en zonas degradadas frente a los suelos agrícolas y suelos naturales.
 2. Reducir el área construida o urbanizada, a fin de reducir el sellado del suelo.
 3. Aplicar los conocimientos de la arquitectura bioclimática. Mejorar las prestaciones de la envolvente de los edificios incorporando elementos ajardinados o cubiertas verdes o cubiertas destinadas al aprovechamiento de la energía solar. Incorporar sistemas de sombreado que permitan regular la intensidad del sol.
 4. Asegurar una adecuada infiltración y control de las aguas pluviales y la canalización y recuperación del agua de lluvia del entorno. Utilizar las aguas grises de los edificios e Instalar sistemas para utilizar las aguas de lluvia de los edificios.
 5. Reutilizar los propios productos de la construcción. Utilizar materiales reciclados, materiales naturales rápidamente renovables y materiales autóctonos. Diseñar los edificios pensando en la deconstrucción.
 6. Utilizar energías renovables y minimizar las energías convencionales. Desarrollar al máximo las posibilidades del autoconsumo.
 7. Asegurar la existencia de infraestructuras para peatones y ciclistas. Proporcionar aparcamiento preferente a aquellos modelos de transporte más sostenibles y dotar un porcentaje para la electromovilidad.
 8. Demostrar que no existe una alternativa viable de reducción, reutilización o reciclaje de los residuos que el proyecto va a generar en su funcionamiento.
 9. Demostrar que se han estudiado las posibilidades de la SIMBIOSIS INDUSTRIAL para intercambiar y aprovechar como recursos lo que para otras son residuos.
 10. Compensar las emisiones por destrucción de sumideros y las derivadas de la huella de carbono de alcance 1 por las obras y en su caso por la movilidad obligada que induce en su funcionamiento.
- A nivel de proyectos de obras de urbanización, proyectos de infraestructuras y planeamiento urbanístico:
 1. Considerar el uso de la topografía como elemento del proyecto para evitar al máximo la excavación y movimiento de tierras.
 2. Realizar un análisis de las características climáticas y su evolución para integrar la adaptación al cambio climático.



UCAM



ITM Instituto Tecnológico de Minería



MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA



3. Tener en cuenta el estudio de las condiciones hidrológicas y de inundabilidad incluyendo las derivadas de la subida del nivel del mar.
4. Realizar un estudio de evaluación de la movilidad.
5. Diseñar la urbanización priorizando el uso del pavimento permeable y demás elementos de drenaje sostenible para captura y aprovechamiento del agua de lluvia, especialmente en zonas en que lo permitan los requerimientos de uso, como pueden ser aceras, rotondas, aparcamientos o las zonas de espacios libres.
6. Diseñar los pavimentos de las aceras y los bordillos y seleccionar los materiales que los conforman con criterios de sostenibilidad ambiental.
7. Evitar el efecto isla de calor aplicando criterios en el diseño que lo minimicen.
8. Minimizar la ocupación de suelo público destinada a aparcamiento en superficie y dando prioridad a la electromovilidad.
9. Diseñar la urbanización priorizando la movilidad sostenible, entendida como aquella que se realiza a pie, en bicicleta o en transporte público.
10. Estudiar el dimensionado de la calzada viaria con el fin de minimizar la ocupación de suelo.
11. Proporcionar sistemas separativos correctamente dimensionados para aguas residuales y pluviales.
12. Proyectar sistemas que permitan la reutilización de las aguas pluviales recogidas en la urbanización para usos como el riego y la limpieza de los espacios públicos.
13. Diseñar la urbanización favoreciendo la infiltración de las aguas pluviales superficiales e incorporar sistemas urbanos de drenaje sostenible (SUDS). Prever sistemas de regulación del caudal de las aguas pluviales instalar sistemas de separación de hidrocarburos en las redes pluviales provenientes de espacios con presencia de vehículos.
14. Proyectar sistemas de energía renovable en la urbanización. Utilizar fuentes de energía renovables para alimentar elementos de mobiliario urbano con consumo eléctrico.
15. Integrar arbolado viario en todas las calles con anchura suficiente.
16. Tener en cuenta en el diseño de las zonas verdes, la vegetación natural preexistente en el terreno y favorecer su mantenimiento.
17. Diseñar las zonas verdes aplicando criterios de aprovechamiento de las aguas pluviales para el riego.
18. Contemplar en el proyecto de urbanización puntos de recogida selectiva de residuos, integrados en el diseño urbano y que favorezcan su utilización.



UCAM



ITM



MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA



19. Utilizar residuos de construcción y demolición (RCD) en el proyecto de urbanización.

20. Compensar las emisiones por destrucción de sumideros y las derivadas de la huella de carbono de alcance 1 por obras incluidas en el proyecto de obras de urbanización y por la movilidad obligada que induce en su funcionamiento.

5.4.2. La compensación de emisiones

Un aspecto de interés en relación a la integración del cambio climático en la evaluación ambiental es la compensación de emisiones. En concreto, la compensación de las emisiones generadas por destrucción de la capacidad de sumidero y la compensación del 26% de las emisiones de alcance 1 por las obras y en su caso por el funcionamiento.

La compensación de una tonelada de gases de efecto invernadero constituye una reducción neta de emisiones, ya que las emisiones se mezclan uniformemente en la atmósfera, por lo que las reducciones o absorciones en cualquier área pueden cancelar las emisiones de otra. La dinámica atmosférica distribuye las emisiones realizadas desde cualquier punto. Lo importante es reducir la concentración de gases de efecto invernadero en la atmósfera en su conjunto, por lo que es indiferente desde qué punto se “remueven” (se retiran) y, por tanto, son capturadas por un sumidero o desde qué punto se evitan las que se podrían producir (emisiones evitadas).

Por esta razón, la compensación se puede plantear bien mediante emisiones evitadas, o mediante el incremento o manejo de la capacidad de sumidero que consiga una absorción equivalente a la reducción de emisiones necesaria, incrementando el carbono en la vegetación o en el suelo, planteamiento que persigue la iniciativa 4/1000²¹³. Tanto si se opta por la compensación mediante emisiones evitadas, como mediante el incremento o manejo de la capacidad de sumidero su concreción requiere un anejo específico que se incorporará al proyecto de obras.

A continuación se comentan experiencias y metodologías de cálculo y estimación de la compensación.

5.4.2.1. Sistemas de compensación por absorción en sumideros vegetales o secuestro de carbono en el suelo.

Los árboles y cultivos agrícolas y la vegetación en general, por su capacidad fotosintética, remueven o retiran CO₂ de la atmósfera, fijándolo y almacenándolo y actuando así como sumideros.

En un bosque, o en la actividad agrícola, parte del CO₂ que fija la planta queda almacenado en el suelo gracias a sus raíces o a la incorporación al suelo de restos de poda y cosecha, comportándose como un sumidero a largo plazo, mientras que el CO₂ necesario para el carbono contenido en el crecimiento del tronco, raíces y ramas principales se comporta como un sumidero a medio plazo (en el caso de árboles agrícolas como mínimo tanto como el periodo de vida del árbol, comenzando un nuevo

²¹³ Sobre esta iniciativa se puede consultar la reciente publicación del Ministerio. https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/publicaciones/publicaciones/4por1000_tcm30-438109.pdf



UCAM



ITM Instituto Tecnológico de Madrid



GOBIERNO DE ESPAÑA MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA



ciclo de acumulación de carbono con el árbol que sustituye al anterior), pudiendo prolongarse si se aprovecha esta madera o en otros productos forestales como el papel). Sin embargo, el CO₂ fijado en la cosecha no se contempla a efecto de compensación ya que se comporta como un sumidero a muy corto plazo²¹⁴.

Este último es un aspecto importante del comportamiento de los sumideros. Es el tiempo de permanencia del carbono almacenado o retirado de la atmósfera, ya que el CO₂ removido por un sumidero puede volver a la atmósfera por diversos mecanismos, como por ejemplo la digestión en el caso de los alimentos que componen la cosecha o los incendios de bosques.

La plantación de especies forestales y la gestión forestal (podas y tratamientos que rejuvenecen las masas) para mantener su capacidad de remoción es una opción que ha sido muy utilizada en el campo del marketing verde como compensación voluntaria de emisiones. La compensación voluntaria de emisiones ha sido promovida desde hace años por grandes empresas²¹⁵ y se ha conformado como un instrumento para la realización y comunicación de acciones de responsabilidad social corporativa²¹⁶. En este marco, desde hace años en Europa y Estados Unidos organizaciones no gubernamentales promueven la compensación y generan en conjunto un importante mercado²¹⁷.

A nivel estatal, el artículo 90 de la Ley de Economía Sostenible incorporó a nuestro derecho ambiental la compensación de emisiones²¹⁸. En desarrollo del artículo 90 se publicó el Real Decreto 163/2014²¹⁹ en el que, además de fomentar el cálculo de la

214 En menos de un año ha vuelto a la atmósfera a través de la digestión de los alimentos.

215 Desde hace años se han desarrollado numerosas iniciativas empresariales de compensación enmarcadas en la comunicación de la responsabilidad social corporativa y el marketing empresarial. Una de estas iniciativas de compensación de emisiones fue el "Programa CO₂ neutral" del grupo Volkswagen. Fuente: Volkswagen.

Volkswagen, oferta como un equipamiento opcional, paquetes de compensación según kilómetros y modelo, basados en la plantación de árboles, lo que compensará el CO₂ que emita el vehículo al recorrer los kilómetros.

El sistema diseñado por Volkswagen es muy sencillo. Parte del supuesto de que el tipo de árbol que va a utilizar (nogales) puede capturar, a lo largo de su vida, 297,3 kg de CO₂. Por otra parte un vehículo tipo POLO emite 119 gramos de CO₂ por cada km recorrido. Si recorre 20.000 km emitirá 2380 kg de CO₂. Si se quiere compensar las emisiones producidas en esos 20.000 km se necesitarán 8 árboles (2380/297,3=8). Un paquete de compensación en el marco de esta iniciativa de Volkswagen tiene el coste en función del tipo de coche que es el que define el nº de árboles necesarios por ejemplo en el golf se pueden compensar las emisiones que se producirían en 20.000 kilómetros por 14 árboles al precio de 260 euros. En el caso del Polo 4 árboles al precio de 90 euros compensarían 10.000 kilómetros y en el extremo un Tuareg requiere 139 árboles para compensar 150.000 kilómetros con un coste de 2.330 euros.

216 <https://www.factorco2.com/comun/docs/54-La%20compensaci%C3%B3n%20de%20emisiones%20en%20Espa%C3%B1a%202012.pdf>

217 <http://www.carbonfootprint.com/offset.aspx?o=0.680&a=r&r=CalcConsumption>
<http://www.forest-trends.org/vcm2014.php>
<http://www.forest-trends.org/documents/files/VCM2014PPT.pdf>

Los siguientes enlaces muestran iniciativas destacadas.

<http://www.carbonfootprint.com/carbonneutrality.html> <http://www.carbonfootprint.com/carbonoffset.html>
<http://www.carbonfootprint.com/offsetalternativeenergy.html> <http://www.carbonfootprint.com/offsetprojects.html>
<http://www.carbonfootprint.com/certifiedemissionreductioncer.html>
<http://www.carbonfootprint.com/gasqualityassuranceschemecarbonoffsetting.html>
<http://www.carbonfootprint.com/gasqualityassuranceschemecarbonoffsetting.html>
<http://www.carbonfootprint.com/carbonneutrality.html>

218 «Artículo 90. Compensación de emisiones.

1. Las empresas y personas físicas que así lo deseen podrán compensar sus emisiones de CO₂ a través de inversiones en incremento y mantenimiento de masas forestales, programas agrarios de reducción del CO₂ y otros programas que se establezcan por la Administración General del Estado, en colaboración con las Comunidades Autónomas. 2. El Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino, previo informe del Consejo Asesor de Medio Ambiente y de la Conferencia Sectorial de Medio Ambiente, establecerá los criterios de compensación, verificación y obligaciones de mantenimiento e información asociadas, así como las inversiones que se considerarán a efectos de 3. Esta compensación no será válida a los efectos del cumplimiento de la obligación de entrega anual de derechos de emisión de gases de efecto invernadero en el marco del régimen de comercio de derechos de emisión.

219 Real Decreto 163/2014, de 14 de marzo, por el que se crea el registro de huella de carbono, compensación y proyectos de absorción de dióxido de carbono. BOE nº 77 de 2014 29-3-2014.



UCAM



ITM



MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA



huella de carbono y su reducción, se desarrolla la compensación por absorciones de CO₂. Los elementos fundamentales del sistema de compensación se basan, por un lado, en la puesta en marcha de proyectos de absorción y, por otro, en la compensación de la huella de carbono²²⁰. Sin embargo, la compensación mediante proyectos de absorción aprobados y registrados al amparo del Real Decreto 163/2014 esta, por ahora restringida a la absorción por especies forestales arboladas y no se contempla las posibilidades de la agricultura de especies leñosas o de la acumulación en suelo y materia muerta. La materia orgánica en el suelo en suelos forestales de zonas áridas del levante es cuantitativamente muy importante, supone duplicar (45%) las reservas de carbono totales²²¹. Y la materia muerta puede suponer un 20% del total.

Con anterioridad al sistema de compensación creado, por el Real Decreto 163/2014, se habían puesto en marcha experiencias regionales que fomentaban la compensación voluntaria. Podrían ser, en este sentido, de interés, a modo de ejemplo, la experiencia desarrollada en 2009 en la Comunidad Autónoma de Murcia²²². Mucho más ambiciosa y técnicamente más desarrollada son iniciativas actuales como la de la Oficina Catalana de Cambio Climático “Compensación Voluntaria de Emisiones”^{223, 224}.

Como en el caso de los inventarios de emisiones o huella de carbono, en los que se utilizaban factores de emisión para multiplicar por los datos de actividad, en la compensación se utilizan factores que estiman la absorción media anual que realiza cada especie de vegetación.

La compensación de emisiones que produce una repoblación forestal se puede estimar de forma sencilla consultando la información contenida en la “Guía de Proyectos de Absorción”²²⁵ desarrollada por la Oficina Española de Cambio Climático, en el marco del Registro Nacional de Huella de carbono y Compensación de emisiones, creado por el Real Decreto 163/2014. En los cuadros finales de la guía se señala la absorción (fijación) que produciría cada unidad de una serie de especies forestales después de su crecimiento a 20, 25, 30, 35 y 40 años.

220 <https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/registro.aspx>

221 Véase la información suministrada en Seminario 1 Herramientas para la incorporación del cambio climático en los planes y proyectos

Sesión 2ª Compensación las emisiones utilizando los sumideros. Compensación a través de emisiones evitadas

Esteban Jordán. Ingeniero de Montes. Coordinador proyecto LIFE FORESTCO₂

PONENCIA DE JORDÁN

<https://drive.google.com/file/d/1JndVmAJ8OEqNgiA8r4BDGkVVRibWQwaV/view>

Suelo forestal conteniendo en t de carbono/hectárea 12,24 el sistema aéreo, 4 el sistema radicular, 10,7 la materia muerta frente a 22,20 del carbono retenido en el suelo.

222 En este tipo de iniciativas fomentadas desde las comunidades autónomas la reforestación se realiza en el territorio regional, preferentemente en espacios naturales, restaurando zonas afectadas por incendios forestales y las unidades de absorción son certificadas por la propia administración regional. En la Región de Murcia se puso en marcha la compensación a través de la iniciativa ‘Responsabilidad Social frente al Cambio Climático (RSCO2)’. Esta iniciativa permite que las empresas y organizaciones que compensen sus emisiones puedan obtener un certificado de la Consejería competente. Puede consultarse la información relacionada con la iniciativa en la Web: www.ecorresponsabilidad.es en el apartado “responsabilidad social corporativa aplicada al medio ambiente”, o bien directamente en www.cambioclimaticomurcia.carm.es

223 <http://canviclimatic.gencat.cat/es/ambits/mitigacio/programa-voluntari-de-compensacio-de-gasos-amb-efecte-dhivernacle/>

224

http://web.gencat.cat/web/shared/OVT/Departaments/TES/A_Qualitat_ambiental_TES/Documents/20467_Manual_sup_ort_promotors_compradors_credits_GEH.pdf

225 https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/guia_pa_v2_tcm30-178911.pdf

Especie	Absorciones estimadas (t CO ₂ /pie)					Fuente
	20 años	25 años	30 años	35 años	40 años	
<i>Pinus canariensis</i>	0,03	0,07	0,14	0,16	0,18	Tabla 201 del IFN3 y Anexo 2 (Coníferas) IFN1 (1)
<i>Pinus halepensis</i>	0,03	0,04	0,08	0,07	0,16	Tabla 201 del IFN3 y Anexo 2 (Coníferas) IFN1 (1)
<i>Pinus nigra</i> Sistema Ibérico	0,03	0,04	0,05	0,11	0,13	Tablas producción Madrigal (3)
<i>Pinus nigra</i> (Resto)	0,03	0,02	0,03	0,05	0,08	Tabla 201 del IFN3 y Anexo 2 (Coníferas) IFN1 (1)
<i>Pinus pinaster ssp. atlantica</i> Zona Norte interior	0,23	0,41	0,58	0,74	0,91	Tablas producción Madrigal (3)
<i>Pinus pinaster ssp. atlantica</i> Zona Norte costera	0,33	0,54	0,69	0,81	0,92	Tablas producción Madrigal (3)
<i>Pinus pinaster ssp. mesogeensis</i> Sistema Central	0,12	0,15	0,18	0,26	0,36	Tablas producción Madrigal (3)
<i>Pinus pinaster</i> (Resto)	0,02	0,03	0,03	0,08	0,09	Tabla 201 del IFN3 y Anexo 2 (Coníferas) IFN1 (1)
<i>Pinus pinea</i>	0,06	0,10	0,17	0,20	0,29	Tabla 201 del IFN3 y Anexo 2 (Coníferas) IFN1 (1)
<i>Pinus radiata</i>	0,46	0,79	1,17	1,56	1,78	Tablas producción Madrigal (3)
<i>Pinus sylvestris</i> Sistema Central	0,02	0,05	0,06	0,15	0,17	Tablas producción Madrigal (3)
<i>Pinus sylvestris</i> Sistema Ibérico	0,03	0,04	0,05	0,09	0,11	Tablas producción Madrigal (3)
<i>Pinus sylvestris</i> Pirineos	0,04	0,05	0,07	0,11	0,17	Tablas producción Madrigal (3)
<i>Pinus sylvestris</i> Resto	0,03	0,05	0,06	0,12	0,15	Tabla 201 del IFN3 y Anexo 2 (Coníferas) IFN1 (1)
<i>Pinus uncinata</i>	0,04	0,05	0,09	0,11	0,12	Tabla 201 del IFN3 y Anexo 2 (Coníferas) IFN1 (1)
<i>Pistacia terebinthus</i>	0,04	0,11	0,21	0,35	0,40	Asimilación
<i>Platanus hispanica</i>	0,21	0,46	0,67	0,92	1,26	Asimilación
<i>Populus alba</i>	0,21	0,46	0,67	0,92	1,26	Tabla 201 del IFN3 y Anexo 2 (frondosas) IFN1 (2)
<i>Populus nigra</i>	0,29	0,72	1,01	1,44	1,90	Tabla 201 del IFN3 y Anexo 2 (frondosas) IFN1 (2)
<i>Populus x canadensis</i>	0,34	0,81	1,18	1,55	2,02	Tabla 201 del IFN3 y Anexo 2 (frondosas) IFN1 (2)
<i>Prunus spp.</i>	0,15	0,19	0,22	0,26	0,30	Asimilación
<i>Pseudotsuga menziesii</i>	0,35	0,63	1,30	2,88	3,40	Tabla 201 del IFN3 y Anexo 2 (Coníferas) IFN1 (1)
<i>Pyrus spp.</i>	0,15	0,19	0,22	0,26	0,30	Asimilación
<i>Quercus canariensis</i>	0,05	0,06	0,13	0,15	0,17	Tabla 201 del IFN3 y Anexo 2 (frondosas) IFN1 (2)
<i>Quercus faginea</i>	0,04	0,05	0,10	0,11	0,13	Tabla 201 del IFN3 y Anexo 2 (frondosas) IFN1 (2)

Cuadro de la "Guía de Proyectos de Absorción" que señala la absorción (fijación) que produciría cada unidad de una serie de especies forestales después de su crecimiento a 20, 25, 30, 35 y 40 años. Fuente Ministerio para la Transición Ecológica.

De esta forma, se pueden determinar los árboles que necesitarían para compensar una determinada cantidad de emisiones medidas como CO₂ equivalente.

Es importante recordar que estas tablas solo contemplan el carbono capturado por la materia viva (vegetación aérea y raíces), no tiene en cuenta el carbono secuestrado en suelo y hojarasca que puede suponer doblar la capacidad de compensación. En terrenos forestales de la región de Murcia estudiados por el Proyecto LIFE FOREST-CO₂, de un total de 120,9 toneladas de carbono por hectárea, 35 correspondían al sistema aéreo, 10,5 al sistema radicular, 19,93 a la materia muerta y 55,5 al carbono retenido en el suelo.

Con independencia de la repoblación forestal son interesantes las posibilidades que ofrece la gestión forestal (mejoras en las masas forestales). Estas posibilidades han sido estudiadas por el Proyecto LIFE FOREST-CO₂. Siguiendo alguna de las experiencias basadas en el conocimiento generado por este proyecto LIFE se sintetizaron datos de utilidad en el "Seminario 1 Herramientas para la incorporación del cambio climático en los planes y proyectos" en la que se dedicó una ponencia a la compensación a través de la gestión forestal²²⁶. De esta forma se barajan incrementos de la capacidad de absorción mediante la gestión forestal del orden del 18 %.

226 Véase la información suministrada en Seminario 1 Herramientas para la incorporación del cambio climático en los planes y proyectos

Sesión 2ª Compensar las emisiones utilizando los sumideros. Compensación a través de emisiones evitadas
Esteban Jordán. Ingeniero de Montes. Coordinador proyecto LIFE FORESTCO2



UCAM



ITM Instituto Tecnológico de Murcia



MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA



En la citada ponencia y en base al Proyecto LIFE FOREST-CO₂ se destaca la posibilidad de incrementar la capacidad de absorción en 36,73 toneladas de CO₂ /h mediante mejoras en las masa forestales existentes en diversos lugares de la región de Murcia. La experiencia desarrollada en 15 hectáreas supone un coste de 27.000 euros y una captura de 2.020,15 toneladas de CO₂ lo que implica un coste por tonelada compensada de 13,37 euros.

Al margen de la compensación con especies forestales, muchas especies de interés agrícola se caracterizan por poseer una alta velocidad de crecimiento, incluso superior a la de numerosas especies de vegetación de tipo natural, lo que se traduce en una importante tasa de fijación de CO₂. Las posibilidades de utilizar la agricultura para la compensación de emisiones dependerán de que las explotaciones desarrollen su actividad capturando más CO₂ que el emitido por uso de maquinaria, laboreo y abono nitrogenado. Buena parte de la agricultura y especialmente la de frutales, agríos y demás cultivos leñosos tienen esta característica, no necesitan grandes gastos energéticos para su cultivo y son productos que, en su mayor parte, se comercializan a pie de producción en fresco, es decir poco, o nada transformados.

Como referencias cuantitativas sobre las posibilidades que ofrecen los cultivos agrícolas para la compensación de emisiones se pueden señalar los trabajos realizados por la la Universidad Politécnica de Cartagena (UPCT).²²⁷ De acuerdo con estos trabajos, se puede destacar el ejemplo del cultivo de naranjos en el que cada hectárea captura de media 20 toneladas de CO₂ al año. Suponiendo unas emisiones anuales de 5 toneladas de CO₂ al año por cultivo (emisiones óxido nitroso por abonado nitrogenado y combustibles fósiles de maquinaria agrícola, envasado y transporte a 1.000 km), concluiríamos que estos cultivos capturan de forma neta en un ciclo de vida de 10 años entre 100 y 150 toneladas de CO₂ por hectárea²²⁸.

Si además pudiéramos incrementar el carbono en el suelo mediante aportaciones de materia orgánica, la capacidad de captura de CO₂ de la agricultura es mucho más elevada. En este sentido, hay que destacar, como se ha comentado, la iniciativa Francesa "4 por 1000"²²⁹ nacida en el marco de la COP 21 de París. La iniciativa tiene

PONENCIA DE JORDÁN

<https://drive.google.com/file/d/1JndVmAJ8OEqNgiA8r4BDGkVVRibWQwaV/view>

227 Dinámica de captación de CO₂ por los cultivos de naranjo en la Región de Murcia. Alain Baille et al. UPCT. Páginas 141-155 del libro:

Etiquetado de carbono en las explotaciones y productos agrícolas. La Iniciativa agricultura murciana como sumidero de CO₂ http://cambioclimaticomurcia.carm.es/pdfs/libro_lessco2.pdf

Más información en <http://www.lessco2.es/>

http://www.lessco2.es/pdfs/INFORME_SUBVENCION_MAYO_12.pdf

228 Estimaciones realizadas por el Servicio de Fomento del Medio Ambiente y Cambio Climático en base al conocimiento generado por la iniciativa "Agricultura Murciana como sumidero de CO₂" <http://www.lessco2.es/>

229 <http://newsroom.unfccc.int/lpaa-es/agricultura/unase-a-la-iniciativa-41000-suelos-para-la-seguridad-alimentaria-y-el-clima/>

http://agriculture.gouv.fr/sites/minagri/files/1509-climat-4pour1000-esp_nov2015.pdf

http://www.mapama.gob.es/va/prensa/160609jornadainiciativa4pormil_tcm35-423945_noticia.pdf



el objetivo de mejorar el contenido en materia orgánica y propiciar la captura de carbono en los suelos mediante la implementación de buenas prácticas agrarias y compromisos voluntarios para incrementar un 0,4 por 100/por año el carbono contenido en el suelo²³⁰.

5.4.2.2. Sistemas de compensación por emisiones evitadas

Como hemos señalado uno de los posibles métodos de compensación es el de emisiones evitadas. En nuestro caso, emisiones que dejarían de producirse gracias a actuación contemplada por el plan o proyecto sometido a evaluación ambiental. Los métodos para compensación por emisiones evitadas son diversos. Por ejemplo, las emisiones evitadas por aplicación de estiércol en la agricultura (ya comentada y que es utilizada en los proyectos de evaluación de impacto ambiental de ganadería) cuyo aporte sustituye la necesidad de suministrar una parte del abonado nitrogenado de síntesis que de esta forma no es necesario fabricar ni transportar hasta los cultivos. También, en sectores dedicados a la gestión de residuos la recuperación de recursos de los residuos genera emisiones evitadas²³¹.

Una de las emisiones evitadas más interesantes es la relacionada con el agua de suministro. En el sur y levante de nuestro país con una creciente escasez de agua y elevadas tarifas²³² de los servicios municipales de suministro, la captura y aprovechamiento del agua de lluvia es una posibilidad de compensación que debe utilizarse en los planes y proyectos sometidos a evaluación ambiental.

También, junto a los anteriores, uno de los ejemplos clásicos de compensación por emisiones evitadas es el de las energías renovables pero hay otros muchos como se muestra en la Web del Ministerio para la Transición Ecológica para los “*Proyectos Clima*”²³³ y en la web de la Oficina Catalana de Cambio Climático en su programa voluntario de reducción de emisiones²³⁴. En este último caso podemos encontrar métodos y ejemplos de estimación de emisiones evitadas muy diversos²³⁵.

Iniciativa 4 por mil: el carbono orgánico del suelo como herramienta de mitigación y adaptación al cambio climático en España Enero 2018

https://www.miteco.gob.es/images/es/4por1000_tcm30-438109.pdf

230 Véase la ponencia desarrollada por María José Martínez. Catedrática de la Universidad de Murcia. Coordinadora del Proyecto LIFE AMDRY - C4

[SEGUNDA PONENCIA DE MARTÍNEZ](#)

231 <https://asegre.com/wp-content/uploads/2017/06/Herramienta-de-Calculo.xls>

https://www.tierra.org/wp-content/uploads/2016/01/compostaje_reducir_huella_carbono_estatal.pdf

232 “Tarifas 2017. Precio de los servicios de abastecimiento y saneamiento en España”. Asociación Española de Empresas Gestoras de Servicios de Agua Urbana.

233 <https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/proyectos-clima/default.aspx>

234 http://canviclimatic.gencat.cat/es/reduex_emissions/com-calculer-emissions-de-geh/Calcul-de-la-reduccio-demissions-duna-actuacio/

http://canviclimatic.gencat.cat/es/politiques/politiques_catalanes/la_mitigacio_del_canvi_climatic/programa-voluntari-de-compensacio-de-gasos-amb-efecte-dhivernacle/index.html

http://web.gencat.cat/web/shared/OVT/Departaments/TES/A_Qualitat_ambiental__TES/Documents/20467_Manual_sup_ort_promotors_compradors_credits_GEH.pdf

235 <http://web.gencat.cat/es/tramits/tramits-temes/Programa-voluntari-de-compensacio-demissions-de-gasos-amb-efecte-hivernacle?category=&moda=1>



UCAM



ITM Instituto Tecnológico de Murcia



MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA



El listado de estas metodologías para la estimación de la reducción de emisiones se extienden a diversos tipos de actuaciones en sectores como el agrícola, residencial y comercial, industrial, residuos, transporte y gases fluorados²³⁶.

Opciones de compensación por emisiones evitadas

1. Emisiones evitadas por captura y aprovechamiento del agua de lluvia

La potabilización y puesta a disposición de agua para los nuevos planes y proyectos sometidos a evaluación ambiental supone un importante consumo energético y la consecuente emisión de gases de efecto invernadero. De la misma forma la depuración de las aguas usadas que han entrado en el alcantarillado municipal supone notables emisiones y costes. En consecuencia, la captura y utilización de un m³ de agua de lluvia supone emisiones evitadas ya que se evita su producción y suministro y en su caso el saneamiento y depuración.

Esta es, por otra parte, una forma de compensación basada en la ecoeficiencia ya que además de los beneficios ambientales (reducción de emisiones para potabilización y distribución), supone claros ahorros económicos. Esta modalidad de compensación de emisiones es, además, una estrategia de adaptación (prevención ante la escasez futura) encuadrable en el amplio conjunto de medida basada en la naturaleza (reducción de daños por escorrentía y reducción de la isla de calor urbano por el aumento de humedad del suelo por los sistemas de captura y evapotranspiración por la vegetación utilizada).

En concreto, cada metro cubico de agua suministrada por los servicios municipales supone para su potabilización y distribución unas emisiones de 0,152 kg de CO₂ y un ahorro para el usuario de entre 2 y 3 euros. Por otra parte, cada metro cubico de agua de lluvia que por ser aprovechada no va al alcantarillado y no pasa por la depuradora municipal supone un ahorro para la Administración Municipal que gestiona la depuradora de 0,4 euros²³⁷ y unas emisiones evitadas de 0,243 kg de CO₂. En total, el ciclo urbano de agua (suministro y tratamiento del agua usada) supone unas emisiones²³⁸ de 0,395 kg de CO₂/m³.

Actuaciones de implementación de energías renovables (reducción de emisiones de GEI sustituyendo tecnología que funciona con fuentes no renovables por energías renovables). -Actuaciones de movilidad eléctrica (reducción de emisiones de GEI por la sustitución de vehículos de combustión por vehículos eléctricos o por bicicletas y triciclos eléctricos). -Actuaciones de evitar el desperdicio alimentario (reducción de emisiones de GEI que supone evitar que los excedentes alimentarios se derrochen y se tengan que gestionar como un residuo).-Gestión de fertilizantes en suelos agrícolas (actuación de optimización de la cantidad de fertilizante nitrogenado aplicado a los suelos agrícolas)

236 <https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/fondo-carbono/metodologias.aspx>

237 Costes por agua tratada. Fuente: Consorcio de Depuración de Aguas Residuales de la Región de Murcia (ESAMUR). "Proyecto LIFE Renewat Edar (Depuradora del municipio de Archena)

238 Fuente Generalitat de Cataluña. Oficina Catalana de Cambio Climático. Total m³ 0,395 kg de CO₂ (suministro: 0,152 kg de CO₂, tratamiento: 0,243 kg de CO₂). Estos datos son coherentes con los utilizados en Francia. Se puede consultar Base Carbone elaborada por la Agencia del Medio Ambiente y la Energía Total m³ 0,394 kg de CO₂ (suministro: 0,132 kg de CO₂, tratamiento: 0,262 kg de CO₂).

Recurso no consumido	Emisiones evitadas (kg CO ₂ eq/m ³ de agua de redes municipales no consumido)	Fuente
Agua	0,4	Oficina catalana de cambio Climático y Base Carbone (Agencia del medio Ambiente y la Energía. Francia)

En los tres cuadros siguientes se muestra las emisiones y las tarifas por suministro y depuración.

EMISIONES POR SUMINISTRO Y TRATAMIENTO DE AGUA A TRAVES DE REDES DE DISTRIBUCIÓN Y SANEAMIENTO

	SUMINISTRO (producción de agua potable) Kg CO ₂ /M ³	TRATAMIENTO (Agua usada) Kg CO ₂ /M ³	TOTAL Kg CO ₂ /M ³
Generalitat de Catalunya. Oficina de Cambio Climático	0,152 (29 captación, 50 potabilización y 73 distribución)	0,243 (0 alcantarillado, no contemplado; 134 tratamiento; 107 retorno al medio y 2 reutilización)	0,395
Ministerio francés de Medio Ambiente. Catálogo de factores de emisión de Base Carbone ²³⁹	0,132	0,262	0,394
ECOINVENT Base de datos privada (Suiza) (2010)	0,444	0,142	0,586

COSTE POR SUMINISTRO Y TRATAMIENTO DE AGUA (COSTE EN €/M³) A TRAVES DE REDES DE DISTRIBUCIÓN Y SANEAMIENTO (Provincias de Murcia y Alicante, otras provincias colindantes y la media nacional –media de 52 provincias)

TARIFAS	ABASTECIMIENTO €/M ³	SANEAMIENTO €/M ³	TOTAL €/M ³
---------	---------------------------------	------------------------------	------------------------

²³⁹ <http://www.bilans-ges.ademe.fr/>



UCAM



ITM



TARIFAS	ABASTECIMIENTO €/M ³	SANEAMIENTO €/M ³	TOTAL €/M ³
Municipio de Murcia ²⁴⁰ (doméstico)	2,7	0,66	3,38
Media Región de Murcia ²⁴¹ (doméstico)	1,65	0,93	2,58
Media Región de Murcia (no doméstico)			3,01
Media provincia de Alicante (doméstico)	1,30	0,93	2,23
Media provincia de Alicante (no doméstico)			3,04
Media provincia de Albacete (doméstico)	1,06	0,54	1,60
Media provincia de Albacete (no doméstico)			2,22
Media Baleares (doméstico)	1,33	1,05	2,38
Media Baleares (no doméstico)			6,35
Media provincia de Valencia (doméstico)	0,83	0,97	1,80
Media provincia de Valencia (no doméstico)			1,85
Media Nacional (doméstico)	1,04	0,77	1,81
Media Nacional (no doméstico)			2,44

En el caso de obras públicas, donde habitualmente el suministro de agua no se puede hacer a través de redes de abastecimiento, la base de datos²⁴² HUECO2 señala 0,319 kg de CO₂/m³ como factor de emisión para el agua como materia prima a lo que hay que sumar su transporte y distribución hasta la obra para lo que hay que tener en cuenta que por cada hora de funcionamiento de un camión cisterna de 10 m³ se emiten 46,76 kg de CO₂.

A continuación se recogen una serie de tablas que muestran ejemplos comparativos de medidas sencillas que generan emisiones evitadas mediante la captura y aprovechamiento del agua de lluvia y que participan de la ecoeficiencia, la economía circular y son Soluciones Basadas en la Naturaleza.

1. ROTONDA ESTANDAR FRENTE A ROTONDA CON APROVECHAMIENTO DE AGUA DE LLUVIA Y VEGETACIÓN

240 Fuente: Elaboración propia a partir de recibos de Aguas de Murcia

241 Fuente: "Tarifas 2017. Precio de los servicios de abastecimiento y saneamiento en España". Asociación Española de Empresas Gestoras de Servicios de Agua Urbana.

242 Factores de emisión y hoja de cálculo desarrollada por el proyecto Huella de Carbono de la Construcción de Obras Públicas HUECO2 financiado por la Fundación Biodiversidad del Ministerio para la Transición Ecológica.

ROTONDA DE 24 M. DE DIÁMETRO EN NUEVA URBANIZACIÓN (precipitación anual 300 litros/ M ² ; cuenca de recepción 2.200 M ² ; coeficiente de escorrentía 0,9)	ROTONDA ESTANDAR	ROTONDA CON APROVECHAMIENTO DE AGUA DE LLUVIA Y VEGETACIÓN
Coste construcción	10.500,00 €	12.500,00 €
Coste para los servicios municipales que supone la entrada de agua al alcantarillado	-0,4€ x2.200m ² x0,9 escorrentiax0,3m ³ /m ² = 237,6€	
Valor del agua capturada		-594m ³ X 3 €/m ³ (tarifa usuario no domestico) 1.782 €
Emisiones evitadas		594m ³ capturados x0,4kgCO ₂ /m ³ =237,6 kgCO ₂
Cobeneficios y/o costes ambientales	<ul style="list-style-type: none"> - Vertido directo al sistema de saneamiento - Efectos negativos en caso de lluvias torrenciales - Sin vegetación - Incremento efecto isla de calor urbano 	<ul style="list-style-type: none"> - Amortiguación de vertido en caso de lluvias torrenciales - Almacenamiento para riego y baldeo - Rotonda con vegetación - Reducción efecto isla calor urbano por incremento de evapotranspiración - Retorno del sobre coste en 2 años

2. APARCAMIENTO ESTÁNDAR IMPERMEABLE A BASE DE ASFALTO FRENTE A INSTALACIÓN PERMEABLE CON CAPTURA Y APROVECHAMIENTO AGUA DE LLUVIA

APARCAMIENTO 1000 m ² - 50 PLAZAS (precipitación anual 300 l/m ² ; coeficiente de escorrentía 0,9)	INSTALACIÓN ASFALTO ESTÁNDAR	INSTALACIÓN PERMEABLE CON CAPTURA Y APROVECHAMIENTO AGUA DE LLUVIA
Coste de instalación	25.000 €	13.600 € (viales de zahorra compactada y pavimento drenante y vegetación)
Agua capturada	0	270 m ³
Coste para los servicios municipales que supone la entrada de agua al alcantarillado	0,4 € x 270 m ³ =108 €	
Valor del suministro de agua Capturada (tarifa usuario no domestico)		3 € x 270 m ³ =810 €
Emisiones evitadas		270 m ³ capturados x 0,4kgCO ₂ /m ³ =108 kgCO ₂
Costes ambientales/cobeneficios	<ul style="list-style-type: none"> - Contribución a inundaciones locales por elevado coeficiente de escorrentía - Contribución al incremento de isla de calor urbano 	<ul style="list-style-type: none"> - Retención de la precipitación, almacenamiento y posterior aprovechamiento - Reducción de isla de calor urbano por incremento de la

		evapotranspiración
--	--	--------------------

3. ESPACIO PAVIMENTADO IMPERMEABLE EN ZONAS COMERCIALES O INDUSTRIALES FRENTE A PAVIMENTO PERMEABLE CON CAPTURA Y APROVECHAMIENTO AGUA DE LLUVIA

ESPACIO PAVIMENTADO EN ZONAS COMERCIALES O INDUSTRIALES 2000m ² (1500 pavimento y 500 jardín. Precipitación anual 333 l/m ² . Coeficiente escorrentía pavimento 0,9	PAVIMENTO IMPERMEABLE (parterre elevado)	PAVIMENTO PERMEABLE CON CAPTURA Y APROVECHAMIENTO AGUA DE LLUVIA (deposito enterrado de 50m ³ y Jardín con parterre deprimido para recogida agua lluvia)
Coste de construcción deposito 50m ³		8.000€
Agua capturada		1.500m ² x0,9 escorrentiax0,333m ³ /m ² = 405 m ³
Coste para los servicios municipales que supone la entrada de agua al alcantarillado	-0,4€ x1500m ² x0,9 escorrentiax0,333m ³ /m ² =162€	
Coste de riego 500 m ² de jardín	-500m ² x1m ³ /año/m ² jardinx1,6€ (solo suministro)/m ³ =800€ -500m ² x1m ³ /año/m ² jardinx3€tarifa completa (suministro y saneamiento)/m ³ =1.500€	
Ahorro total año		-800€ con tarifa solo suministro -1.500€ con tarifa completa usuario no domestico
Periodo de retorno de la inversión en construcción deposito 100m ³		5 años
Emisiones evitadas por utilización de agua de lluvia		449,5m ³ capturados x0,4kgCO ₂ /m ³ =179,8 kgCO ₂
Cobeneficios y/o costes ambientales	<ul style="list-style-type: none"> - Vertido directo al sistema de saneamiento - Contribución a efectos negativos en caso de lluvias torrenciales 	<ul style="list-style-type: none"> - Ahorro de agua y emisiones asociadas - Amortiguación de vertido en caso de lluvias torrenciales

4. CAPTURA Y APROVECHAMIENTO DE AGUA DE LLUVIA EN CUBIERTAS DE EDIFICIOS URBANOS E INDUSTRIALES (ejemplo para 1.000 m² y una precipitación media anual de 333 litros/m²)

Superficie M ²	Precipitación anual en mm.	M ³ capturados/año	Emisiones evitadas kg CO ₂ /M ³	Beneficio ambiental kg CO ₂ /año	Beneficio económico en €/año
---------------------------	----------------------------	-------------------------------	---	---	------------------------------



UCAM



ITM



MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA



1.000	313	313	0,4	125	939
-------	-----	-----	-----	-----	-----

5. EXPLOTACIÓN GANADERA DE PORCINO SIN CAPTURA DE AGUA DE LLUVIA FRENTE INSTALACIÓN CON CAPTURA Y APROVECHAMIENTO DE AGUA DE LLUVIA

EXPLORACIÓN GANADERA DE PORCINO (3.600 PLAZAS DE CEBO) -Superficie de cubiertas de los edificios 5.500 m ² -Precipitación anual 330 l/m ² ;	INSTALACIÓN SIN CAPTURA DE AGUA DE LLUVIA	INSTALACIÓN CON CAPTURA Y APROVECHAMIENTO DE AGUA DE LLUVIA EN RIEGO SETO PERIMETRAL Y OTROS USOS
Coste de instalación depósito de 30m ³	0€	4.000€
Agua recogida	0	1.815m ³
Valor de agua capturada	0€	1.815 m ³ x 1,5€/m ³ =2.722€
Emisiones evitadas	0	1.815 m ³ x 0,4kgCO ₂ /m ³ =726 kgCO ₂
Periodo de retorno de la inversión en construcción depósito 30m ³		1,5 años

2. Emisiones evitadas por generación de energía a base de energía renovable

Dentro las posibilidades de compensación de emisiones por emisiones evitadas, destaca la generación de energía a base de energía renovable.

Las condiciones climáticas y las opciones tecnológicas de las energías renovables, con multitud de tamaños y potencias de los equipos individuales (desde los 5-10 kW de instalaciones solares térmicas o fotovoltaicas en entornos urbanos, hasta los 1,5 MW de los aerogeneradores eólicos), pueden favorecer su incorporación en planes y proyectos de diferentes sectores y en diferentes situaciones.

Una de las opciones de emisiones evitadas a través de energías renovables es la instalación de energía solar fotovoltaica²⁴³ que permita el autoconsumo de energía eléctrica. El Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía

243 Puede consultarse la ponencia desarrollada en el marco del I Seminario 1 Herramientas para la incorporación del cambio climático en los planes y proyectos
Sesión 2ª Compensar las emisiones utilizando los sumideros. Compensación a través de emisiones evitadas

Francisco Espín Sánchez. Docente y experto en energía solar fotovoltaica. Director de Efficency Services Consulting, una consultora de ingeniería y formación
[PONENCIA DE FRANCISCO ESPIN](#)



UCAM



ITM Instituto Tecnológico de Minería



GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA



Fundación Biodiversidad



PIMA adapta



oecc Oficina Española de Cambio Climático

eléctrica²⁴⁴ contribuirá a facilitar la penetración de energías renovables en los planes y proyectos sometidos a evaluación ambiental como medida ambiental y económicamente más ventajosa que el suministro tradicional desde la red.

Para producir un kWh en España como veremos más adelante, se emitieron en 2018 como media del mix eléctrico peninsular²⁴⁵ 0,321 kg de CO₂. Y 0,331 kg de CO₂ como valor peninsular que contempla varios años hasta 2016.

El valor del factor de emisión por consumo eléctrico puede ser proporcionado por cada compañía comercializadora en base al mix de las fuentes de energía que ha utilizado para su producción. Las empresas suministradoras tienen obligación de suministrar esta información. Sin embargo, en la fase de elaboración del plan y proyecto sometido a evaluación ambiental no es posible saber la compañía o compañías comercializadoras que en el futuro, una vez autorizado el plan o proyecto, suministrarán la energía eléctrica. También es importante disponer de un factor de emisión representativo del conjunto para estimar las emisiones evitadas por energías renovables y su utilización como técnica de compensación. Es por esta razón que es conveniente utilizar un factor de emisión representativo del mix eléctrico del conjunto de las suministradoras. Este sería para el caso del mix eléctrico peninsular elaborado cada año por la oficina catalana de cambio climático (OCCC). El último correspondiente a 2018 ha sido publicado en marzo de 2019²⁴⁶. El mix de eléctrico peninsular general que la OCCC recomienda utilizar para el año 2018 es 321 g CO₂/kWh.

En mix eléctrico varía anualmente por lo que si se quiere optar por un factor de emisión menos fluctuante se recomienda utilizar el elaborado por la Secretaría de estado de Energía del Ministerio para la Transición Ecológica “FACTORES DE EMISIÓN DE CO₂ y COEFICIENTES DE PASO A ENERGÍA PRIMARIA DE DIFERENTES FUENTES DE ENERGÍA FINAL CONSUMIDAS EN EL SECTOR DE EDIFICIOS EN ESPAÑA”²⁴⁷ (Resolución conjunta de los Ministerios de Industria, Energía y Turismo, y Ministerio de Fomento) Este documento de aplicación en eficiencia y calificación energética de edificios desde el 14 de enero de 2016 se encuentra en su web en el apartado de eficiencia energética y dentro de este en el de “documentos reconocidos” (documentos reconocidos del Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios -RITE)

En este documento elaborado en 2016 conjuntamente por los Ministerios de Industria y Energía y el de Fomento se proponen como representativos los siguientes factores de emisión:

Sistema Peninsular 331 g CO₂/kWh.

Baleares 932 g CO₂/kWh.

²⁴⁴ <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2019-5089>

²⁴⁵ Media del Mix eléctrico peninsular en 2018. Fuente Oficina catalana de Cambio Climático

²⁴⁶ http://canviclimatic.gencat.cat/web/.content/04_ACTUA/Com_calcular_emissions_GEH/factors_emissio_associats_en_ergia/190219_Nota-metodologica-mix_esp.pdf

²⁴⁷

https://energia.gob.es/desarrollo/EficienciaEnergetica/RITE/Reconocidos/Reconocidos/Otros%20documentos/Factores_emision_CO2.pdf



UCAM



ITM Instituto Tecnológico de Valencia



MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA



Canarias 776 g CO₂/kWh.

Ceuta y Melilla 721 g CO₂/kWh.

Cada metro cuadrado de panel para energía solar fotovoltaica produce cada año en el levante español 195 kWh. Para producir un kWh en España se ha emitido, como hemos visto, como media del mix eléctrico peninsular de 2018²⁴⁸ 0,321 kg de CO₂. En consecuencia, cada metro cuadrado de panel compensa cada año 62,6 kg es decir 0,06 toneladas de CO₂. El coste de instalación de un metro cuadrado de panel de energía solar fotovoltaica se sitúa en unos 144 euros. Con esta opción al tiempo que se compensan las emisiones se reduce la factura eléctrica por cada metro cuadrado de panel en 29,4 euros cada año.

Cada metro cuadrado de panel para energía solar fotovoltaica compensa cada año 62,6 kg es decir 0,06 toneladas de CO₂ (Tomando como media peninsular 0,321 kg de CO₂/kwh) . Si tomamos como media peninsular 0,331 kg de CO₂/kwh la recomendada por la Resolución conjunta de los Ministerios de Industria, Energía y Turismo, y Ministerio de Fomento compensa cada año 64,5 kg (resolución conjunta de los Ministerios de Industria, Energía y Turismo, y Ministerio de Fomento).

En Baleares, Canarias Ceuta y Melilla es especialmente interesante compensar mediante emisiones evitadas por producción de energía solar fotovoltaica. En Baleares con un factor de emisión de 932 g CO₂/kWh cada metro cuadrado de panel para energía solar fotovoltaica compensa cada año 181,7 kg es decir 1,8 toneladas de CO₂.

A continuación se recogen dos ejemplos

1. COMPENSACIÓN MEDIANTE INSTALACIÓN DE LUMINARIAS DE ENERGÍA SOLAR

CONSUMO EVITADO	1 Luminaria de 100w x 4380 horas/año =438 kwh/año.
EMISIONES EVITADAS PENINSULA (Tomando 0,321 kg de CO ₂ /kwh)	438 kwh/año x 0,32 kg de CO ₂ /kwh = 140,1 kg CO ₂
EMISIONES EVITADAS BALEARES (Tomando 0,932 kg de CO ₂ /kwh)	438 kwh/año x 0,32 kg de CO ₂ /kwh = 408,2 kg CO ₂
AHORRO EN FACTURA ELÉCTRICA	0,15 euros/kw x 438 kwh/año = 65,7 euros/luminaria/año

2. COMPENSACIÓN MEDIANTE ENERGÍA SOLAR DE LA DESTRUCCIÓN DE SUMIDERO POR OCUPACIÓN DE SUELOS EN LA PENINSULA. (ejemplo para un centro industrial o comercial de 10.000 m²)

Contenido en t de	Equivalencia	Toneladas	Superficie de	Coste ²⁵⁰	Valor de la energía
-------------------	--------------	-----------	---------------	----------------------	---------------------

²⁴⁸ Media del Mix eléctrico peninsular en 2018. Fuente Oficina catalana de Cambio Climático



Carbono/hectárea	en tCO ₂	de CO ₂ /año a compensar (10 años mediante emisiones evitadas por energía solar)	placas solares necesarias ²⁴⁹ en m ²	en euros	generada cada año
25	90	9	14	2.736	423
21	75	7,5	12	1.728	352

3. COMPENSACIÓN MEDIANTE ENERGÍA SOLAR DE LA DESTRUCCIÓN DE SUMIDERO POR OCUPACIÓN DE SUELOS EN BALEARES. (ejemplo para un centro industrial o comercial de 10.000 m²)

Contenido en t de Carbono/hectárea	Equivalencia en tCO ₂	Toneladas de CO ₂ /año a compensar en 10 años mediante emisiones evitadas por energía solar	Superficie de placas solares necesarias ²⁵¹ en m ²	Coste ²⁵² en euros	Valor de la energía generada cada año
25	90	9	5	720	146,8
21	75	7,5	4	576	117,5

Se pueden consultar las metodologías de cálculo de emisiones evitadas por uso de energías renovables en el marco de los proyectos CLIMA ²⁵³ y en el marco de las iniciativas impulsadas por la Oficina Catalana de Cambio Climático²⁵⁴.

Las instalaciones industriales suponen por lo general un importante consumo de electricidad e incluso en las instalaciones ganaderas intensivas el consumo eléctrico es destacado. En el caso de la ganadería de porcino el consumo eléctrico (alcance 2) supone un 10-15% de las de alcance 1. El gasto económico anual también es destacado. Por ejemplo en una granja de 3.500 plazas de cebo los costes anuales en electricidad sería de unos 125.000 €²⁵⁵.

En instalaciones ganaderas por su elevado consumo energético, la compensación de emisiones de alcance 1 mediante energía solar fotovoltaica es interesante²⁵⁶. Con

²⁵⁰ Coste de una placa solar 144 euros/m²

²⁴⁹ 1 m² de placa solar 120w x1632 horas =195,8 kwh/año. 195,8 kwh/año x 0,32 kg de CO₂/kwh= 0,06 t CO₂ evitadas
²⁵¹ 1 m² de placa solar 120w x1632 horas =195,8 kwh/año. 195,8 kwh/año x 0,932kg de CO₂/kwh= 1,8 t CO₂ evitadas

²⁵² Coste de una placa solar 144 euros/m²

²⁵³ <https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/fondo-carbono/metodologias.aspx>

²⁵⁴ <http://web.gencat.cat/es/tramits/tramits-temes/Programa-voluntari-de-compensacio-demissions-de-gasos-amb-efecte-hivernacle?category=&moda=1>

²⁵⁵ Teniendo en cuenta este precio KW/h de la compañía Iberdrola 0,124107 €/kWh

²⁵⁶ <https://www.energias-renovables.com/fotovoltaica/energia-solar-para-900-cerdos--20140422>



energía fotovoltaica se pueden hacer funcionar los motores de la explotación para la alimentación de los animales, la bomba para elevar el agua hasta los depósitos y posteriormente a los bebederos, y en general toda la iluminación del recinto. También se podrá usar para el sistema de vigilancia o de alarma.

A modo de ejemplo una placa solar de 250 W pico de potencia y superficie entre 1,3-1,5 m² produce al año entre 350 y 400 kWh. La instalación de 50-75 placas solares produciría de 20.000-30.000 kWh al año en su conjunto.

Otras medidas para la eficiencia energética se pueden consultar en la siguiente guía²⁵⁷ "Medidas de eficiencia energética en las instalaciones ganaderas" de la Junta de Andalucía (2018).

3. Emisiones evitadas por sustitución de abonado de síntesis gracias a la aplicación de purines y estiércol en la agricultura

Un ejemplo de compensación por emisiones evitadas es la aplicación de purines y estiércol en la agricultura (modo de compensación que es utilizado habitualmente en los proyectos de evaluación de impacto ambiental de ganadería) cuyo aporte²⁵⁸ sustituye la necesidad de suministrar una parte del abonado nitrogenado de síntesis que de esta forma no es necesario fabricar ni transportar hasta los cultivos.

La fabricación de abonos minerales supone importantes emisiones de CO₂ equivalente. Se barajan cifras de entre 5 y 10 kg de CO₂ eq/por kg de nitrógeno producido en fábrica²⁵⁹. Lo que puede suponer unas emisiones evitadas²⁶⁰ de hasta 57 kg de CO₂eq (entre 15 y 50).

El ahorro de abonado mineral supone evitar emisiones por fabricación y transporte de abonos que de esta forma no son necesarios, porque son sustituidos por la aportación²⁶¹ de los mismos a través del uso agronómico de los purines y materia

<http://www.energetica21.com/noticia/sistema-hbrido-con-fotovoltaica-y-bateras-para-convertir-en-autosuficiente-a-granja-de-cerdos>

https://www.damiasolar.com/actualidad/blog/articulos-sobre-la-energia-solar-y-sus-componentes/energia-solar-para-granjas-de-cerdos-y-terneros_1

257 https://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/Medidas_eficiencia_energetica_instalaciones_ganaderas.pdf

258 Nitrógeno aportado a la agricultura 3-5,7kg de N/m³ de purín

259 http://www.unizar.es/centros/eps/doc/HuelladeCarbonoLALGranadaSept2010_d.pdf

Base Carbene (Ministerio Francés de Medio Ambiente) considera que se emiten 6,09 kg de CO₂ equivalente para producir un kg de nitrógeno en forma de amonio nitrato y 5,34 para producir un abono nitrogenado medio. Base Carbene 2016 pagina 189.

Source: Jenssen & Kongshaug (2003), Yara data (2007)

260 Emisiones: 10 kg de CO₂eq/kg de N no aportado . Fuente: Calculadora de proyectos Clima. Ministerio para la Transición Ecológica.

261 La sustitución del fertilizante mineral por la aplicación de purín es importante. Por cada m³ de purín gestionado correctamente como fertilizante orgánico se reduce la emisión en 16,6 kg de CO₂eq. (Ceotto, 2005). Ceotto, E. (2005).



prima para fabricación de compost. Estas emisiones “evitadas”, se configuran como un modo interesante de compensación de emisiones, que debe ser tenido en cuenta en la evaluación de impacto ambiental de los proyectos.

Según el artículo 5.b del Real Decreto 324/2000, de 3 de marzo, por el que se establecen normas básicas de ordenación de las explotaciones porcinas²⁶² la gestión de los estiércoles podrá realizarse mediante la utilización de cualquiera de los siguientes procedimientos: 1. Valorización como abono órgano-mineral; 2. El tratamiento de estiércoles mediante compostaje, secado artificial y otros; 3. Eliminación de estiércoles mediante vertido y 4. Entrega a centros de gestión de estiércoles.

La utilización del purín como enmienda orgánica es una práctica ecoeficiente, que permite una sustitución total o parcial de la fertilización mineral²⁶³ ahorrando emisiones al tiempo que se realiza la gestión del purín producido. El purín generado por un cerdo de cebo al año contiene unos 10 kg de nitrógeno y 27 si se trata de cerdas reproductoras criando²⁶⁴.

Por lo tanto, es interesante contemplar como opción de compensación del 26% de las emisiones de alcance 1 la compensación por “emisiones evitadas” gracias a la sustitución de abonado mineral que se produce con la utilización del purín²⁶⁵.

Recurso no consumido (kg)	Emisiones evitadas (kg CO ₂ eq/kg de N de síntesis no consumido)	Fuente
---------------------------	---	--------

The issues of energy and carbon cycle: new perspectives for assessing the environmental impact of animal waste utilization. *Bioresource Technology* 96, 191–196.

Además de en el purín de cerdo en el estiércol de vacuno hay unos contenidos semejantes. Entre 4 y 5 veces en el caso de la gallinaza y el doble en el caso del caprino y ovino.

Es semejante en el digestato. El compost de residuos sólidos urbanos tiene también un contenido doble al del porcino y entre 3 y 4 veces los lodos de depuradora

262 BOE nº 58 de 8 de marzo de 2000.

263 Es conocido que en el purín de porcino un nutriente principal es el nitrógeno (N), y con la particularidad frente a otros orgánicos que se encuentra mayoritariamente en forma mineral (N amoniacal), y con disponibilidad prácticamente inmediata para el cultivo. Pero también contiene otros macronutrientes significativos como es el fósforo (P) y el potasio (K), además de magnesio (Mg), y micronutrientes (Cu, Zn...) esenciales para las plantas, que aparecen en el suelo tras su aplicación (Gräber et al., 2005; Berenguer et al., 2008).

http://www.aragon.es/estaticos/GobiernoAragon/Departamentos/AgriculturaGanaderiaMedioAmbiente/AgriculturaGanaderia/Areas/07_Formacion_Inovacion_Sector_Agrario/02_Centro_Transferencia_Agroalimentaria/Publicaciones_Centro_Transferencia_Agroalimentaria/IT_2013/IT_244-13.pdf

264 Véase calculadora de residuos ricos en nitrógeno en métodos de cálculo de proyectos clima

<https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/fondo-carbono/metodologias.aspx>

265 Se puede consultar la ponencia de Antonio Conesa Legaz. Ingeniero Agrónomo. CEFUSA en el Seminario 1 “Herramientas para la incorporación del cambio climático en los planes y proyectos”

[PONENCIA CONESA](#)



UCAM



ITM



MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA



Recurso no consumido (kg)	Emisiones evitadas (kg CO ₂ eq/kg de N de síntesis no consumido)	Fuente
Nitrógeno de Síntesis	10	Calculadora de proyectos clima (Ministerio Para la Transición Ecológica)

4. Emisiones evitadas por recuperación de recursos de los residuos

También, en sectores dedicados a la gestión de residuos la recuperación de recursos contenidos en los residuos genera emisiones evitadas²⁶⁶. Para este tipo de emisiones evitadas se pueden tomar como factores de emisión los considerados en la base de datos oficial de la Administración Ambiental francesa “Base Carbone 2019”.²⁶⁷

Recursos contenidos en los residuos. Material recuperado	Emisiones evitadas (toneladas de CO ₂ eq/año) por tonelada de material recuperado
Cartón	0
Papel	0
Plásticos mezclados	-2,181
Pet	-3,068
Vidrio	-0,514
Metales férricos (con acero)	-1,273
Metales no férricos (con aluminio)	-7,241

266 <https://asegre.com/wp-content/uploads/2017/06/Herramienta-de-Calculo.xls>
https://www.tierra.org/wp-content/uploads/2016/01/compostaje_reducir_huella_carbono_estatal.pdf

267 Los factores de emisión se han obtenido de la base de datos BASE CARBONE, actualizada a 15/01/2019. Web: <http://www.bilans-ges.ademe.fr/en/accueil>. El acceso a la consulta de estos datos es gratuito previo registro.



UCAM



ITM



MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA



Recursos contenidos en los residuos. Material recuperado	Emisiones evitadas (toneladas de CO ₂ eq/año) por tonelada de material recuperado
Compost	-0,035

5.4.3. Medidas para prevenir, reducir y compensar ya recogidas en resoluciones del órgano ambiental en el procedimiento de evaluación ambiental

En las resoluciones por las que el órgano ambiental establece las declaraciones públicas que concluyen los procedimientos de evaluación ambiental se articulan una serie de medidas concretas como la obligación de compensación de las emisiones por la pérdida del carbono secuestrado en vegetación y suelo que es destruido por el plan o proyecto²⁶⁸, la reducción o compensación del 26% de las emisiones de directa responsabilidad del promotor (alcance 1), así como medidas que permitan la adaptación a los impactos futuros como las destinadas a luchar contra la escasez y torrencialidad del agua o medidas que dependerán de las características concretas del ámbito territorial. Por ejemplo, los municipios costeros habrán de incorporar medidas a tener en cuenta en relación con la subida del nivel del mar.

Del análisis de este tipo de resoluciones²⁶⁹, podemos identificar las medidas y criterios que se vienen aplicando, por ejemplo, en la evaluación ambiental del planeamiento urbanístico²⁷⁰. Muchas de estas son aplicables también a otro tipo de proyectos, como los de infraestructuras y de actividades.

268 Se han tomado como base del análisis los informes realizados en los procedimientos de evaluación ambiental instruidos por la Comunidad Autónoma de Murcia. También, se han consultado algunos de los informes realizados, para expedientes de evaluación ambiental, por los departamentos de cambio climático de la Generalitat de Cataluña y la Generalitat Valenciana. Se puede consultar sobre expedientes concretos a través de la web del departamento de evaluación ambiental de la Administración Regional. En el caso de la Región de Murcia se han informado desde el departamento de cambio climático una media de 100 expedientes al año http://cambioclimaticomurcia.carm.es/index.php?option=com_k2&view=item&id=363:expedientes-del-servicio-de-fomento-y-cambio-climatico&Itemid=303

El resultado tras el proceso de evaluación ambiental (resoluciones del órgano ambiental) se puede ver en: [https://www.carm.es/web/pagina?IDCONTENIDO=4688&IDTIPO=100&RASTRO=c511\\$m](https://www.carm.es/web/pagina?IDCONTENIDO=4688&IDTIPO=100&RASTRO=c511$m)

En el caso de la Generalitat Valenciana en: <http://www.agroambient.gva.es/web/evaluacion-ambiental/buscador-de-expedientes>

De la misma forma tanto el órgano Ambiental del Estado como el de las comunidades Autónomas dispone de buscadores semejantes

269 Se han consultado informes y resoluciones emitidos por la Generalitat de Cataluña y la Generalitat Valenciana y especialmente las emitidas por la Administración ambiental de la Región de Murcia que por su amplitud y detalle en la consideración del cambio climático se han tomado como referencia.

270 Resolución de la Dirección General de Medio Ambiente y Mar Menor por la que se formula informe ambiental estratégico sobre el plan parcial del sector UZNS_AE del PGMO de las Torres de Cotillas, en el término municipal de las Torres de Cotillas. (Firmada electrónicamente por el Director General de Medio Ambiente el 25-5-2018)

[http://www.carm.es/web/integra.servlets.Blob?ARCHIVO=EAE20160019.pdf&TABLA=ARCHIVOS&CAMPOCLAVE=IDARCHIVO&VALORCLAVE=145677&CAMPOIMAGEN=ARCHIVO&IDTIPO=60&RASTRO=c511\\$m4688,53146,53181](http://www.carm.es/web/integra.servlets.Blob?ARCHIVO=EAE20160019.pdf&TABLA=ARCHIVOS&CAMPOCLAVE=IDARCHIVO&VALORCLAVE=145677&CAMPOIMAGEN=ARCHIVO&IDTIPO=60&RASTRO=c511$m4688,53146,53181)



Entre las citadas medidas que se vienen aplicando, a través de las resoluciones publicadas, podemos destacar las siguientes:

En cuanto a la adaptación al cambio climático:

- Recuperación del agua de lluvia incidente sobre los edificios y contribuir a la adaptación a su escasez: Incorporar en el diseño de edificios la necesidad de que estos capturen y utilicen las aguas pluviales y aguas grises.

- Recuperación del agua de lluvia incidente sobre viales aceras y demás espacios. Aumentar la permeabilidad de aceras y demás elementos de la urbanización como elementos de adaptación a los factores climáticos y para la captura del agua de lluvia.

En cuanto a la mitigación:

- Compensación del 100% de la pérdida de reservas de carbono en suelo y de la capacidad de remoción por la vegetación.

- Compensación del 26% de las emisiones por las obras de urbanización.

- Reducción y en su caso compensación de las emisiones generadas por movilidad obligada.

- Aplicación del objetivo de “consumo de energía casi nulo” a los edificios proyectados.

- Aplicación del objetivo de cubrir mediante energías alternativas el máximo del consumo de electricidad posible, tanto de alumbrado público como de otros elementos.

- Contribución a la electromovilidad mediante el equipamiento con puntos de recarga de vehículos eléctricos como mínimo en el 10% de las plazas de aparcamiento.

A.2. Medidas derivadas de la fase consultas en relación a otras administraciones públicas afectadas.

Derivadas del informe de la Oficina de Impulso Socioeconómico del Medio Ambiente (Pagina 20 de 23)

También se pueden consultar otras resoluciones:

- Resolución de la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental por la que se determina que la modificación del plan especial del sector PERI 141 en El Palmar, Murcia

[https://www.carm.es/web/pagina?IDCONTENIDO=132537&IDTIPO=60&RASTRO=c511\\$m4688,53146,53181](https://www.carm.es/web/pagina?IDCONTENIDO=132537&IDTIPO=60&RASTRO=c511$m4688,53146,53181)

Resolución de la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental en la que se formula informe ambiental estratégico sobre la modificación nº 3 del plan parcial residencial "Sector San Blas" de Santiago de la Ribera

[https://www.carm.es/web/pagina?IDCONTENIDO=130850&IDTIPO=60&RASTRO=c511\\$m4688,53146,53181](https://www.carm.es/web/pagina?IDCONTENIDO=130850&IDTIPO=60&RASTRO=c511$m4688,53146,53181)



UCAM



ITM Instituto Tecnológico de Murcia



Anexo I. Proyecto aprobado a la Fundación Universitaria San Antonio (UCAM) mediante resolución de 28 de junio de 2018, de la Fundación Biodiversidad²⁷¹.

“Adaptación al cambio climático mediante métodos y medidas basadas en soluciones naturales, ecoeficientes y de economía circular a incorporar en los procedimientos de evaluación ambiental que establece la Ley 21/2013”.

Este proyecto cuenta con el apoyo del Ministerio para la Transición Ecológica a través de la Fundación Biodiversidad.

Importancia del proyecto

La obligación de incorporar el cambio climático en los procedimientos de evaluación ambiental que establece la Ley 21/2013 es una gran oportunidad para acelerar la adaptación y mitigación en la industria, la agricultura, la ganadería, el urbanismo, la construcción y demás sectores cuyos planes y proyectos han de someterse a los citados procedimientos. Sin embargo, en los sectores profesionales existe desconocimiento sobre el alcance de las exigencias de la Ley 21/2013, los métodos a utilizar y especialmente en la consideración de las medidas.

El proyecto contribuirá a la capacitación de los profesionales y a la difusión de las posibilidades que ofrece la integración de la adaptación y mitigación al cambio climático en los planes y proyectos sometidos al procedimiento de evaluación ambiental.

Para ello mediante guías técnicas se concretarán las secuencias metodológicas, las fuentes de información a utilizar y se seleccionarán y evaluarán, mediante seminarios, el catálogo de posibles medidas preventivas, correctoras y compensatorias que habrán de estar basadas en la naturaleza, la ecoeficiencia y la economía circular.

A partir de los resultados sobre métodos, fuentes de información y medidas se llevará a cabo un plan de formación y divulgación con el fin de formar e involucrar a los principales actores en los procesos de adaptación y mitigación al cambio climático más ecoeficientes y adecuados a las condiciones de las actividades y territorios.

Objetivo general, objetivos específicos y acciones.

Objetivo general. Optimizar las posibilidades que ofrece la obligación legal de integración del cambio climático en los procedimientos de evaluación ambiental, mejorando el conocimiento sobre los métodos a utilizar y las medidas disponibles para los diferentes sectores y actividades, desde la ecoeficiencia y la economía circular.

²⁷¹ resuelve la convocatoria de ayudas, para la realización de proyectos en materia de adaptación al cambio climático 2017



UCAM



ITM



MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA



Objetivo específico 1. Analizar el alcance de la integración exigida por la Ley 21/2013, seleccionar los métodos, herramientas y fuentes de información de mayor utilidad y valorar medidas y experiencias de éxito adecuadas a los principales riesgos.

Acciones que desarrollan el objetivo específico 1:

A1. Selección de métodos, herramientas y fuentes de información e identificación y descripción de medidas basadas en la naturaleza, la ecoeficiencia y la economía circular para la integración de la adaptación y la mitigación al cambio climático en la evaluación ambiental de planes y proyectos de sectores vulnerables en las regiones del Levante Español.

A2. Evaluación, mediante seminarios técnicos, de las posibilidades de aplicación a las características del Levante Español (Región de Murcia y Provincias de Alicante) de los métodos, herramientas y medidas seleccionadas.

Objetivo específico 2. Establecer guías técnicas para posibilitar la integración de la mitigación y adaptación al cambio climático que exige la Ley 21/2013, con secuencias metodológicas claras, uso de herramientas adaptadas y medidas fácilmente aplicables y coherentes con la vulnerabilidad de la economía y territorios.

Acciones que desarrollan el objetivo específico 2:

A.3. Redacción y edición de Guías técnicas para la consideración de la adaptación y la mitigación del cambio climático en los planes y proyectos sometidos a evaluación ambiental. Conteniendo secuencias metodológicas claras, coherentes con las características del ámbito geográfico seleccionado y que permitan la identificación de medidas preventivas, correctoras y compensatorias, basadas en soluciones naturales, la ecoeficiencia y la economía circular.

Objetivo específico 3. Capacitar y sensibilizar a los actores involucrados, a través de actividades de formación y difusión específicas

A4. Acciones de fortalecimiento de capacidades técnicas y divulgación y sensibilización: cursos, charlas/jornadas y exposición itinerante y autoeditable de resultados. Acciones de, capacitación mediante cursos y jornadas dirigidas a colectivos y actores relevantes relacionados con las actividades del proyecto y acciones de divulgación para comunicar los objetivos, las actividades y los resultados del proyecto mediante la realización de charlas, jornadas y el apoyo de una exposición itinerante a bases de paneles (también en formato ON LINE descargable para autoedición).

A5. Acciones de fortalecimiento de capacidades técnicas y divulgación y sensibilización: edición de materiales formativos y divulgativos.



UCAM



ITM Instituto Tecnológico de Minería



MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA



Anexo II. Recopilación de métodos, herramientas, fuentes de información y experiencias de éxito. Documentación de referencia.

1. Guías y fuentes de información para la evaluación ambiental del planeamiento urbano

Guía metodológica de medidas para la mitigación y adaptación al cambio climático en el planeamiento urbano.

Esta Guía²⁷², editada en 2015, ha sido elaborada por la Red Española de Ciudades por el Clima, Sección de la Federación Española de Municipios y Provincias, con la colaboración de la Oficina Española de Cambio Climático *“para orientar a los responsables del planeamiento urbanístico de los municipios españoles, así como a los diversos actores y agentes implicados en los procesos de transformación urbana, en el esfuerzo consciente de insertar en la planificación urbana los objetivos de adaptación y mitigación del cambio climático.”*

La Guía consta de cinco apartados bien diferenciados, el quinto y último apartado, el más extenso, ofrece una relación de medidas específicas ordenadas en relación con un total de doce áreas temáticas del ámbito del planeamiento. Estas medidas constituyen la Guía propiamente dicha.

Medidas específicas para la mitigación y la adaptación al cambio climático en relación con las áreas temáticas de planeamiento urbano

Área temática 1: Relación con los ecosistemas del entorno

Área temática 2: Pautas de ocupación del suelo

Área temática 3: Distribución espacial de usos urbanos

Área temática 4: Densidad urbana

Área temática 5: Metabolismo / Energía

Área temática 6: Metabolismo / Agua

Área temática 7: Metabolismo / Materiales, residuos y emisiones

Área temática 8: Movilidad y accesibilidad

Área temática 9: Regeneración urbana

Área temática 10: Edificación y forma urbana

Área temática 11: Espacio público

Área temática 12: Verde urbano

272 http://oa.upm.es/35571/7/FEMP_Medidas_CCC_Planeamiento_urbano.pdf



UCAM



ITM Instituto Tecnológico de Valencia



MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA



Guía Soluciones Naturales para la adaptación al cambio climático en el ámbito de la comunidad autónoma del País Vasco²⁷³

Es una guía metodológica editada por IHOBE (Sociedad Pública de Gestión Ambiental del País Vasco) en 2017 que ayuda a la consideración de posibles soluciones basadas en la naturaleza aplicables al planeamiento urbanístico

Pueden ser de interés otros documentos anteriores como:

- “Criterios de sostenibilidad aplicables al Planeamiento Urbano”²⁷⁴ editado en 2003 por la Comunidad Autónoma del País Vasco y realizado por la IHOBE.
- “Manual de planeamiento urbanístico en Euskadi para la mitigación y adaptación al cambio climático”.
- “Manual para la redacción de planeamiento urbanístico con criterios de sostenibilidad”.

Guía práctica para el análisis del efecto en la salud de las iniciativas locales de urbanismo²⁷⁵

Esta Guía pone de relieve los principales determinantes de la salud afectados por la planificación urbana y desarrolla el método y la herramienta que servirán para valorar la incidencia de las distintas iniciativas locales urbanas sobre esos determinantes de la salud. Cuaderno salud y desarrollo urbano sostenible. Esta publicación de 2014, complementa en algunos aspectos otras publicaciones anteriores de la sociedad

²⁷³ <https://www.ihobe.eus/Publicaciones/Ficha.aspx?ldMenu=97801056-cd1f-4503-bafa-f54fa80d9a44&Cod=adbf2e51-3d8c-4879-ab8d-9a7ab8d48e45&Idioma=es-ES>

²⁷⁴ <http://www.upv.es/contenidos/CAMUNISO/info/U0528797.pdf>

²⁷⁵ http://www.euskadi.eus/contenidos/informacion/regeneracion_urbana/es_def/adjuntos/Udalsarea%2017%20castella no_web.pdf



UCAM



ITM



MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA



pública Ihobe dedicadas al planeamiento urbanístico y que son referencias obligadas como las señaladas anteriormente.

Guía para la elaboración de planes locales de Adaptación al Cambio Climático

La Oficina Española de Cambio Climático desarrolló en 2015, junto con Tecnalia, el volumen I de la “Guía para la elaboración de planes locales de Adaptación al Cambio Climático”²⁷⁶. Este trabajo contiene orientaciones y directrices para la integración de la adaptación en la planificación y gestión locales. En 2016 se publicó el volumen 2.

Micrositio sobre Urbanismo y Sostenibilidad Urbana Ministerio de Fomento²⁷⁷

Es un apartado de la Web del Ministerio de Fomento, en el que se reproduce información orientada a comunicar que el suelo debe entenderse, *“además de como un recurso económico, como uno de los más valiosos elementos naturales de los que disponemos, y en cuya regulación se hace preciso conjugar toda una serie de factores diversos: el medio ambiente, la calidad de vida, la eficiencia energética, la prestación de servicios, la cohesión social, etc.”*

Señala que *“Dichos principios se recogen a nivel europeo en la Carta de Leipzig Sobre Ciudades Europeas Sostenibles, y en la Declaración de Toledo, y, a nivel estatal en el Real Decreto Legislativo 7/2015, de 30 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Suelo y Rehabilitación Urbana, que dedica su artículo 3 al Principio de Desarrollo Territorial y Urbano Sostenible”*.

En relación con la sostenibilidad urbana se destacan las siguientes iniciativas:

- Agenda Urbana Española: Marco estratégico para orientar las políticas urbanas
- Actividad internacional. Iniciativas y referencias internacionales en este ámbito
- Revista Ciudad y Territorio Estudios Territoriales
- Urbanismo y sostenibilidad
- Medidas que compatibilizan crecimiento con respeto al medio natural
- Red de iniciativas urbanas (RIU)
- Foro de intercambio de experiencias y buenas prácticas urbanas con financiación comunitaria

²⁷⁶ http://www.mapama.gob.es/es/cambio-climatico/publicaciones/publicaciones/guia_local_para_adaptacion_cambio_climatico_en_municipios_espanoles_tcm30-178446.pdf

²⁷⁷ https://www.fomento.gob.es/vivienda#Urbanismo_y_suelo



UCAM



ITM Instituto Tecnológico de Materiales



MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA



La más reciente y anteriormente comentada, es la Agenda Urbana Española 2019²⁷⁸ elaborada de conformidad con los criterios establecidos por la Agenda 2030, la Nueva Agenda Urbana de Naciones Unidas²⁷⁹ y la Agenda Urbana para la Unión Europea²⁸⁰ persigue el logro de la sostenibilidad en las políticas de desarrollo urbano. Los 5 primeros objetivos de la Agenda Urbana Española 2019 son claramente de utilidad:

- Objetivo Estratégico 1: Ordenar el territorio y hacer un uso racional del suelo, conservarlo y protegerlo.
- Objetivo Estratégico 2: Evitar la dispersión urbana y revitalizar la ciudad existente.
- Objetivo estratégico 3: Prevenir y reducir los impactos del cambio climático y mejorar la resiliencia.
- Objetivo estratégico 4: Hacer una gestión sostenible de los recursos y favorecer la economía circular.
- Objetivo estratégico 5: Favorecer la proximidad y la movilidad sostenible.



Micrositio destinado al Medio Ambiente Urbano. Ministerio para la Transición Ecológica²⁸¹

El Ministerio para la Transición Ecológica contiene un apartado en su Web dedicado al Medio Ambiente Urbano.

278 <https://www.fomento.gob.es/arquitectura-vivienda-y-suelo/urbanismo-y-politica-de-suelo/urbanismo-y-sostenibilidad-urbana/agenda-urbana-espanola>

279 <http://habitat3.org/wp-content/uploads/NUA-Spanish.pdf>

“Nos comprometemos también a promover el uso sostenible de la tierra, a mantener unas densidades y una compacidad adecuadas al ampliar las zonas urbanas a fin de prevenir y a contener el crecimiento urbano incontrolado y prevenir los cambios innecesarios del uso de las tierras y la pérdida de tierras productivas y de ecosistemas frágiles e importantes”.

“Habida cuenta de las tendencias demográficas de las ciudades y su papel fundamental en la economía mundial, los esfuerzos de mitigación y adaptación relacionados con el cambio climático y el uso de los recursos y los ecosistemas, la forma en que esas ciudades se planifican, se financian, se desarrollan, se construyen, se administran y se gestionan tiene repercusiones directas en la sostenibilidad y la resiliencia mucho más allá de las fronteras de las zonas urbanas”.

280 <https://www.fomento.gob.es/portal-del-suelo-y-politicas-urbanas/otros-proyectos-y-actividades/agenda-urbana-europea>

281 <https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/medio-ambiente-urbano/desarrollo-medio-amb-urb/>



“Las ciudades de España deben orientarse hacia escenarios más sostenibles para resolver los problemas ambientales, sociales y económicos que afectan a la calidad de vida de los ciudadanos. Se debe conseguir un urbanismo que fomente el modelo de ciudad compacta, compleja y cohesionada socialmente, que fomente el ahorro energético, la movilidad sostenible, la construcción eficiente energéticamente y que desarrolle la implantación de energías renovables a nivel local”.

Este micrositio destaca las siguientes iniciativas:

- Red de Redes de Desarrollo Local Sostenible (RdR/DLS).
- Estrategia de Medio Ambiente Urbano de la Red de Redes de Desarrollo Local Sostenible (EMAU).
- Estrategia Española de Sostenibilidad Urbana y Local (EESUL).
- Plan de Formación de la EESUL.
- Libro Verde de Sostenibilidad Urbana y Local en la Era de la Información
- Portal del conocimiento Ecourbano.
- Sistema Municipal de Indicadores de Sostenibilidad Urbana y Local.

Otros puntos de información son la Agencia de Ecología Urbana de Barcelona²⁸² y redes como la Red de ciudades por el clima y redes de ciudades sostenibles en Cataluña Andalucía y País Vasco²⁸³

2. Guías y fuentes de información para evaluación ambiental de proyectos de obras de industrias y actividades y proyectos de obras de urbanización

Dentro del apartado de catálogos de medidas aplicables a los proyectos destacan la producción bibliográfica de los últimos 10 años del Gobierno Vasco y dentro de ésta sobresalen las Guías de Edificación y Rehabilitación Sostenible realizadas por Ihobe²⁸⁴, con la colaboración del Departamento de Vivienda, Obras Públicas y Transportes, y SPRI, Sociedad Pública del Departamento de Industria, Comercio y Turismo. Están destinadas a ser la herramienta de trabajo de los proyectistas a la hora de implementar la sostenibilidad ambiental en sus proyectos de construcción, edificación y rehabilitación.

282 <http://www.bcnecologia.net/es>

283 <http://www.redciudadesclima.es/>

<https://www.diba.cat/es/web/xarxasost>

http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/pacc/menuitem.acad89bbe95916b477fe53b45510e1ca/?vgnnextoid=580582e9ce445210VqnVCM1000001325e50aRCRD&vgnnextchannel=98ace185d4693210VqnVCM10000055011eacRCRD&lr=lang_es

<http://www.udalsarea21.net/Default.aspx?IdMenu=7ADD69FD-7B71-4861-AD3C-F526ACBDE138&Idioma=es-ES>

284 Ihobe es una Sociedad Pública adscrita al Departamento de Medio Ambiente, Planificación Territorial y Vivienda del Gobierno Vasco. Ihobe apoya al Gobierno Vasco en el desarrollo de la política ambiental y en la extensión de la cultura de la sostenibilidad ambiental en la Comunidad Autónoma del País Vasco.



UCAM



ITM Instituto Tecnológico de Incentivos



Guía para el desarrollo sostenible de los proyectos de urbanización²⁸⁵

Es una herramienta²⁸⁶ al servicio de los proyectistas y responsables de la ejecución de los proyectos de urbanización que tiene como objetivo valorar el grado de sostenibilidad en el diseño, la ejecución, el mantenimiento de los mismos. En ella se recogen una extensa relación de buenas prácticas aplicables a los proyectos de urbanización. Se ha diseñado para ser consultada y utilizada principalmente vía web a través del siguiente enlace: www.guiaurbanizacionsprilur.com

Esta guía complementa las herramientas desarrolladas por la Sociedad Pública IHOBE²⁸⁷ ²⁸⁸ que incorporan medidas de sostenibilidad ambiental para las diferentes tipologías de edificios y que se concretan en los siguientes documentos:

- “Guía de edificación sostenible para la vivienda en la Comunidad Autónoma del País Vasco”.
- “Guía de edificación ambientalmente sostenible en edificios comerciales en la Comunidad Autónoma del País Vasco”.
- “Guía de edificación ambientalmente sostenible en edificios administrativos o de oficinas en la Comunidad Autónoma del País Vasco.”
- “Guía de edificación ambientalmente sostenible en edificios industriales en la Comunidad Autónoma del País Vasco”.

3. Guías de utilidad para proyectos relacionados con la ocupación y sellado del suelo, el drenaje urbano sostenible y la inundabilidad y las Soluciones Basadas en la Naturaleza

La escorrentía, la cantidad de agua que discurre por una superficie, varía en función de la impermeabilidad de esa superficie. Los crecimientos urbanos, la implantación de proyectos sobre suelo natural van generando el sellado del suelo y el aumento de las superficies impermeables provocando una rápida concentración del agua precipitada en un corto espacio de tiempo, generando daños con inundaciones y avenidas.

Los escenarios climáticos apuntan a una disminución de las precipitaciones y un incremento de su torrencialidad. En estas condiciones cambiantes los criterios que definen la construcción de los nuevos asentamientos deberán modificarse para adaptarse a condiciones climáticas distintas de las consideradas inicialmente.

En esta apartado hay que destacar las siguientes guías:

²⁸⁵ http://www.guiaurbanizacionsprilur.com/pdf/Guia_completa_v2.pdf

²⁸⁶ Ha sido desarrollada por Sprilur sociedad adscrita al Departamento de Desarrollo Económico e Infraestructuras del Gobierno Vasco, constituida en 1995 con la vocación de contribuir al impulso y mejora del tejido empresarial en los 3 Territorios Históricos de la Comunidad Autónoma de Euskadi: Álava-Araba, Bizkaia y Gipuzkoa

²⁸⁷ <https://www.ihobe.eus/publicaciones/aplicacion-eras-herramienta-para-aplicar-guias-edificacion-y-rehabilitacion-sostenible>

²⁸⁸ <https://www.ihobe.eus/publicaciones/guias-edificacion-ambientalmente-sostenible-edificios-industriales-actualizada>

"Los costes ocultos del sellado del suelo. En busca de alternativas a la ocupación y el sellado del suelo"²⁸⁹



Está elaborado por la Comisión Europea y publicado por la Oficina de Publicaciones de la Unión Europea, 2013. Entre sus contenidos se pueden ver los siguientes temas: Los impactos de la ocupación y el sellado del suelo. Una amenaza para el ciclo del carbono. Ciudades más calurosas y con aire de peor calidad. Soluciones. La mejor opción: limitar el sellado del suelo. La segunda opción: mitigar. La tercera opción: compensar. Desellado (recuperación del suelo).

Gestión Integral del Agua de Lluvia en Entornos Edificados²⁹⁰

Esta Guía ha sido desarrollada por TRAGSATEC, en colaboración con el Grupo de Arquitectura Bioclimática de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de la Universidad Politécnica de Madrid (Grupo Abio).

Desarrolla los denominados Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS). Los SUDS son elementos que mejoran el comportamiento hídrico dentro del entorno urbanizado, y forman parte de una "cadena de gestión" cuyo fin último es "detener, ralentizar, infiltrar y almacenar" el agua de lluvia. Es decir, recuperan el ciclo natural del agua.

Muestra, a modo de ejemplo, cómo solo un 5% se infiltra en la ciudad, un 30 % en la periferia edificada, un 70 % en el entorno agrícola y hasta un 95% en monte. La

²⁸⁹ http://ec.europa.eu/environment/soil/pdf/SoilSealing-Brochure_es.pdf

²⁹⁰ <http://www.tragsa.es/es/Lists/Publicaciones/attachments/47/La%20Gesti%C3%B3n%20Integral%20del%20Agua%20de%20Lluvia%20en%20Entornos%20Edificados%20WEB.pdf>



UCAM



ITM



MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA



escorrentía resultante en cada uno de estos tipos de superficies es justo a la inversa 95, 70, 30 y 5%, respectivamente.

Entre los contenidos: Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible, Almacenamiento de agua, Pavimentos, Cubiertas y fachadas vegetales, Aparcamientos, Contención de terrenos, Caminos, Explotaciones ganaderas, Instalaciones deportivas. A través de cada uno de los capítulos se *“estudian soluciones a los problemas derivados de la progresiva impermeabilización urbana a través de un conjunto de medidas efectivas para prevenir y aprovechar el agua de lluvia, mejorar su recorrido urbano y recuperando su comportamiento natural previo a cualquier intervención”*.

Guía para la reducción de la vulnerabilidad de los edificios frente a las inundaciones.

Publicada en 2017, esta Guía²⁹¹ fue elaborada por la Dirección General del Agua del Ministerio y el Consorcio de Compensación de Seguros. El objetivo es aumentar la comprensión sobre el comportamiento y las consecuencias de las inundaciones y ofrecer recomendaciones para minimizar las pérdidas ocasionadas por las inundaciones en las edificaciones.

291 https://www.consorseguros.es/web/documents/10184/48069/guia_inundaciones_completa_22jun.pdf



UCAM



ITM Instituto Tecnológico de Murcia



MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA



Anexo III. Ponencias expuestas en los Seminarios Técnicos desarrollados en el marco del proyecto.

Seminario 1. Herramientas para la incorporación del cambio climático en los planes y proyectos.

Sesión 1ª La contribución del plan o proyecto a las emisiones de GEI. Emisiones por consumo de suelo. Compensar las emisiones utilizando los sumideros

- Francisco Victoria Jumilla. Jefe del Servicio de fomento del Medio Ambiente y Cambio Climático.
- “Síntesis del conocimiento seleccionado. Objetivos de reducción de emisiones y elementos básicos del cálculo de la huella de carbono y factores de emisión a utilizar. [PONENCIA](#)
- María José Martínez. Catedrática de la Universidad de Murcia. Coordinadora del Proyecto LIFE AMDRY-C4
“El sumidero de carbono orgánico en los suelos de la Región. Visor de cuantificación del carbono secuestrado en suelos y vegetación. [PONENCIA DE MARTÍNEZ](#)
- María Ángeles Climent Valiente. Bióloga. Servicio de Fomento del Medio Ambiente y Cambio Climático
[PONENCIA DE CLIMENT](#)
- Manuel Martínez Balbi. Biólogo. Servicio de Fomento del Medio Ambiente y Cambio Climático
[PONENCIA DE MARTÍNEZ BALBI](#)

Sesión 2ª Compensar las emisiones utilizando los sumideros. Compensación a través de emisiones evitadas

- Esteban Jordán. Ingeniero de Montes. Coordinador proyecto LIFE FORESTCO2
[PONENCIA DE JORDÁN](#)
- Martínez Baños. Doctor Ciencias Biológicas. Profesor de la UCAM y consultor ambiental
[PONENCIA DE MARTÍNEZ BAÑOS](#)
- Francisco Espín Sánchez. Docente y experto en energía solar fotovoltaica. Director de Efficency Services Consulting, una consultora de ingeniería y formación
[PONENCIA DE FRANCISCO ESPIN](#)
- Lobera Lossel. Investigador y coordinador de equipo del Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agrario y Alimentario IMIDA. Investigador en las líneas de Biogás, Residuos Ganaderos, Gestión de Purines, Reutilización Agronómica)
[PONENCIA DE LOBERA](#)



UCAM



ITM



MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA



- Antonio Campillo Mateo. Ingeniero Agrónomo. Miembro de la ejecutiva de la Asociación Nacional de Ingenieros Agrónomos
- Antonio Conesa Legaz. Ingeniero Agrónomo. CEFUSA
[PONENCIA CONESA](#)

Sesión 3ª: Escenarios Climáticos. Escenarios de subida de nivel del mar. Visor de inundación

- Miguel San Juan. Arquitectos San Juan
[PONENCIA DE SAN JUAN](#)

Seminario 2: Medidas basadas en soluciones naturales, ecoeficientes y de economía circular. Experiencias de éxito. Medidas para la incorporación del cambio climático en los planes y proyectos

Sesión 1ª: El cambio climático medidas de adaptación y mitigación basadas en soluciones naturales ecoeficientes y de economía circular. Experiencias empresariales

- José Martínez. Catedrática de la Universidad de Murcia. Coordinadora del Proyecto LIFE AMDRY - C4
[SEGUNDA PONENCIA DE MARTÍNEZ](#)

Sesión 2ª: Mesa redonda. Medidas para un planeamiento urbanístico, edificación e infraestructuras bajas en carbono y resilientes.

- Modera: Inmaculada Ramírez Santigosa. Jefa del Servicio de Información e Integración Ambiental. Dirección General de Medio Ambiente y Mar Menor.
- Perspectiva desde la Administración local:
María del Sagrado Corazón García Martínez. Jefa del Servicio de Planeamiento y Gestión Urbanístico. Ayuntamiento de Lorca.
- Perspectiva desde la formación de los redactores de planes y proyectos:
Pedro Martínez Baños. Profesor en el Máster en Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos. Escuela Politécnica Superior de la UCAM.
- Perspectiva desde la Consultoría Ambiental: Emilio Díez de Revenga (consultor ambiental).
- Salvador García Ayllón. Ingeniero de Caminos. Director Gerente de Aysing S.L Consultora de Ingeniería Civil y planeamiento urbanístico.

[PRESENTACIÓN DE LA MESA](#)