

**CAMBIO CLIMÁTICO Y CALIDAD MEDIOAMBIENTAL  
UN RETO PARA EL SIGLO XXI**

**Esperanza Caro**

**Secretaria General de Prevención y Calidad Ambiental**

**Junta de Andalucía**

**ÍNDICE**

- 1. ¿QUÉ PRODUCE LOS CAMBIOS EN EL CLIMA?**
- 2. LOS GASES DE EFECTO INVERNADERO**
- 3. ¿QUÉ CAMBIOS SE HAN PRODUCIDO Y CUALES SON LOS ESPERABLES?**
- 4. NORMATIVA EN LA UNIÓN EUROPEA Y ESPAÑA**
- 5. COMPETENCIAS**
- 6. SECTOR INDUSTRIAL Y DIFUSO: INDICADORES AL USO.**

## **ABREVIATURAS USADAS**

**AC: Aplicación Conjunta**

**AGE: Administración general del Estado**

**CAC: Captura y almacenamiento geológico de CO<sub>2</sub>**

**CCAA: Comunidades Autónomas**

**CMNUCC: Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático**

**EACC: Estrategia Andaluza ante el Cambio Climático**

**EECCEL: Estrategia Española de Cambio Climático y Energía Limpia**

**E4: Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética en España 2004 – 2012**

**EL: Entes Locales**

**IBE: Instalación de bajas emisiones**

**IE-EE: Informe Especial de Escenarios de Emisiones**

**IPCC: [Intergovernmental Panel on Climate Change](#)**

**MDL: Mecanismos de Desarrollo Limpio**

**MMA: Ministerio de Medio Ambiente**

**OECD: Organización de Cooperación y Desarrollo Económico**

**OMM: Organización Meteorológica Mundial**

**PAAC: Plan Andaluz de Acción por el Clima**

**PET: Países con economías de transición**

**PK: Protocolo de Kyoto**

**PNA: Plan Nacional de Asignación**

**PNUMA: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente**

**SD: Sectores Directiva**

**SND: Sectores No Directiva**

**SRES: Special Reports on Emission Scenarios**

**RCDE: Régimen para el comercio de derechos de emisión**

**RENADE: Registro Nacional de Derechos de Emisión**

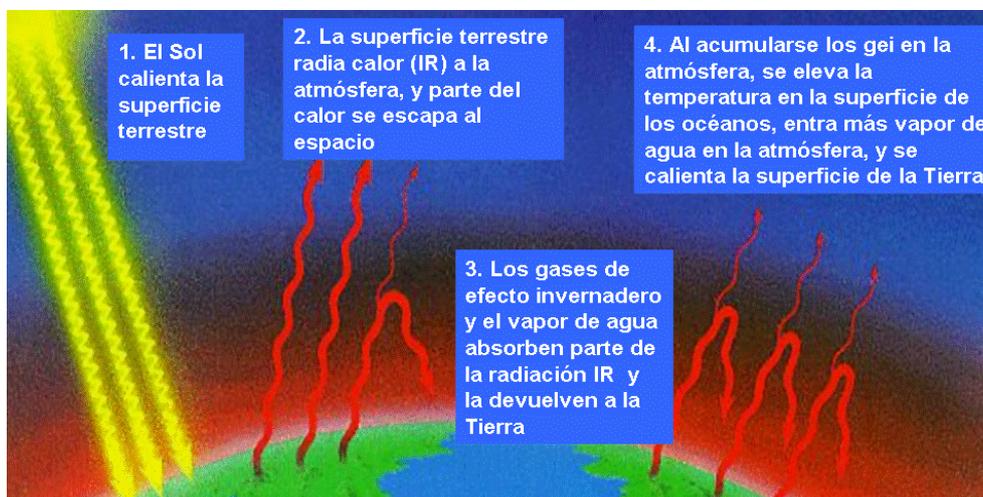
## 1. ¿QUÉ PRODUCE LOS CAMBIOS EN EL CLIMA?

Se llama efecto invernadero al fenómeno por el cual determinados gases, componentes de una atmósfera planetaria retienen parte de la energía que el suelo emite por haber sido calentado por la radiación solar. Afecta a todos los cuerpos planetarios dotados de atmósfera.

Como se muestra en la Figura 1, la Tierra absorbe la radiación del Sol, sobre todo en la superficie. Esta energía es redistribuida luego por las circulaciones atmosférica y oceánica, y es irradiada nuevamente al espacio en longitudes de onda más largas (infrarrojas). Para la media anual y para la Tierra en su conjunto, la energía de la radiación solar que ingresa se equilibra aproximadamente con la radiación terrestre saliente. Cualquier factor que altere la radiación recibida del Sol o pérdida en el espacio, o que altere la redistribución de energía dentro de la atmósfera y entre atmósfera, tierra y océano, puede afectar el clima. Un cambio en la energía radiativa neta disponible para el sistema mundial de Tierra-atmósfera se denomina en los diferentes informes del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC, según sus siglas en inglés) forzamiento radiativo. Los forzamientos radiativos positivos tienden a calentar la superficie de la Tierra y la atmósfera inferior. Los forzamientos radiativos negativos tienden a enfriarlas.

Los aumentos en las concentraciones de gases de efecto invernadero (GEI) reducirán la eficiencia con la cual la superficie de la Tierra irradia energía al espacio. La atmósfera absorbe más radiación terrestre que se desprende de la superficie y vuelve a emitirla en altitudes superiores y temperaturas más bajas. Así se produce un forzamiento radiativo positivo que tiende a calentar la atmósfera inferior y la superficie. Como se desprende menos calor hacia el espacio, se refuerza el efecto invernadero, es decir que se intensifica un efecto que ha ocurrido en la atmósfera de la Tierra durante miles de millones de años, debido a la presencia de GEI que se producen naturalmente: vapor de agua, dióxido de carbono, ozono, metano y óxido nitroso. La cantidad de forzamiento radiativo depende de la magnitud del aumento en la concentración de cada GEI, de las propiedades radiativas de los gases en cuestión y de las concentraciones de otros GEI ya presentes en la atmósfera. Además, muchos GEI permanecen en la atmósfera durante siglos después de haber sido emitidos, introduciendo así un compromiso a largo plazo de forzamiento radiativo positivo.

**Figura 1. Efecto invernadero**



Todo cambio en el clima inducido por los seres humanos se añadirá a las variaciones climáticas naturales que se producen en toda una gama de escalas temporales y espaciales.

Según el recientemente publicado IV Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC), las concentraciones globales de dióxido de carbono, metano y óxido nitroso en la atmósfera han aumentado considerablemente como resultado de las actividades humanas desde 1750, y exceden, con mucho, los valores preindustriales. Así, las 379 partes por millón (ppm) de CO<sub>2</sub> que había en la atmósfera en 2005 exceden con mucho el rango de los últimos 650.000 años (entre 180 y 300 ppm); lo mismo sucede con el metano (1,77 ppm en 2005, frente al rango 0,32-0,79 en los últimos 650.000 años) y con el óxido nitroso (0,32 ppm frente a las 0,27 preindustriales).

En cuanto a los sectores con mayor influencia, los incrementos globales de las concentraciones de dióxido de carbono son debidos fundamentalmente al uso de combustibles fósiles y al cambio de uso de suelo, mientras que los aumentos en las concentraciones de metano y óxido nitroso se deben principalmente a la agricultura.

Como se ha comentado, estos cambios se expresan en términos de forzamiento radiativo, el cual se usa para comparar cómo un rango de factores humanos y naturales provoca influencias en el calentamiento o enfriamiento del clima global.

A la vista de los nuevos datos obtenidos se puede afirmar con un nivel muy alto de confianza que el efecto neto medio de las actividades humanas desde 1750 ha resultado en un calentamiento, con un forzamiento radiativo de +1,6W m<sup>-2</sup>. Con crecimientos acelerados; por ejemplo, la contribución del CO<sub>2</sub> a este forzamiento radiativo ha crecido un 20% entre 1995 y 2005. Para establecer una comparación, los cambios en la actividad solar desde 1750 han tenido un forzamiento radiativo positivo de 0,12 (es decir, 13 veces menos que las causas antropogénicas).

## **2. LOS GASES DE EFECTO INVERNADERO.**

La calidad del aire viene determinada por diversos gases y elementos que se emiten a la atmósfera y que, según su naturaleza y efecto en el medio, se organizan de forma habitual en los siguientes grupos:

- Gases de Efecto Invernadero
- Acidificadores y Precursores del Ozono
- Material Particulado
- Metales Pesados
- Contaminantes Orgánicos

De todos ellos, son los Gases de Efecto Invernadero (GEI) los que afectan de forma directa al problema del calentamiento global y son los principales objetivos de actuación en las estrategias de lucha contra el cambio climático. Las sustancias en la atmósfera que contribuyen al efecto invernadero son diversas: el vapor de agua, el ozono, el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), el metano (CH<sub>4</sub>), el óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), el hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>), los halocarbonos, así como partículas suspendidas en la atmósfera.

### 3. ¿QUÉ CAMBIOS SE HAN PRODUCIDO Y CUALES SON LOS ESPERABLES?

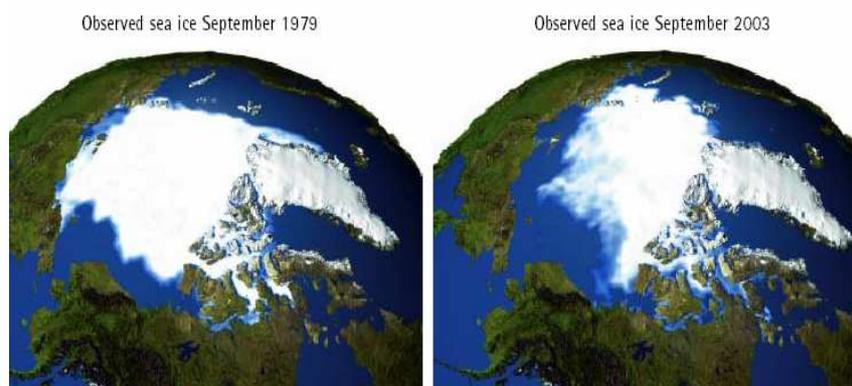
¿Está cambiando el clima de la Tierra? Inequívocamente, la respuesta es “Sí”. Una serie de observaciones respalda esta conclusión y ofrece una clara perspectiva sobre la rapidez de esos cambios.

El calentamiento del sistema climático es inequívoco, tal y como evidencian ahora las observaciones de los incrementos en las temperaturas medias del aire y los océanos, el derretimiento generalizado de hielo y nieve y el incremento medio global del nivel del mar.

El incremento de las temperaturas en los últimos 100 años ha sido de 0,76°C; entre 1995 y 2006 se concentran 11 de los 12 años más cálidos registrados desde 1850, la superficie helada del Ártico en verano se reduce un 7,4% por década. El nivel del mar se está elevando, 17 cm en el siglo XX. Tanto por la contribución del deshielo y la fusión glaciares como por la expansión térmica del agua al elevarse también la temperatura de los océanos. En la Figura 2 se expone la variación observada en la superficie de hielo del mar Ártico desde el año 1979 al 2003.

- Las temperaturas medias del Ártico se incrementaron en casi el doble de la tasa media de los últimos 100 años.
- Se han observado tendencias a largo plazo de la cantidad de precipitaciones de 1900 a 2005 en muchas grandes regiones. Por ejemplo: El desecamiento de la zona Mediterránea.
- Se han observado incrementos en la intensidad y frecuencia de fenómenos climáticos extremos (cambios en temperaturas extremas, precipitaciones fuertes, ciclones).

#### **Figura 2. Variación de la superficie de hielo en el mar Ártico.**



*Fuente: Impacts of a Warming Arctic. Proyecto ACACIA.*

Por su parte las proyecciones de cambios futuros en el clima no apuntan hacia una mejora de la situación. Las emisiones de gases de efecto invernadero continuadas, en los niveles actuales o por encima de éstos, causarían un mayor calentamiento e inducirían muchos cambios en el sistema climático global durante el siglo XXI que muy probablemente serán mayores que aquellos observados durante el siglo XX.

Para las próximas dos décadas, las proyecciones apuntan a un calentamiento de unos 0,2°C para un rango de escenarios de emisiones de IE-EE (Informe Especial de Escenarios de Emisiones del IPCC (2000)). Incluso si las concentraciones se hubieran estabilizado en los niveles del año 2000, podría esperarse un calentamiento de 0,1°C por década.

Las proyecciones basadas en modelos del aumento medio del nivel del mar a finales del siglo XXI muestran que la elevación del nivel medio del mar será de entre 18 y 59 cm.

Los fenómenos climáticos extremos (olas de calor, lluvias torrenciales y tormentas) serán más frecuentes que en la actualidad.

Además de todo lo comentado anteriormente, se establece que el calentamiento y el aumento del nivel del mar antropogénicos continuarían por siglos debido a las escalas de tiempo asociadas con los procesos climáticos y las retroacciones incluso si las concentraciones de gases de efecto invernadero se estabilizasen.

La inercia es una característica inherente y extendida de la interacción de los sistemas climáticos, ecológicos y socioeconómicos. Por lo tanto, algunos impactos del cambio climático antropogénico, pueden tomar mucho tiempo antes de manifestarse y algunos pueden ser irreversibles si el cambio climático no está limitado en velocidad y magnitud antes de que se sobrepasen pasen ciertos valores de umbral, de los que se tienen escasos conocimientos.

#### **4. NORMATIVA EN LA UNIÓN EUROPEA Y ESPAÑA.**

La Unión Europea, como es bien sabido, ha adoptado el papel de líder mundial en la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero. Entre los distintos gases con este potencial, se ha considerado prioritario reducir las emisiones de CO<sub>2</sub>, por ser el gas que más contribuye al efecto invernadero antropogénico. La Unión Europea se ha fijado para sí objetivos de reducción más exigentes que los del PK. Y para conseguir estos objetivos, se ha dotado de normativa específica, que se dirige a instalaciones de determinados sectores de la industria. Se trata de la Directiva 2003/87/CE, de 13 de octubre, sobre el régimen para el comercio de derechos de emisión (RCDE). Esta directiva incorpora un elemento novedoso en la política ambiental, un instrumento de mercado. La cuota de emisión global europea, repartida por Estados Miembros, no puede rebasarse, asegurándose así que se cumple la reducción proyectada. El sistema reposa en el reparto por cada Estado Miembro de la cuota nacional de derechos de emisión a las instalaciones afectadas a través de Planes de Asignación. El RCDE al mismo tiempo estimula a cada instalación a que cumpla con su objetivo específico, ya que la emisión de CO<sub>2</sub> se encarece en caso de aumentar la demanda de derechos en el mercado.

En el RCDE se hace un tratamiento individualizado de cada instalación: cada una recibe un determinado número de derechos y es objeto de una autorización administrativa por la que se le fija una metodología específica de seguimiento de las emisiones. Además cada instalación está obligada a notificar a la Administración sus emisiones una vez al año, previamente verificadas por una Entidad independiente. Una vez validado este informe por la Administración, la instalación debe entregar los derechos correspondientes a las emisiones del ejercicio.

Este sistema de seguimiento, notificación y entrega de derechos no aplica a todos los emisores del Estado Miembro: sólo a determinados sectores industriales, los afectados por la Directiva 2003/87/CE citada.

De esta manera, los emisores de CO<sub>2</sub> quedan divididos en dos grandes grupos: los sectores industriales cubiertos por la Directiva, y el resto. Los primeros son las instalaciones que la UE ha considerado como principales emisores: la generación de energía eléctrica, el refinado del petróleo, la industria del metal, la fabricación de cemento, de vidrio, de productos cerámicos, etc. El resto de sectores, no cubiertos por la Directiva, constituyen el llamado sector difuso. En este último están algunas actividades industriales, el sector agrario, el sector residencial, comercial y institucional, el tratamiento de residuos... y el más importante de todos, el sector del transporte.

En adelante, en el presente informe, a los sectores cubiertos por la Directiva se les denomina “sector industrial”, y al resto, “sector difuso”.

¿Cuál es la diferencia principal entre el sector industrial y el sector difuso? Pues la primera diferencia importante que existe es en **la normativa** aplicable. La política de mitigación en el sector industrial tiene un armazón legislativo impresionante. A nivel europeo existe numerosa normativa, entre la que destaca la Directiva 2003/87/CE, de 13 de octubre, sobre el RCDE, anteriormente citada, la Decisión 2004/156/CE, de 29 de enero de 2004, sobre seguimiento y notificación de las emisiones de gases de efecto invernadero derogada por la Decisión 2007/589/CE, y el Reglamento 2216/2004, de 21 de diciembre, sobre un sistema normalizado y garantizado de registros.

En el ámbito estatal se han desarrollado, entre otros, las disposiciones nacionales de transposición de la Directiva 2003/87/CE, que adoptan la forma final de la Ley 1/2005, de 9 de marzo, que regula el régimen de comercio de derechos de emisión, y el Real Decreto Ley 5/2005, de 11 de marzo, sobre reformas urgentes para el impulso a la productividad. La aprobación de los planes nacionales de asignación y sus posteriores modificaciones, se ha realizado mediante reales decretos, por ejemplo el RD 777/2006, de 23 de junio, por el que se aprobó la revisión definitiva del PNA 2005-2007, o el RD 1030/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba la revisión en vigor, a la fecha de este informe, del PNA 2008-2012.

Otras disposiciones nacionales de importancia son el RD 1315/2005, de 4 de noviembre, sobre verificadores, y el RD 1264/2005, de 21 de octubre, sobre el RENADE.

En contraste, no existe normativa de similar alcance para el sector difuso.

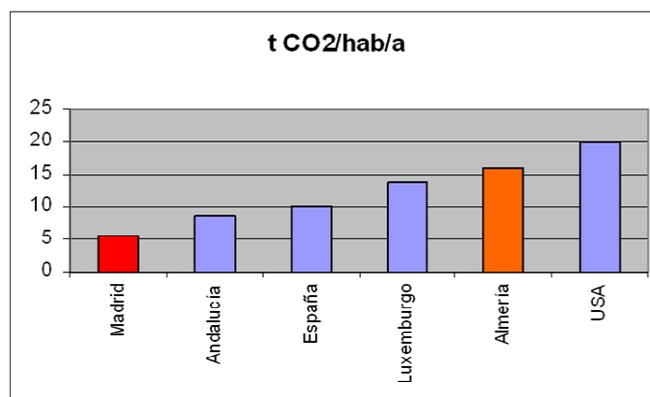
## 5. SECTOR INDUSTRIAL Y DIFUSO: INDICADORES AL USO

Es corriente encontrar, sobre todo en los medios de comunicación, datos de emisiones totales de GEI referidas a una determinada unidad territorial, en términos de emisiones por habitante o por unidad de PIB.

Los sectores afectados por la Directiva forman un conjunto distinto de los demás sectores que emiten GEI. Son objeto de una política de reducción concreta que se fija en los planes nacionales de asignación, y son por tanto políticas de ámbito nacional. El incluir las emisiones del sector industrial junto con las del sector difuso y referirlas a la población de un territorio origina confusión. No tiene sentido hacer referencia a las emisiones *per cápita* en Andalucía incluyendo la producción de energía eléctrica o la fabricación de cemento, ya que el KWh producido en la Central Térmica de Carboneras puede que se consuma en Murcia o en Madrid, y que el cemento que se fabrique en Jerez se consuma en Bilbao. Por tanto, se deben desagregar las emisiones de la industria del total regional. Esto soluciona el problema de imputación de emisiones en los inventarios regionales. De esta manera, quedarían las emisiones de la industria con sus objetivos de reducción del Plan nacional y se podrían fijar objetivos de reducción a las emisiones difusas en el ámbito de la Comunidad Autónoma.

Unir emisiones del sector industrial y difuso distorsiona la realidad. En la Figura 3 se representan gráficamente las emisiones totales *per cápita* en distintos ámbitos territoriales. La provincia de Almería resulta tener tres veces la emisión *per cápita* de la provincia de Madrid. Se proporciona la falsa sensación de que los habitantes de Almería emiten más que los de Madrid o de Luxemburgo, que es el país con la mayor renta *per cápita* del mundo.

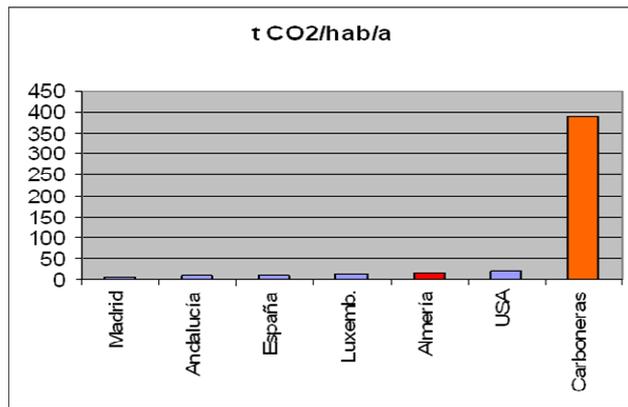
**Figura 3. Emisiones totales per cápita en distintos ámbitos territoriales**



*Fuente: Elaboración propia a partir de datos del PAAC, EAL-CAM, PNA, CMNUCC*

En la Figura 4 se muestra otro ejemplo que demuestra lo injustas que son estas consideraciones para algunas poblaciones locales, es el cálculo de la emisión total *per cápita* del municipio de Carboneras, en la provincia de Almería. En el año 2006 resulta ser de 390 toneladas de CO<sub>2</sub> por habitante y año, es decir, unas 20 veces la emisión *per cápita* de Estados Unidos. Todo ello debido a que en ese municipio existe una central térmica de carbón y una fábrica de cemento.

**Figura 4. Emisiones totales per cápita en el municipio de Carboneras y diferentes localidades en el año 2006**



*Fuente: Elaboración propia a partir de datos del PAAC, EAL-CAM, PNA, CMNUCC*

## **6. POLITICAS DE CAMBIO CLIMÁTICO EN ESPAÑA**

### **6.1. TRES EJES DE LA POLITICA DE CAMBIO CLIMÁTICO**

La política de cambio climático se apoya en tres ejes fundamentales:

- Mitigación.
- Adaptación.
- Comunicación.

Se están realizando sustanciales esfuerzos nacionales e internacionales en la lucha contra el cambio climático a través de acciones de mitigación, esto es, reduciendo las emisiones de GEI a la atmósfera y promoviendo su secuestro.

Pese a ello, el objetivo último de la CMNUCC, la estabilización de las concentraciones atmosféricas de GEI, está lejos de alcanzarse y existe un consenso científico muy amplio sobre los futuros escenarios de cambio climático para los próximos decenios. Por ello, las acciones de adaptación al cambio climático que se proyectan y cuyas primeras evidencias ya se observan, se consideran absolutamente necesarias y complementarias a las acciones de mitigación.

Por último, la información, comunicación, formación y concienciación, son instrumentos sociales que se consideran muy importantes para obtener unos resultados eficaces tanto en los planes de adaptación como de mitigación al cambio climático. Los mencionados planes sólo serán eficientes si sus progresos y sus resultados son difundidos y comunicados a todos los interesados: administraciones, organizaciones y sociedad en general.

A continuación se citan los principales planes y programas que se están llevando a cabo a nivel Estatal tanto en materia de mitigación como en adaptación al cambio climático.

### **6.2. LA MITIGACIÓN EN ESPAÑA**

#### **6.2.1. NORMATIVA, ESTRATEGIAS Y PLANES**

En relación con la mitigación de GEI en España se han desarrollado la siguiente normativa, estrategias y planes

Ley 1/2005, de 9 de marzo, por la que se regula el régimen del comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero.

Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética en España 2004-2012 (E4): Estima unos ahorros de energía para los citados años de 12.853 millones de euros, equivalentes al petróleo crudo importado en la actualidad durante un año. Estos ahorros, derivados de una reducción de la intensidad energética del 7,2% serán consecuencia del propio desarrollo tecnológico y de medidas de la Administración y de los sectores. No contiene actuaciones concretas, ni plazos, ni responsables, ni costes.

Plan de Acción 2005-2007 de la Estrategia de ahorro y eficiencia energética: Tiene como objetivo generar un ahorro de energía primaria acumulado de 12 Mtep; es decir, el 8,5% del total del consumo de energía primaria del año 2004 y el 20% de las importaciones de petróleo de ese año. Eso significará una reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera de 32,5 Mt. 7 sectores, 20 medidas urgentes para cada uno de ellos, y 23 medidas adicionales

Plan de Acción 2008-2012 de la Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética: Genera un ahorro de 87,9 millones de toneladas equivalentes de petróleo, concentra sus esfuerzos en 7 sectores (Industria; Transporte; Edificación; Servicios Públicos; Equipamiento residencial y ofimática; Agricultura, y Transformación de Energía) y especifica medidas concretas para cada uno de ellos. Representa un reto adicional en los sectores difusos.

Estrategia Española de Cambio Climático y Energía Limpia. Horizonte 2007 - 2012 – 2020 (EECCCEL): Aborda el objetivo de que en 2008-2012 las emisiones totales de GEI no superen en +37% las del año base. Es preciso complementar la EECCCEL con los correspondientes instrumentos de planificación de las CCAA y las EELL.

Plan de Medidas Urgentes de EECCCEL: Su objetivo es identificar las iniciativas de la EECCCEL competencia del Gobierno de la Nación que puedan ponerse en marcha durante 2007. Incluye un nuevo Plan de Acción de Ahorro y Eficiencia Energética 2008- 2012, del MITYC.

Plan de energías renovables 2005-2010: Tiene como objetivo conseguir un ahorro de emisiones de 27,3 Millones de toneladas de CO<sub>2</sub> en el año 2010 a través del aumento del peso de las energías renovables en el balance energético nacional.

Plan estratégico de infraestructuras y transporte: La implantación del Plan Estratégico de Infraestructuras y Transportes, 2005-2020, estima una reducción de 30 Millones de toneladas de CO<sub>2</sub> en el año 2020.

Plan Nacional de Asignación 2005 – 2007 (PNA1): Pieza central en el sistema comunitario de comercio de derechos de emisión. Determina el número total de derechos asignados en dicho periodo así como el procedimiento aplicable para su asignación. El Plan incluye también una reserva para nuevos entrantes y la metodología aplicable para la asignación de los derechos incluidos en dicha reserva.

Plan Nacional de Asignación 2008 – 2012 (PNA2): Fija la nueva senda de cumplimiento para el primer periodo de compromiso del PK. El objetivo sobre el que se ha construido el Plan 2008 – 2012 está dirigido a que las emisiones globales de GEI en España no superen en más de un 37 % las del año base en promedio anual durante el mencionado quinquenio.

A modo de resumen se indican las iniciativas tendentes a reducir las emisiones de GEI para los sectores industrial y difuso.

### 6.2.2. REDUCCIÓN: PNA1 Y PNA2

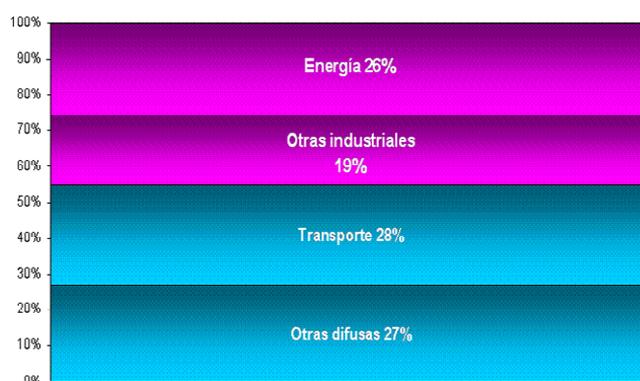
Del total de emisiones del país, el sector industrial y el difuso representan aproximadamente la mitad cada uno. Como se expone en la Tabla 1, en España el segundo Plan de asignación estima que el sector industrial contribuye al 45% de las emisiones, y el sector difuso al resto.

**Tabla 1. Emisiones de GEI industriales y difusas para España en 2005**

	Emisiones España 2005
Sectores industriales (Directiva)	45%
Resto de sectores	55%

En Andalucía la proporción es inversa. A grandes rasgos, la producción de energía eléctrica supone la mitad de las emisiones del sector industrial, y el transporte más la mitad de las emisiones difusas (Tabla 2).

**Tabla 2. Detalle de emisiones de GEI industriales y difusas para España**



El PNA1 estuvo vigente durante el periodo 2005-2007. Durante ese primer período de el promedio de las emisiones no debía sobrepasar en más de un 24% las emisiones de 1990, porcentaje que se alcanzaba aunando el objetivo de limitación para España del Protocolo de Kyoto (15 %) a la estimación de absorción por sumideros (máximo 2 %) y los créditos del mercado internacional (7 %).

El PNA 2 es el segundo elaborado en el marco del régimen comunitario de comercio de derechos de emisión de GEI y el primero que se aplicará coincidiendo con el periodo de compromiso (2008-2012) establecido en el Protocolo de Kyoto. La evolución de las emisiones, y las previsiones oficiales que estiman un crecimiento por encima del 50% en el periodo 2008-2012 si no se adoptan medidas adicionales, hacen necesaria una actualización de la senda de cumplimiento del Protocolo de Kyoto respecto de la proyectada en el PNA 2005-2007.

**Tabla 3. Revisión de objetivos del PNA2**

	<b>PNA1 (%*)</b>	<b>PNA2 revision (%*)</b>
<b>Cumplimiento PK</b>	15	15
<b>MDL &amp; AC</b>	7	20
<b>Sumideros de C</b>	2	2
<b>Objetivo 2012</b>	+ 24%	+37%

*\*emisiones referidas a 1990, o 1995 para FC*

Como se ha citado, el objetivo sobre el que se ha construido el Plan 2008-2012 está dirigido a que las emisiones globales de gases de efecto invernadero en España no superen en más de un 37% las del año base en promedio anual en el periodo 2008-2012. Para ello habrá de llevarse a cabo un importante esfuerzo adicional de reducción además de asegurar el cumplimiento de las medidas ya previstas. Esta cifra total se alcanza a través de la suma del 15% de incremento del objetivo Kyoto, un 2% adicional a través de la absorción por los sumideros y de la adquisición del equivalente a un 20% en créditos de carbono procedentes de los mecanismos de flexibilidad del PK.

Como consecuencia del comienzo del nuevo periodo de aplicación del régimen del comercio, se ha elaborado un nuevo Plan Nacional de Asignación, que fue aprobado con correcciones de importancia menor por la Comisión Europea, mediante la Decisión de 26 de febrero de 2007. Dicho Plan contempla el reparto de un total de 145 Mt CO<sub>2</sub>/año, lo que supone una reducción del 19,6% con respecto a la asignación anual del periodo 2005-2007.

El reparto de los derechos entre los distintos sectores industriales afectados se ha realizado siguiendo criterios distintos para las instalaciones industriales y las de generación de energía eléctrica. Para este último sector se ha penalizado la generación mediante centrales térmicas de carbón, que reciben menor asignación en comparación con la que reciben las centrales de generación eléctrica mediante ciclos combinados de gas natural, lo que se justifica por las inferiores emisiones específicas de estas últimas.

### **6.3. EL RÉGIMEN DEL COMERCIO DE DERECHOS DE EMISIÓN EN ESPAÑA: SISTEMA DE SEGUIMIENTO Y NOTIFICACIÓN**

El régimen del Comercio de Derechos de emisión (RCE) empieza a aplicarse en Europa a partir del 1 de enero de 2005, y viene regulado por la Directiva 2003/87/CE, de 13 de octubre de 2003, por la que se establece un régimen para el comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero en la Comunidad, que ha sido modificada posteriormente por la Directiva 2004/101/CE, de 27 de octubre.

La transposición al ordenamiento jurídico español de esta Directiva se realiza mediante la Ley 1/2005, de 9 de marzo, por la que se regula el régimen del Comercio de Derechos de emisión de gases de efecto invernadero.

El Comercio Europeo de Derechos de emisión aplica inicialmente a las emisiones de dióxido de carbono generadas en las instalaciones en las que se desarrollan actividades industriales enumeradas en el Anexo I de la Directiva 2003/87/CE y de la Ley 1/2005, tales como la generación de electricidad, el refinado, la producción y transformación de metales ferreos, fabricación de cemento, cal, vidrio, cerámica, pasta de papel, papel y cartón. La Comisión Europea se reserva el derecho de ampliar el ámbito de aplicación del Comercio de Derechos, mediante la inclusión en el Anexo I de la Directiva de otros sectores, tales como el químico, el del aluminio y el del transporte, y de otros gases de efecto invernadero incluidos en el Anexo II de la propia Directiva, que se medirán como toneladas equivalentes de CO<sub>2</sub>.

Se establecen dos periodos de aplicación del Comercio Europeo de Derechos, un primer periodo de tres años 2005–2007, y un segundo periodo de cinco años que coincide con el periodo de aplicación del Protocolo de Kyoto 2008–2012.

### *6.3.1. ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO*

Las instalaciones industriales afectadas por el Comercio de Derechos deben seguir unas reglas estrictas para el seguimiento y cuantificación de sus emisiones de gases de efecto invernadero. Anualmente deberán notificar el total de sus emisiones del año precedente y deberán entregar a la Administración una cantidad de Derechos de Emisión equivalente a sus emisiones.

Un derecho de emisión es el derecho subjetivo que tiene una instalación afectada por el Comercio de Derechos a emitir a la atmósfera una tonelada equivalente de dióxido de carbono. Por lo tanto, para cumplir con sus obligaciones, una instalación afectada deberá entregar a la Administración tantos derechos de emisión como toneladas equivalentes de dióxido de carbono hayan notificado para un año determinado.

Cada instalación afectada recibirá de la Administración una cantidad de derechos de emisión para cada uno de los periodos de aplicación del régimen del Comercio de Derechos, repartidos en cuotas anuales. Aquellas instalaciones que en un determinado año, emitan más toneladas de dióxido de carbono de las que le fueron asignadas, deberán adquirir en el mercado los derechos que le falten. Por el contrario, aquellas instalaciones que emitan menos dióxido de carbono que la cantidad asignada, podrán disponer de los derechos que le sobren, pudiendo venderlos en el mercado o guardarlos para otro año.

Los pilares del esquema de funcionamiento del Comercio de Derechos son los siguientes:

#### 1. Autorización de Emisión de Gases de Efecto Invernadero

Toda instalación en la que se desarrolle alguna de las actividades y que genere las emisiones especificadas en el Anexo I de la Ley 1/2005 deberá contar con una autorización de emisión de gases de efecto invernadero, expedida a favor de su titular. En dicha Autorización se establecen las obligaciones de las instalaciones en relación con el régimen del Comercio de Derechos y se describe la metodología que debe seguir la instalación para realizar el seguimiento de sus emisiones.

En España, las competencias relativas al otorgamiento de las Autorizaciones de Emisión y la vigilancia de su cumplimiento son de las Comunidades Autónomas. En concreto en Andalucía, el órgano competente es la Consejería de Medio Ambiente.

#### 2. Plan Nacional de Asignación

El Plan Nacional de Asignación es una pieza central en el sistema comunitario del Comercio de Derechos de emisión. En un Plan Nacional se realiza el reparto del total de emisiones disponibles para un país en un periodo de tiempo, teniendo en cuenta sus compromisos de reducción y organizando las cuotas de emisión que corresponden a cada sector de actividad industrial cubierto por la Directiva y al resto de sectores, como el transporte, los sectores residencial, comercial e institucional y el sector agrario.

Se define también la cantidad de Derechos de Emisión que se expedirán para el periodo de vigencia del Plan, los criterios y el procedimiento de asignación y la asignación individualizada a las instalaciones afectadas por el RCE.

### 3. Registro Nacional de Derechos de Emisión

El Registro Nacional de Derechos de Emisión (RENADE) es una base de datos electrónica en la que se lleva una cuenta exacta de la expedición, titularidad, transferencias y cancelación de los Derechos de Emisión.

El Registro Nacional está adscrito al Ministerio de Medio Ambiente, y lo gestiona Iberclear, la Sociedad de Gestión de los Sistemas de Registro, Compensación y Liquidación de Valores.

### 4. Procedimientos de Seguimiento y Verificación de emisiones

El seguimiento y notificación de emisiones debe ser riguroso, porque constituye el fundamento de la credibilidad y del funcionamiento del régimen de comercio. El titular debe llevar a cabo el seguimiento de sus emisiones de forma continua, y notificar en plazo a la Administración competente, sometiendo la notificación a verificación por una entidad independiente y acreditada convenientemente.

El sistema de verificación juega un papel importante, que consiste en comprobar la cifra de emisiones declarada por la instalación, y verificar que se ha seguido la metodología de seguimiento que figuran en la Autorización de la que disponen cada una de las instalaciones, ajustadas de forma específica a cada proceso industrial, pero conforme con las directrices recogidas en la Decisión 2004/156/CE, de 29 de enero, por la que se establecen directrices para el seguimiento y la notificación de las emisiones de gases de efecto invernadero de conformidad con la Directiva 2003/87/CE. Esta Decisión ha sido revisada por la Comisión, con objeto de incluir las mejoras derivadas del primer año de aplicación del Comercio de Derechos en Europa. Así pues, fue modificada por la Decisión 2007/589/CE, de 18 julio de 2007, que es la que está actualmente en vigor.

Por otra parte, los Estados miembros deben presentar a la Comisión cada año, antes del 30 de junio, un informe sobre la aplicación de la Directiva. Dicho informe prestará especial atención a las disposiciones de asignación de los derechos de emisión, al funcionamiento de los registros nacionales, a la aplicación de las directrices de seguimiento y notificación y a la verificación.

#### *6.3.2. SECTORES INDUSTRIALES AFECTADOS POR EL RCE*

Los sectores industriales afectados inicialmente por el régimen comunitario del Comercio de Derechos de Emisión son los dedicados a actividades energéticas de producción y transformación, siderurgia, industrias minerales (cemento, vidrio y cerámica) y fabricación de pasta de papel, papel y cartón, es decir, los enumerados en el Anexo I de la Directiva 2003/87/CE.

Al realizar la transposición de la citada Directiva al ordenamiento jurídico español mediante la Ley 1/2005, se establecieron cambios en la definición de algunos de los sectores de actividad afectados por la Directiva, de manera que se vio afectado el alcance del régimen de Comercio de Derechos en España, y por lo tanto el Plan Nacional de Asignación, con respecto al alcance en el resto de Estados miembros. La diferencia principal se encontraba en la definición de las instalaciones energéticas afectadas, que en el caso de España se había dejado fuera del alcance a determinadas instalaciones de combustión, en concreto todas aquellas que no producían energía eléctrica. La Comisión europea mostró su disconformidad con respecto al Plan Nacional de Asignación español por este motivo, lo cual obligó a modificar la definición de instalaciones de combustión afectadas y dio lugar a la modificación en este sentido del Anexo I de la Ley 1/2005 mediante el Real Decreto Ley 5/2005, de 11 de marzo, de reformas urgentes para el impulso a la productividad y para la mejora de la contratación pública. Esta incidencia ha dado lugar a que existan nuevas instalaciones del sector energético afectadas por el régimen del Comercio de Derechos a partir de la modificación del Anexo I. Dichas instalaciones no han tenido que cumplir con sus obligaciones de seguimiento y notificación correspondientes al año 2005, aunque lo han tenido que hacer, como el resto de instalaciones afectadas, en los años siguientes.

El Anexo I de la Ley 1/2005 tras las modificaciones introducidas por el RDL 5/2005 establece que las instalaciones afectadas por el régimen del comercio de derechos son aquellas en las que se desarrollan una o varias actividades incluidas en los siguientes epígrafes:

*Actividades energéticas:*

1. Instalaciones de combustión con una potencia térmica nominal superior a 20 MW, incluyendo:
    - 1.a. Instalaciones de producción de energía eléctrica de servicio público.
    - 1.b. Instalaciones de cogeneración que producen energía eléctrica en régimen ordinario o en régimen especial independientemente del sector en el que den servicio.
    - 1.c. Otras instalaciones de combustión con una potencia térmica nominal superior a 20 MW no incluidas en los apartados 2 a 9.
- Quedan excluidas las instalaciones de residuos peligrosos o de residuos urbanos.
2. Refinerías de hidrocarburos
  3. Coquerías

*Producción y transformación de metales férreos:*

4. Instalaciones de calcinación o sinterización de minerales metálicos incluido el mineral sulfurado.
5. Instalaciones para la producción de arrabio o de acero (fusión primaria o secundaria), incluidas las correspondientes instalaciones de colada continua de una capacidad de más de 2,5 toneladas por hora.

*Industrias minerales:*

6. Instalaciones de fabricación de cemento sin pulverizar («clinker») en hornos rotatorios con una producción superior a 500 toneladas diarias, o de cal en hornos rotatorios con una capacidad de producción superior a 50 toneladas por día, o en hornos de otro tipo con una capacidad de producción superior a 50 toneladas por día.
7. Instalaciones de fabricación de vidrio incluida la fibra de vidrio, con una capacidad de fusión superior a 20 toneladas por día.

8. Instalaciones para la fabricación de productos cerámicos mediante horneado, en particular de tejas, ladrillos, ladrillos refractarios, azulejos, gres cerámico o porcelanas, con una capacidad de producción superior a 75 toneladas por día, y, una capacidad de horneado de más de 4 m<sup>3</sup> y de más de 300 kg/m<sup>3</sup> de densidad de carga por horno.

*Otras actividades:*

9. Instalaciones industriales destinadas a la fabricación de:
  - 9.a. Pasta de papel a partir de madera o de otras materias fibrosas.
  - 9.b. Papel y cartón con una capacidad de producción de más de 20 toneladas diarias.

#### **6.4. POLITICAS DE MITIGACIÓN EN ANDALUCIA**

##### **6.4.1. LA MITIGACIÓN DE EMISIONES INDUSTRIALES EN ANDALUCIA**

Las instalaciones afectadas por el régimen del Comercio de derechos en Andalucía son aquellas en las que se llevan a cabo una o varias actividades de las enumeradas en el Anexo I de la Ley 1/2005. Estas instalaciones afectadas han de tener otorgada su correspondiente Autorización de emisión de gases de efecto invernadero, expedida a favor de su titular.

De las instalaciones autorizadas y en funcionamiento en 2006 las instalaciones que emiten menos de 25.000 t CO<sub>2</sub> en Andalucía resultan ser 114, lo que supone prácticamente el 60% de las instalaciones afectadas. A pesar de su elevado número, este conjunto de instalaciones contribuyó sólo al 2,7% de las emisiones del año 2006. La simplificación de las reglas de seguimiento para estas instalaciones influirá de manera positiva en la distribución de los esfuerzos que se dediquen al régimen del comercio de emisiones en Andalucía.

Adicionalmente, la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** muestra la gran importancia que tiene el grupo de grandes emisores (más de 500.000 t CO<sub>2</sub> al año) en el total de emisiones anual en Andalucía. Este grupo supone el 8% de las instalaciones afectadas, y contribuyó al 77% de las emisiones del año 2006.

La Directiva 2003/87/CE recoge la posibilidad de ampliar en un futuro el alcance del esquema a otros sectores, tales como el químico, aluminio y transporte, y a otros gases de efecto invernadero de los enumerados en su Anexo II. En Andalucía están presentes 7 de los 9 sectores industriales afectados por el Comercio de Derechos, quedando excluidos los correspondientes a los epígrafes 3 y 4.

**Tabla 4. Clasificación de las instalaciones en Andalucía por sector según emisiones validadas 2006**

Epígrafe	Nº Instalaciones 2006	Nº IBE
<b>1.a Generación</b>	20	8
<b>1.b Cogeneración</b>	36	8
<b>1.c Combustión</b>	27	21
<b>2 Refino</b>	2	0
<b>5 Acerías</b>	2	0

<b>6.a Cemento</b>	8	0
<b>6.b Cal</b>	5	0
<b>7 Vidrio</b>	3	0
<b>8 Cerámicas</b>	84	74
<b>9.a Pasta Papel</b>	2	1
<b>9.b Papel, Cartón</b>	3	2
<b>TOTAL</b>	<b>191</b>	<b>114</b>

*Fuente: CMA. Emisiones Validadas 2006*

#### *6.4.2. DIFUSOS EN ANDALUCIA*

#### *6.4.3. LA ESTRATEGIA ANDALUZA DE CAMBIO CLIMÁTICO*

El Gobierno Andaluz aprobó en septiembre de 2002 la Estrategia Andaluza ante el Cambio Climático (EACC), como aportación de nuestra Comunidad Autónoma a la Estrategia Española de Cambio Climático siendo, además, la primera Comunidad Autónoma en aprobar una Estrategia de estas características.

La EACC tiene como objetivos mejorar el conocimiento sobre el mismo en Andalucía, garantizar la adecuada coordinación institucional, mejorar y adaptar la normativa autonómica, analizar la vulnerabilidad e impactos del cambio climático en diversos sectores y establecer medidas para la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en nuestra Comunidad.

El “Plan Andaluz de Acción por el Clima 2007 – 2012: Programa de Mitigación” se enmarca dentro de la Estrategia Andaluza ante el Cambio Climático y es la aportación andaluza a la lucha para reducir las emisiones de GEI. Se trata de una batería de más de un centenar de medidas que involucran a la totalidad de las de las administraciones públicas de la Junta de Andalucía.

El Gobierno Andaluz cree imprescindible que todas las acciones que se realicen en el contexto de la Estrategia Andaluza ante el Cambio Climático estén sujetas a una revisión permanente a la luz de los avances científicos en esta materia, siendo un aspecto relevante que tengan el consenso y el respaldo de investigadores y expertos, además de las diversas Consejerías

En este sentido, el Presidente de la Junta de Andalucía constituyó un grupo de expertos específico, al que solicitó su colaboración en la reunión convocada el día 17 de abril de 2007. Este grupo de expertos y expertas se reunió de nuevo el día 4 de junio para conocer la redacción definitiva del Plan, antes de su aprobación por el Consejo de Gobierno de la Junta de Andalucía.

Finalmente El Plan Andaluz de Acción por el Clima 2007 – 2012: Programa de Mitigación, fue aprobado por acuerdo del Consejo de Gobierno de la Junta de Andalucía el día 5 de junio de 2007.

#### *6.4.4. MEDIDAS DEL PAAC*

Se trata de un conjunto amplio de medidas que se desarrollarán de forma coordinada y complementaria entre las diferentes Consejerías de la *Junta de Andalucía*. Para ello se

han definido 12 áreas de actuación, identificando objetivos en cada una de ellas y llegando por fin a las medidas necesarias para alcanzar dichos objetivos. Los objetivos perseguidos en cada una de las áreas de actuación son los siguientes:

## ORDENACIÓN DEL TERRITORIO Y VIVIENDA

La ordenación del territorio condiciona el sistema de movilidad y transporte, que es uno de las principales fuentes de emisión de GEI (más del 25% del total, 15,5 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente). El consumo doméstico energético también es un sector importante pues supone el 12,2% del consumo de energía final de Andalucía. En esta línea el Plan supone incorporar las cuestiones relacionadas con el cambio climático en la planificación territorial y urbanística, lo que nos va a obligar a adaptar nuestras viviendas y el urbanismo a las condiciones climáticas propias de Andalucía y promocionar en el sector de la vivienda y obra pública la reducción de emisiones GEI.

## MOVILIDAD Y TRANSPORTE

Actualmente, nuestra sociedad presenta altas necesidades de movilidad que se resuelven de forma mayoritaria con transporte motorizado bastante ineficiente. Por ello a efectos de disminuir las emisiones GEI se hace necesario reducir las necesidades de transporte de mercancías y pasajeros creando proximidad y mejorando la accesibilidad, favoreciendo, además, modelos de movilidad sostenible para Andalucía. Para ello, en el presente Programa de Mitigación del PAAC se recogen medidas que implicarán la realización de planes de movilidad sostenible en todos los ámbitos, cambios modales hacia alternativas menos emisoras de GEI, mejorando el transporte público y las alternativas más sostenibles de la movilidad individual. También se trabajará en el impulso a la producción y uso de biocarburantes con garantías ambientales y sociales. Y por último la Junta de Andalucía se propone, con el doble objetivo de reducir emisiones y de servir de ejemplo al resto de la sociedad, la ecologización de su parque móvil y el transporte público.

## RESIDUOS

Una de las fuentes emisoras de GEI que ha supuesto un aumento considerable de las emisiones es el área de los residuos, que aunque supone un 3,3% de las emisiones totales, el incremento ha sido del 118% entre 1990 y 2004. Además del ahorro energético que supone la reutilización y reciclaje de los mismos, una buena gestión de los residuos supone evitar las emisiones de GEI que acarrea su descomposición además de aprovechar los gases emitidos y los propios residuos para compostaje o generar energía. Nos planteamos la reducción de GEI en este ámbito, en primer lugar, incentivando la reducción de la generación de residuos y mejorando en segundo lugar, los sistemas de gestión de los mismos.

## TURISMO, COMERCIO Y SERVICIOS PÚBLICOS

En una economía moderna el sector servicios tiene una importancia creciente, de hecho en Andalucía es la principal actividad económica (53% del PIB). La demanda energética de estos sectores (7,7% del total de energía final) supone un aumento en las emisiones asociadas. El PAAC implicará disminuir las emisiones de GEI en el comercio, al establecer unos mínimos de movilidad y eficiencia energética en las actividades, así como favorecer las economías locales. La modernización de las instalaciones turísticas va a pasar por mejorar las mismas en términos ambientales haciendo del turismo una actividad más sostenible. En relación con los servicios públicos se trata de fomentar la eficiencia energética y la administración pública se plantea como objetivo convertirse en referente del sector privado en materia de

eficiencia energética, gestión óptima de materiales y residuos y aprovechamiento de energías renovables.

## AGRICULTURA, GANADERÍA Y PESCA

Las actividades agrícolas, ganaderas, acuícola y pesquera suponen un 5% aproximadamente en la economía andaluza contribuyendo a un desarrollo más equilibrado del territorio. Las emisiones de GEI asociadas a las mismas son de unos 5 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente al año (8-9% del total), pero con un conocimiento y gestión adecuados este sector puede no sólo contribuir a la mitigación, a través de la adecuación de los manejos de uso de la tierra, promoviendo la producción ecológica y el uso más eficiente de recursos en la maquinaria agrícola, ganadera y pesquera, sino que puede convertirse finalmente en un sumidero de CO<sub>2</sub>.

## PROCESOS INDUSTRIALES

Aunque las grandes instalaciones industriales ya están contribuyendo a la reducción de las emisiones de GEI a través del comercio de derechos de emisión, se pueden conseguir mejoras en mitigación que no impliquen un incremento de costes sino un aumento de la eficiencia, especialmente en la industria que no se encuentra ya regulada. El PAAC implicará un paso hacia la ecoeficiencia en la industria e incentivará cambios en los procesos industriales a alternativas que reduzcan las emisiones GEI.

## AHORRO Y EFICIENCIA ENERGÉTICA

El sector energético es la principal fuente de GEI de carácter antrópico. Casi el 80% de las emisiones GEI en Andalucía se originan en el uso o transformación de la energía. La primera política es la reducción de las demandas energéticas a través de políticas de ahorro y eficiencia. Podemos y debemos hacer más con menos. Con el PAAC se da apoyo a la política energética andaluza en materia de ahorro y eficiencia energética con medidas que van desde la reducción de la factura energética de la administración pública hasta el apoyo a nuevos desarrollos tecnológicos y la implantación de los mismos que supongan una mejora en la eficiencia.

## ENERGÍAS RENOVABLES

El potencial en Andalucía para aprovechar las renovables es indiscutible. Con una disminución de la demanda energética global y sustituyendo combustibles fósiles por fuentes de energía renovables podemos provocar un cambio sustancial en el modelo energético y por tanto una reducción significativa en las emisiones de GEI. Junto a las políticas de apoyo a la generación eléctrica con energías renovables, el Programa de Mitigación del Plan Andaluz de Acción por el Clima va a fomentar su aplicación a usos finales.

## SUMIDEROS

La concentración de GEI en la atmósfera depende tanto de la emisión como de la captación. Junto a las medidas de otras áreas que actúan sobre las fuentes de GEI disminuyendo las emisiones también se puede combatir el cambio climático potenciando la captación natural CO<sub>2</sub> para retirarlo de la atmósfera. En particular las políticas de reforestación, de lucha contra incendios forestales y la definición de modelos sostenibles de monte son tres elementos para incrementar la capacidad natural de sumidero de Andalucía.

## INVESTIGACIÓN

Actualmente podemos hacer mucho para reducir las emisiones de GEI. Los desarrollos tecnológicos y las buenas prácticas de gestión así como una planificación adecuada nos permitirán mitigar el cambio climático pero las necesidades de actuación frente al cambio climático son aún mayores. Por eso hay que elaborar una política de investigación sobre cambio climático, en este caso centrada en la mitigación, con políticas que nos aportan técnicas más eficaces así como disminución de costes en la lucha contra el cambio climático. El PAAC apoyará la colaboración entre sector privado y público para el desarrollo e implantación de nuevas técnicas en Andalucía para avanzar en la búsqueda de alternativas a los combustibles fósiles y convertir la agricultura en un sector clave para la mitigación, sin olvidar las líneas de estudio orientadas a analizar nuevas técnicas de captura de CO<sub>2</sub> .

## COMUNICACIÓN

Prácticamente la mitad de las emisiones GEI no se producen en instalaciones industriales sino que se generan en los sectores difusos. Cada ciudadano es responsable de un volumen creciente de emisiones GEI por nuestras prácticas en consumo, transporte o comportamiento energético. Es imprescindible que la lucha contra el cambio climático llegue a la ciudadanía y al ámbito doméstico y personal por lo que el Programa de Mitigación del PAAC recoge acciones concretas para sensibilizar y formar e incentivar las acciones pro-ambientales de mitigación. Además propone una adecuada formación en los distintos sectores profesionales para ofrecer la capacitación necesaria para conocer y gestionar efectivamente las actividades con incidencia en el cambio climático.

## GOBERNANZA

El cambio climático es un problema complejo en el que ciudadanos, gobiernos y empresas estamos involucrados. Es necesario coordinar a todos los actores para luchar conjuntamente, por lo que se proponen medidas para articular las acciones de diferentes instituciones con el fin de luchar contra el cambio climático.

En particular se propone coordinar adecuadamente a todos los órganos de la Junta de Andalucía, hacer partícipe a la Administración local de estas políticas, orientar prioritariamente las acciones políticas de calidad ambiental a la reducción de emisiones GEI y por último, estudiar nuevas herramientas de intervención, como una fiscalidad ecológica aplicada a la mitigación del cambio climático.

En la Tabla 5 se sintetizan el número de medidas propuestas en función de los ámbitos de actuación de aplicación de las mismas:

### **Tabla 5. N° de medidas por áreas de actuación del PAAC**

ÁREAS DE ACTUACIÓN SOBRE LOS QUE SE PROPONEN MEDIDAS EN EL PAAC	NÚMERO DE MEDIDAS PROPUESTAS
Ordenación del territorio y vivienda	8
Movilidad y transporte	27
Residuos	8
Turismo, Comercio y servicios públicos	9
Agricultura, ganadería y pesca	17
Procesos industriales	4
Ahorro y eficiencia energética	13
Energías renovables	8
Sumideros	8
Investigación	14
Comunicación, sensibilización y formación.	10
Gobernanza	14

### **6.5. MITIGACIÓN EN EL ÁMBITO DOMÉSTICO: MEDIDAS QUE PUEDEN ADOPTAR LOS CIUDADANOS**

La crisis del cambio climático tiene una dimensión social que ya es reconocida de forma general. La cumbre de Naciones Unidas sobre cambio climático celebrada en Nairobi el pasado mes de noviembre vio nacer al Movimiento Clima, una iniciativa que se promueve desde España y que reclama la participación de los ciudadanos para ayudar a frenar las emisiones de CO<sub>2</sub>.

En esta última línea se enmarcan acciones para contribuir a la reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub> de forma relativamente sencilla. Modificando nuestras actitudes, tanto de forma individual como colectiva. Aunque estas acciones cotidianas puedan parecer simples e insignificantes, son pequeños gestos que contribuirán a construir una sociedad más responsable y más respetuosa con el medio ambiente en la que se garanticen los recursos de las generaciones futuras.

### **6.6. LAS POLÍTICAS DE ADAPTACIÓN**

Las políticas de mitigación tienen como objetivo reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. Se complementan con las políticas de fomento de la capacidad de sumidero.

Pero habrá cambios importantes aunque se establezca el CO<sub>2</sub> a los niveles actuales. Por eso son necesarias las políticas de adaptación a los cambios que se están produciendo sobre el clima y que tendrán su continuidad a lo largo de las próximas décadas.

### **6.7 LOS POSIBLES EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN ANDALUCÍA**

Impactos sobre las zonas costeras

Los principales problemas del cambio climático en las zonas costeras se relacionan con el posible ascenso del nivel medio del mar (NMM) así como con potenciales cambios en la frecuencia y/o intensidad de las tormentas. Aumentarán los riesgos de erosión costera, lo que se verá agravado por el aumento de las presiones producidas por los humanos en las áreas costeras.

Los factores relacionados con la variabilidad climática que pueden hacer ascender el NMM son fundamentalmente dos: un incremento de la masa oceánica procedente del deshielo continental (componente eustática) y un incremento del volumen oceánico por expansión térmica del agua (componente termostérica). Aparte existen otros factores como la intensidad, frecuencia y dirección de los vientos y el oleaje y procesos tectónicos que hacen complejo el cálculo de una tendencia global.

En el caso de una hipotética subida del NMM, las zonas más vulnerables son los deltas o playas confinadas. La parte del litoral formada por acantilados de rocas resistentes no presentará problemas especiales, sin embargo hay un peligro potencial de estabilidad de las costas formadas por acantilados constituidos por materiales incoherentes. En las costas bajas (humedales costeros y zonas de uso agrario o construidas en el entorno de estuarios o en llanuras aluviales costeras) ese hipotético ascenso del NMM podría implicar una inundación de las mismas.

Una subida del NMM podrá implicar también erosión de playas, contaminación con agua salada de fuentes de agua dulce así como el aumento de salinidad en los estuarios.

### Riesgo de incendios forestales

En España se registran cada año más de 20.000 incendios forestales, que afectan a más de 150.000 ha repartidas por toda la geografía española. Algunas variables meteorológicas como temperatura, velocidad del viento, humedad relativa y estabilidad de la atmósfera juegan un papel fundamental sobre el desarrollo de un incendio. Durante el siglo XX, el índice medio de peligro de incendio ha aumentado constantemente, y lo más probable es que lo siga haciendo durante el siglo XXI.

Mientras que el aumento de las temperaturas y la escasez de agua inducirán una mayor desecación de los combustibles potenciales y, por tanto, un aumento de la inflamabilidad, la aridificación de algunas áreas reducirá la acumulación de combustible.

### Riesgo de crecidas fluviales

Las crecidas fluviales se producen como consecuencia de anomalías meteorológicas de escala espacio-temporal limitada. En las cuencas atlánticas, la generación de crecidas, duración y magnitud se encuentran muy ligadas a los cambios en la precipitación invernal. El incremento de las temperaturas al final de la primavera y durante el verano puede conducir al incremento de las precipitaciones torrenciales de carácter convectivo en pequeñas cuencas y, por tanto, al aumento de los riesgos debidos a crecidas relámpago, especialmente en zonas de montaña y en las regiones mediterráneas. La realidad es que ninguno de los modelos de circulación atmosférica global o regional es capaz de generar escenarios fiables sobre los cambios esperables en relación con estos eventos extremos.

### Riesgo de inestabilidad de laderas

Los principales mecanismos desencadenantes de deslizamientos son la lluvia, la fusión de la nieve, las sacudidas sísmicas, las erupciones volcánicas, la socavación por el oleaje y erosión fluvial.

A pesar del posible origen múltiple de los deslizamientos, en la Península Ibérica una inmensa mayoría de las roturas se debe al régimen de precipitaciones. Sin embargo, la incertidumbre sobre el aumento de la frecuencia de las precipitaciones torrenciales y de los episodios anormalmente húmedos no permite realizar afirmaciones concluyentes.

Los deslizamientos y aludes en Andalucía se concentran especialmente en las Cordilleras Béticas. En el episodio de deslizamientos ocurrido en Andalucía de 1996-1997 se encontró que las lluvias responsables del mismo superaron los máximos históricos de los últimos 100 años en el 30% de las estaciones meteorológicas. Las lluvias acumuladas entre noviembre de 1996 y enero de 1997 fueron, en todos los observatorios de sudeste andaluz, más del doble del valor medio correspondiente al mismo periodo estacional.

### Impactos sobre los recursos hídricos

En Andalucía, el aumento de la temperatura y disminución de la precipitación tendrá una influencia directa y de suma importancia sobre los recursos hídricos. La temporalidad en la distribución de precipitaciones y temperaturas incide en la generación de recursos hídricos con mayor entidad, en muchas ocasiones, que los mismos valores medios de estos dos parámetros climáticos.

Los impactos sobre estos recursos se manifestarán no solo en la variación de la cantidad sino también en la alteración de la calidad y en su distribución temporal. Las cuencas del Guadalquivir y la del Sur son dos de las cuencas de la Península Ibérica donde el impacto sobre los recursos hídricos se manifestaría más severamente. El consumo del 20% de los recursos hidráulicos totales se considera como el límite de sobreexplotación de un sistema. Según este criterio, y tomando los aportes medios anuales como recursos totales, las cuencas del Guadalquivir y del Sur sobrepasan el límite de sobreexplotación con un 29% y un 39% respectivamente.

En las cuencas andaluzas la agricultura es un uso prioritario que no sólo demanda volúmenes muy grandes sino que los demanda en las épocas que no los proporciona el ciclo hidrológico. En la cuenca del Guadalquivir prácticamente el 90% de sus necesidades se centran en los meses de mayo a septiembre. Este cuadro de heterogeneidad temporal, no parece que pueda hacer otra cosa que agravarse ante las perspectivas de heterogénea distribución de la precipitación que se presenta con el cambio climático.

### Impactos sobre los recursos edáficos

Una gran parte del territorio andaluz está amenazado actualmente por procesos de desertificación especialmente por el impacto de los incendios forestales, la pérdida de fertilidad de los suelos de regadío por salinización y la erosión. Las proyecciones del cambio climático (temperatura, precipitación en cantidad y distribución temporal, así como las propiedades químicas de la atmósfera, especialmente el contenido de CO<sub>2</sub> y

compuestos de nitrógeno y azufre) agravarían dichos problemas de forma generalizada y especialmente en la parte más oriental

Los procesos que más afectarían a la degradación del suelo son: pérdida en el contenido de carbono orgánico, disminución de la estabilidad estructural, disminución de la actividad biológica del suelo, aumento del riesgo de erosión, extensión de la salinización. Estos procesos pueden ser mitigados con un adecuado manejo de las técnicas de cultivo, del laboreo, riego y gestión de las enmiendas orgánicas, así como de la reforestación de yermas.

En la medida en que el suelo es el soporte básico de la producción primaria, la degradación del mismo tendrá un considerable impacto en el funcionamiento de los ecosistemas terrestres, incluyendo los sectores productivos agrícola, ganadero y forestal. Por otra parte, cuando la degradación es severa se hace prácticamente irreversible, requiriendo enormes inversiones de energía para recuperar la productividad de los suelos. Además del impacto directo en los ecosistemas terrestres, la degradación del suelo puede ejercer impactos negativos en otros sistemas como aguas continentales y obras públicas.

#### *Impactos sobre la biodiversidad animal y vegetal*

Es probable que la capacidad de recuperación de muchos ecosistemas se exceda en este siglo por una combinación sin precedentes de cambio climático, perturbaciones asociadas (p.e. inundaciones, sequías, fuegos, insectos, acidificación de los océanos), y otros impulsores de cambio global (p.e. cambios en el uso de la tierra, contaminación, sobreexplotación de recursos).

Aproximadamente el 20-30% de las especies de plantas y animales evaluadas hasta el momento probablemente tendrán un riesgo incrementado de extinción si los aumentos en la temperatura media global exceden de 1,5-2,5°C.

#### *Impactos sobre el sector forestal*

Existen evidencias actuales de cambios temporales y espaciales en la magnitud y sentido de las interacciones, por ejemplo en el caso del pino silvestre, las poblaciones autóctonas de Sierra Nevada parecen poder resistir bien los cambios climático recientes, pero el incremento de las temperaturas invernales está provocando que la procesionaria ascienda altitudinalmente, infectando a las poblaciones autóctonas de pino silvestre situadas en las zonas más altas. Algunos efectos del cambio climático, como la competencia de plantas exóticas se han señalado ya como un factor de amenaza en Sierra Nevada.

El impacto previsible del cambio climático tiene una especial incidencia en los ecosistemas forestales. Efectos directos como es la variación de la temperatura está muy ligada a la renovación foliar. Se ha observado, en el caso de la encina y los pinos, cómo un aumento de la temperatura puede acelerar su dinámica foliar disminuyendo la duración de las hojas en las copas, lo que se acelera aún más en el caso de condiciones de sequía. En los enclaves en los cuales el bosque disponga de agua suficiente para compensar la mayor demanda hídrica asociada al aumento de temperatura y evapotranspiración potencial, se puede prever un aumento de la producción forestal. Ahora bien, en los lugares con déficit hídrico, que son frecuentes entre los ecosistemas forestales de España, se pueden esperar cambios importantes que van desde la reducción

de la densidad de árboles hasta cambios en la distribución de especies. En casos extremos, áreas actualmente ocupadas por bosques pueden ser sustituidas por matorral y áreas actualmente ocupadas por matorral pueden quedar expuestas a importantes impactos erosivos.

El cambio climático también influirá en los sistemas forestales a través de efectos indirectos como son las plagas y enfermedades que pueden llegar a tener un papel relevante en la fragmentación de áreas forestales, la rarificación de especies y la simplificación de la biodiversidad inherente a estos espacios.

Mediante la utilización de modelos, se ha llegado a la conclusión de que a pesar de que en la Península Ibérica, los bosques pueden aumentar transitoriamente su efecto sumidero durante algunas décadas, hacia la segunda mitad del presente siglo invertirán su papel de sumideros para transformarse en emisores netos de carbono a la atmósfera.<sup>i</sup>

### Impactos sobre el sector agrario

El cambio climático puede suponer un acortamiento significativo del ciclo vegetativo. Los rendimientos en grano de los cultivos y la producción de biomasa variarán entre zonas. Paralelamente, puede disminuir la calidad del agua de riego por intrusión marina en los acuíferos y por contaminación de nitratos.

El incremento de la frecuencia de años extremos complicará el manejo de cultivos y requerirá un mayor análisis de la sostenibilidad de los sistemas agrícolas. Las estrategias de adaptación a corto plazo pueden basarse en sencillas prácticas agrícolas relacionadas con cambios en las fechas de siembra o variedades. Sin embargo a largo plazo es necesario adaptar los sistemas agrícolas a las nuevas condiciones climáticas.

El cambio climático tendrá también repercusiones en los sistemas de explotación ganadera. Si la temperatura ambiente sobrepasa el intervalo de neutralidad térmica la ingestión de los animales se verá reducida. La variación de la temperatura ambiente también es una de las causas que con mayor frecuencia ha sido puesta de manifiesto como una de las causas de estrés animal, con la consiguiente influencia en el bienestar del mismo.

También cabe esperar otros impactos: acentuación estacional de los patrones del ciclo vital de las parasitosis con fases de vida libre, colonización de zonas nuevas, que antes estaban libres de un proceso parasitario o infeccioso dado, sustitución de especies parasitarias al colonizar zonas abandonadas por la especie endémica (problemas de inmunidad para los rebaños mantenidos en las zonas afectadas), aparición de resistencias a los tratamientos antiparasitarios

### Impactos sobre los ecosistemas acuáticos continentales

El cambio posiblemente incidirá en los aspectos morfométricos y biogeoquímicos de los siguientes ecosistemas acuáticos continentales de Andalucía: Parques Nacional y Natural de Doñana (Sevilla-Huelva), Albuferas de Adra (Almería), Laguna de Fuente Piedra (Málaga), Lagos de Sierra Nevada, Desembocadura del río Guadalhorce (Málaga), Embalse de Aracena (Huelva) y Embalse de Minilla (Sevilla).<sup>ii</sup>

La importancia internacional de estos ambientes acuáticos andaluces se fundamenta en los siguientes aspectos: se trata en su mayoría de ambientes con multitud de lugares

endorreicos y ecosistemas temporales muy fluctuantes, los cuales tienen una flora y una fauna muy singulares y muy específicas.

Doñana es el humedal de la Península Ibérica más conocido internacionalmente. Sus sistemas acuáticos están formados por una marisma y un complejo de lagunas costeras. Ambos podrán sufrir cambios en su permanencia y disminuirá su biodiversidad al disminuir la heterogeneidad del hábitat. El ascenso del nivel marino afectará a buena parte de los terrenos de marisma, y es verosímil que, de continuar el ascenso del mar con las tasas previstas, una porción extensa de Doñana se vea ocupada por el mar en un siglo.

Los lagos alpinos de Sierra Nevada son los lagos glaciares más meridionales de Europa. Si la duración de la cubierta de hielo y nieve se reduce, el descenso de oxígeno en las capas profundas y la liberación de fósforo desde el sedimento serán menores.

En general, los caudales de base disminuirán, lo cual supondrá el aumento del número de ríos temporales y de tramos de ríos con caudales únicamente estacionales. En los ríos de la parte oriental de Andalucía la dinámica ecológica será muy susceptible a los cambios en la variabilidad de los caudales, producto del cambio climático.

Igualmente se ha observado un incremento en las floraciones de algas nocivas, y también de organismos animales urticantes, medusas, sinóforos, durante los meses cálidos, en parte al menos, relacionada con el incremento de la temperatura del agua.

Teniendo en cuenta los previsibles conflictos por el agua que surgirán con el cambio climático, con un gran nivel de certeza se puede asegurar que el cambio climático hará que parte de los ecosistemas acuáticos andaluces pasarán de ser permanentes a estacionales; algunos desaparecerán

#### *Impactos sobre el sector energético*

El sector energético es uno de los responsables del cambio climático ya que es el causante de un tercio de las emisiones de gases de efecto invernadero, pero a su vez el cambio climático también incide en él.

Se considera que el cambio climático tendrá dos impactos principales sobre este sector: una variación en la demanda energética (se detecta una relación de dependencia de los consumos de gas natural en invierno y de electricidad todo el año, respecto a la temperatura del aire) y una variación de la producción energética (así, por ejemplo, la previsible disminución de las precipitaciones afectará a la estructura de la oferta hidroeléctrica, así como a determinadas centrales térmicas y nucleares refrigeradas en circuito abierto).

#### *Impactos sobre el sector turístico*

La sensibilidad del turismo al clima es muy elevada en Andalucía, ya que sus buenas condiciones climatológicas, suponen un factor de influencia decisivo sobre las zonas geográficas de atracción, los calendarios de actividad, las infraestructuras turísticas y su funcionamiento.

Los impactos del cambio climático afectarían, en primer lugar, sobre el espacio geográfico turístico, ya que la escasez de agua provocaría problemas de funcionalidad o viabilidad económica de ciertos destinos. El aumento del nivel del mar amenazaría la localización actual de determinados asentamientos turísticos y de sus infraestructuras

El incremento de las temperaturas puede modificar los calendarios de actividad. Estos impactos tendrán peor incidencia en aquellas zonas más deterioradas, con importantes desequilibrios y con mayor conjunción de los diferentes efectos climáticos. La demanda turística más afectada es la asociada al turismo de ocio y vacaciones. Sobre la oferta turística, el principal impacto lo sufrirán de forma directa los alojamientos y agencias de viajes receptoras de los destinos más afectados.

#### Impactos sobre el sector del seguro

En cuanto al sector del seguro, en la serie 1971-2002, las indemnizaciones por inundaciones realizadas por el Consorcio de Compensación de Seguros muestra una tendencia ascendente. Las tormentas y las inundaciones son los eventos más numerosos y de mayor cifra de compensaciones para este sector .

#### Impactos sobre la salud

El cambio climático también influirá en la salud humana. En nuestro país cabe esperar un aumento en la morbi-mortalidad causada por las olas de calor, que se apuntan más frecuentes en intensidad y duración en los próximos años. La población mayor de 65 años será el grupo más vulnerable. Diversos trabajos realizados recientemente<sup>iii</sup> muestran la existencia de una temperatura máxima diaria a partir de la cual se observa un incremento acusado de la mortalidad: Para el caso de Sevilla esta temperatura máxima diaria de “disparo de la mortalidad” es de 41 °C.

Por otro lado, el aumento previsible de las partículas finas y del ozono serían los principales impactos relacionados con la contaminación atmosférica, que podrían agravar problemas de salud.

Igualmente, se prevé la extensión geográfica de vectores sub-tropicales adaptados a sobrevivir en climas menos cálidos y más secos. Ejemplo vectores: mosquitos (dengue, malaria, etc.)

El balance de los impactos positivos y negativos en la salud variarán de un lugar a otro, y se alterará a lo largo del tiempo según continúen aumentando las temperaturas.

### **6.7. EL PLAN DE ADAPTACIÓN DE ANDALUCÍA**

El desarrollo de la estrategia de adaptación de la Junta de Andalucía debe contener los elementos clave y tener en cuenta las consideraciones de partida que se relacionan acto seguido:

- Es necesario disponer de un **marco institucional** adecuado. La participación es una condición *sine qua non*. La política de adaptación no es una política de medio ambiente, es un conjunto de políticas horizontales, con medidas que deben implementarse desde los órganos competentes. Sin la participación activa de las Consejerías, la adaptación resulta inviable como proyecto político. En Andalucía, la cobertura institucional del Plan Andaluz de Acción por el Clima la garantiza el Acuerdo de Consejo de Gobierno de 5 de junio de 2007, y la iniciativa de la propia Presidencia de la Junta de Andalucía

- **El enfoque sectorial.** Los efectos que producirá el cambio climático están interrelacionados entre sí. La única forma de obtener una perspectiva global del alcance de dichos efectos es aplicar una metodología sistemática y homogénea sobre cada uno de los sectores socioeconómicos potencialmente afectados. Se han identificado sectores prioritarios, para los que se desarrollarán las evaluaciones de impacto y estudios de vulnerabilidad y adaptación.
- La **definición secuencial** de la política de adaptación, en correspondencia con los distintos ámbitos competenciales. Se distinguen dos fases consecutivas en la definición de la estrategia de adaptación. En la primera fase, de prospectiva, se deberán determinar los impactos potenciales esperados según los escenarios climáticos regionalizados elegidos. Corresponde la ejecución de esta fase a la Consejería de Medio Ambiente, en consonancia con el papel de coordinación de las acciones de lucha contra el cambio climático, y con la función de dinamización de las actuaciones del resto de organismos competentes que le atribuye el PAAC. Una vez determinados los impactos sectoriales, corresponde a los distintos órganos competentes el diseño e implementación de las medidas de adaptación, lo que constituye la segunda fase de definición de la política de adaptación. Excepcional y específicamente en el caso de dos sectores, que son el sector forestal y la biodiversidad, corresponde realizar a la Consejería de Medio Ambiente, además de los estudios de prospectiva, la definición e implementación de la política de adaptación.
- Las **referencias homogéneas** de tiempo, escala, y escenarios para los estudios sectoriales, imprescindibles para la comparabilidad y para el cálculo de efectos cruzados (Por ejemplo, el balance futuro de recursos hídricos depende de los factores climáticos, y también de la demanda futura de la agricultura, la industria, el abastecimiento, el mantenimiento de caudales ecológicos). La elección de la escala de trabajo es una decisión de gran relevancia que hay que tomar al comienzo de los estudios sectoriales, y que debe basarse en un principio de economía y optimización del esfuerzo. Se considera que en la actualidad, en el momento de desarrollo de la estrategia en que nos encontramos, más que los estudios de detalle, lo que resulta esencial y más urgente es lograr el máximo grado de participación de otras Consejerías. Por ello, se juzga suficiente para la determinación de los impactos potenciales, la utilización de una cuadrícula de 50 x 50 Km, en coherencia con la empleada por el INM para la obtención de escenarios climáticos regionalizados. El año de referencia elegido es el 2050. Los escenarios elegidos son el A1 y el B2
- La **integración** de la estrategia de adaptación de la Junta de Andalucía con el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC), desarrollado por el Primer Programa de Trabajo y por el Programa Coordinado entre AGE y CCAA en materia de I+D+i sobre impactos y adaptación al cambio climático. La coordinación de las CCAA y los distintos Ministerios se realiza a través de las reuniones periódicas del Grupo de trabajo de Impactos y Adaptación
- El empleo de una **metodología homogénea** es aconsejable. Los Sistemas de Información Geográfica resultan de máxima utilidad a estos efectos.

y la necesidad de **actualizar** y revisar las prospecciones a medida que avanza el conocimiento científico. La falta de una información científica de base sobre muchos de los impactos del cambio climático hace que sea prioritario el

- desarrollo de estudios de investigación que permitan conocer la naturaleza del impacto como paso previo a la definición de medidas de adaptación.

### **6.8. EL ENFOQUE SECTORIAL**

- El objetivo es conseguir una visión general de los efectos del cambio climático sobre los sectores socioeconómicos prioritarios, mediante la realización de un análisis de la *vulnerabilidad* y una evaluación de los *impactos* probables, y concluir en una serie de ejemplos de medidas y opciones de adaptación.

### **6.9. METODOLOGÍA**

Se distinguen las siguientes fases

1. **Caracterización del Sector.** Caracterización climática y diagnóstico del área de estudio en la actualidad a partir de los valores climatológicos normales correspondientes al periodo 1961-1990, con el objetivo principal de interpretar el clima actual y establecer una relación con el sistema, de modo que se pueda disponer de una línea de base

2. **Análisis de vulnerabilidad,** que permitirá obtener una medida de la susceptibilidad o predisposición intrínseca de los elementos expuestos a un peligro a sufrir un daño o una pérdida.

3. **Análisis de Impactos.** El objetivo principal de esta fase es averiguar en que medida los cambios en las concentraciones atmosféricas de CO<sub>2</sub>, así como los cambios en la temperatura y en las precipitaciones, afectarán previsiblemente a los diferentes sectores socioeconómicos de Andalucía.

Los impactos se habrán de identificar en función de la vulnerabilidad. Podrán ser positivos o negativos. La resolución espacial debe presentar un detalle suficientemente preciso como para poder establecer, en la fase posterior las oportunas medidas de adaptación. Los impactos se zonificarán, se establecerán sus causas y se determinará el efecto, diferenciando entre directo e indirecto.

4. **Medidas de adaptación.** Finalmente, a la vista de las principales conclusiones y resultados derivados de los análisis de vulnerabilidad e impactos desarrollados, se propone una batería de medidas para la adaptación al cambio climático en cada sector particularizadas para el territorio de Andalucía.

Deben ser específicas para cada sector y se deben caracterizar por la flexibilidad, es decir, en su definición debe primar la planificación por adelantado pero considerando el resto de agentes o factores que pueden influir en mutaciones y desestabilizaciones de cada sector.

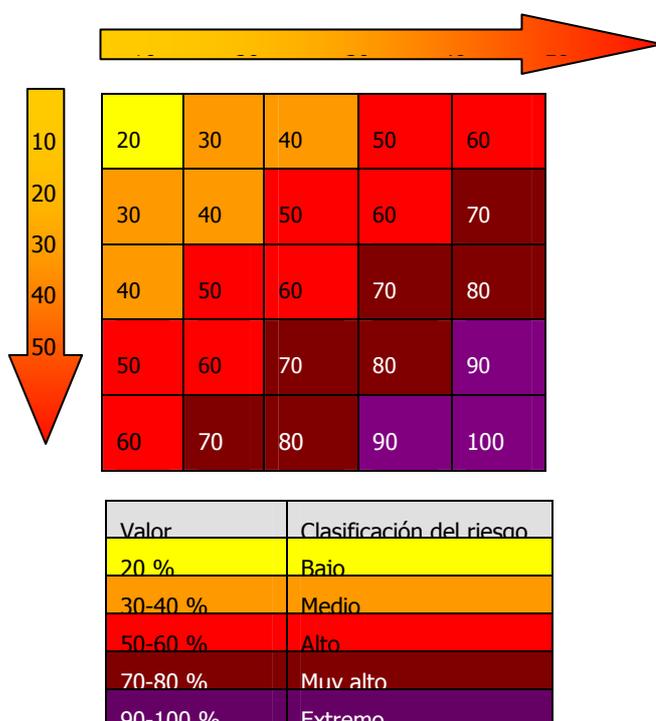
Deben dirigirse al ámbito local siempre que sea posible, y han de potenciar el factor específico y las peculiaridades de cada lugar, especialmente en los sectores ambientales como el forestal. En definitiva, deben servir de referencia al conjunto de agentes locales que intervienen en zonas concretas de la geografía andaluza.

4. **Índice de riesgo.** Para el establecimiento de diferentes zonas geográficas relacionadas con un nivel de impacto se utiliza un índice de riesgo definido como función de un factor de vulnerabilidad y otro de peligrosidad, estando en un 50% constituido por el primero de los índices (V) y en otro 50% por el segundo índice (PA).

$$\text{Índice de riesgo: } R=V+PA$$

Por ejemplo, para el sector Agricultura, la vulnerabilidad (V) se calcula en base a los requerimientos agroclimáticos de diferentes cultivos de referencia en Andalucía, mientras que la peligrosidad (PA) se asimila al análisis de eventos climáticos extremos.

El procedimiento de cuantificación se resume en la siguiente matriz de riesgo:



### Sistemas de Información Geográfica.

El empleo de sistemas de información geográfica (SIG) permite la presentación de resultados mediante una cartografía temática de riesgo.

### **6.10. ESCENARIOS CLIMÁTICOS REGIONALIZADOS**

Los modelos regionales de clima (en adelante RCM) son esencialmente similares al módulo atmosférico de cualquier modelo global, pero se aplican a un área limitada del globo con más resolución, es decir discretizando espacialmente con celdillas de menor tamaño. Se utilizan anidándolos en la malla del modelo global (ver figura).

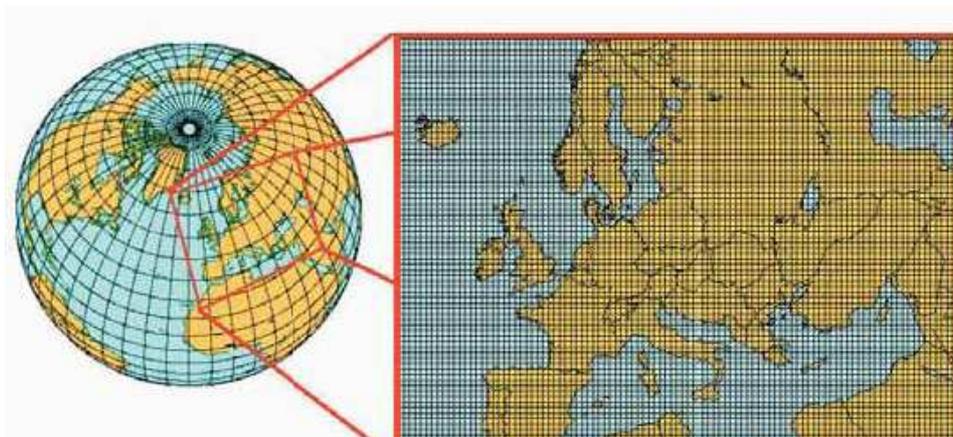


Figura 1. Ejemplo de aplicación de un RCM sobre Europa con una rejilla de 50 km. La técnica de anidamiento consiste en proporcionar al RCM información de la evolución de las variables atmosféricas en los puntos del contorno del dominio.

La variabilidad climática es un elemento clave en la detección y estimación de la magnitud del cambio climático. En especial, permite el conocimiento de la probabilidad de ocurrencia de fenómenos extremos. Para considerar un rango de eventos meteorológicos más extremos o intensos en una estación o año es necesario el análisis de datos diarios.

Dentro de las redes de estaciones meteorológicas integradas en el Subsistema de Información de Climatología Ambiental de la Consejería de Medio Ambiente (CLIMA), existen algunas cuyo inicio es relativamente próximo por lo que se han seleccionado aquellas que poseen registros históricos lo más largos posibles (más de 30 años de datos), manteniendo siempre como requisito imprescindible que comiencen antes del año 1971 y que finalicen en el 2005. Seguidamente se han recopilado los datos diarios de temperatura máxima y mínima y de precipitación de las estaciones meteorológicas que contengan menos de un 10% de datos perdidos.

### Caracterización climática

El objetivo es el análisis comparativo entre el clima actual (periodo 1961-1990<sup>1</sup>) y el clima del año horizonte 2050, bajo dos de los cuatro escenarios de emisiones definidos por el IPCC: Escenarios A2 y B2 a partir de los datos del proyecto del INM “*Generación de Escenarios Regionalizados de Cambio Climático*”.

Los escenarios de emisiones se tienen en cuenta diferentes alternativas en el desarrollo económico mundial. Estos escenarios son los que condicionan las posibles emisiones de gases de efecto invernadero sobre la atmósfera.

El llamado A2, supone un mundo heterogéneo, la preservación de las identidades locales, una alta tasa de crecimiento poblacional, un desarrollo económico regional, menor que en otras líneas narrativas. Y el B2, supone un mundo con énfasis en las

---

<sup>1</sup> Periodo de control 1961-1990 para la generación de proyecciones regionalizadas de cambio climático para suministrar a los diferentes sectores sensibles a las condiciones climáticas, según el Agencia Estatal de Meteorología, Informe: “Generación de Escenarios Regionalizados de Cambio Climático para España”. Primera Fase. Según la Organización Mundial de Meteorología el periodo de control es 1971-2000, en España se está empezando a utilizar para la realización de modelos globales. Para la segunda fase del informe mencionado ya se habrá producido el cambio.

soluciones locales, un aumento continuo de la población (menor que en A2) y niveles intermedios de desarrollo económico.

---

<sup>i</sup> Modelo.....

<sup>ii</sup> Evaluación preliminar general de los impactos en España por efecto del cambio climático. (2005).

<sup>iii</sup> estudio