

Universidad Politécnica de Cartagena



Universidad
Politécnica
de Cartagena



Un Estudio del Cambio Climático en Sectores de Interés Socioeconómico y sus Efectos en España y la Región de Murcia

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica



Asignatura: Proyecto Fin de Carrera

Curso: Segundo Ciclo. 5º Ingeniero Agrónomo

Alumno: Miguel Ángel Pérez Abellán

Directora: María Dolores De Miguel Gómez

Cartagena, a 26 de marzo del 2015



Universidad
Politécnica
de Cartagena



Universidad Politécnica de Cartagena

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica

Departamento de Economía de la Empresa

Área de Economía, Sociología y Política Agraria

Paseo Alfonso XIII, 48. C.P. 30203. Cartagena. Murcia. España

Dña. María Dolores De Miguel Gómez, Catedrática de Universidad y responsable del Área de conocimiento Economía, Sociología y Política Agraria, del Departamento de Economía de la Empresa, en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica de la Universidad Politécnica de Cartagena.

CERTIFICA:

Que el trabajo titulado **“Un Estudio del Cambio Climático en Sectores de Interés Socioeconómico y sus Efectos en España y la Región de Murcia”** llevado a cabo por el alumno Miguel Ángel Pérez Abellán, para la obtención del título de Ingeniero Agrónomo en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica, de la Universidad Politécnica de Cartagena, ha sido realizado bajo mi dirección.

Y para que conste a los efectos oportunos; firmo la presente en Cartagena, a 26 de marzo del 2015.

Fdo: María Dolores De Miguel Gómez

Agradecimientos

A mi directora, Lita, por haberme orientado en la elaboración del proyecto y aportar su experiencia investigadora al trabajo. También por animarme a elaborar un trabajo de un tema tan ambicioso como es el cambio climático, del cual me surgían dudas por “los cuatro costaos” pero gracias a ella esas dudas se difuminaban a medida que avanzaba en la redacción del documento

A los profesores de la escuela de Agrónomos, por la formación académica que me han dado. Gracias a ellos he adquirido los conocimientos adecuados para empezar con “buen pie” en el mercado laboral

A los amigos que he hecho en todos estos años de carrera, por los buenos momentos que hemos pasado juntos. Con ellos a mi lado, los trabajos y las clases se hacían amenos. Y si necesitaba apuntes o tenía dudas de las asignaturas, hay estaban los primeros

A mi familia por estar ahí siempre que la he necesitado tanto en las cosas buenas como en las malas. También por los buenos ratos que pasamos cuando nos juntamos todos en familia. Que tengamos salud porque sin salud no vamos a ningún “lao”. Ellos han contribuido a formarme como persona

A mis abuelos, Antonio y María, por preocuparse de cómo iba en la redacción del trabajo y aportarme sabiduría por toda una vida vivida. Sabiduría que carecemos los más jóvenes. También por los buenos ratos que pasamos juntos paseando y tomando vermouth en la Plaza de las Flores. Que sigáis así por muchos años con esa salud de hierro que os caracteriza. Abuela, ya no puedes decir “no te voy a ver mi Ingeniero bonito” porque este documento que tienes ante tus ojos significa que soy un “Ingeniero” con “toas la de la ley”. Y recuerda que esperas una bisnieta, motivo de celebración en una familia llena de varones, así que vas a permanecer con nosotros muchos años. Espero seguir dando motivos para que estéis orgullosos de vuestro nieto

Por último, quiero agradecer este trabajo a una persona que no está entre nosotros pero siempre la tengo presente en cada acontecimiento de la vida. A mi abuelo, Pedro, por haberme mostrado desde bien pequeño el campo, los animales, trabajar la tierra realizando mis primeras plantaciones en el huerto y las partidas al dominó y al parchís “sentaos al fresco” los veranos. Gracias a ti tomé una de las decisiones más importantes de la vida, por no decir la más importante: Elegir una profesión. Ante la pregunta ¿Qué quieres ser de mayor? mi respuesta fue: Ingeniero Agrónomo. Y esa respuesta te la debo a ti. Siempre te tendré presente. Descansa en paz abuelo. ¡¡Gracias abuelo, gracias a todos!!

*GEAMED (AGL2010-22221-C02-01). Financiado por el Ministerio de Economía y
Competitividad y fondos FEDER*

Resumen:

El cambio climático representa sin duda un reto para la sociedad del siglo XXI. Desde la perspectiva multifacética que requiere abordarlo, se ha conseguido alcanzar el mayor grado de reconocimiento en la elaboración de informes periódicos. El éxito depende, ante todo, de la cooperación de científicos y de otros expertos de todo el mundo.

El cambio climático es un problema con complejas interacciones entre procesos climáticos, ambientales, económicos, políticos, institucionales, sociales y tecnológicos. Desarrollar una respuesta ante el cambio climático supone tomar decisiones bajo la incertidumbre y el riesgo.

España presta desde hace años un apoyo decidido y solidario. El efecto del cambio climático en España será, con toda probabilidad, uno de los más incisivos de la región climática en la que nos encontramos.

Nuevos datos, más precisos, confirman que a lo largo del último siglo las temperaturas globales en la superficie de nuestro planeta han aumentado. También se ha constatado el aumento de la frecuencia de ciertos fenómenos climáticos extremos, el retroceso en la extensión de la nieve o los glaciares y la subida del nivel del mar, confirmándose así cambios en el sistema climático global.

Los nuevos modelos utilizados para el estudio del clima señalan una estrecha relación entre las concentraciones atmosféricas de gases de efecto invernadero y los cambios observados.

Se están acumulando numerosas evidencias sobre los efectos del cambio climático también en las sociedades humanas; una reducción general de la productividad agrícola, ganadera y forestal en zonas tropicales y subtropicales; la reducción de la disponibilidad de recursos hídricos; un aumento de enfermedades infecciosas, olas de calor, la contaminación del aire que afectará a la salud humana; sequías, inundaciones, avalanchas, huracanes, deforestaciones que implicarán al sector de los seguros y el turismo; fenómenos de erosión o el incremento de la demanda energética para climatización son algunos de los impactos a tener en cuenta.

Por el contrario, pueden producirse efectos positivos en ciertas zonas de latitudes medias y altas, que podrían experimentar incrementos de productividad agrícola, ganadera y forestal, disponibilidad de agua, reducción de la mortalidad invernal, mejora del transporte marítimo, disminución de demanda energética entre otros.

En la Región de Murcia, existe un aumento de temperaturas medias anuales y un descenso de las precipitaciones medias anuales. Además, podemos observar un desplazamiento de las lluvias que puede condicionar el calendario de trasplantes de determinados cultivos. Los incrementos de temperaturas permiten un crecimiento más rápido de los cultivos y permite un mayor número de rotaciones, por otro lado, existe un estrés térmico y un aumento de las plagas y enfermedades.

Se deben tomar medidas para paliar los efectos producidos. Es necesario adquirir compromisos de adaptación y mitigación entre todos los países. El tomar o no las medidas adecuadas, tendrá repercusiones en un futuro próximo.

A Study of Climate Change in Interest Socioeconomic Sectors and their Effects on Spain and the Region of Murcia

Summary:

Climate change certainly represents a challenge for the XXI century society. From the different perspective that are required to face it, it has been achieved the highest level of recognition in the preparation of periodic reports. Success depends, especially, on the cooperation of scientists and other experts from all around the world.

Climate change is an issue with complex interactions among climatic, environmental, economic, political, institutional, social and technological processes. Developing a response to climate change involves to take decisions under uncertainty and risk.

Spain has been giving from years ago a strong and common support. The effect of climate change in Spain will be, without a doubt, one of the most incisive of climate region in which we are located.

New data, more precise, confirm that over the last century, global surface temperatures have increased in our planet. It has also been checked the increase of the frequency of certain extreme weather events, the decrease in the extent of snow or glaciers and the rising of the sea level, confirming changes in the global climate system.

New models used for climate studies indicate a close relationship between atmospheric concentrations of greenhouse gases and the changes we have observed.

They are accumulating much evidence on the effects of climate change also in human societies; a general decline in agricultural, livestock and forest productivity in tropical and subtropical areas; reducing the availability of water resources; an increase in infectious diseases, heat waves, air pollution that affect human health; droughts, floods, avalanches, hurricanes, deforestation that will involve the insurance sector and tourism; erosion phenomena or the increase of energy demands for air conditioning are among the impacts to be considered.

On the other hand, positive effects may occur in zones of middle and high latitudes which they may experience increases in crop, livestock and forest productivity, water availability, reduced winter mortality, improvement of maritime transport, decreased in energy demand etc.

In the Region of Murcia exists an increase in average annual temperatures and a decrease in average annual rainfall. In addition, we can observe a change in rainfall periods that can affect the moment of transplanting certain crops. Increases of temperatures allow faster growth of crops and they allow a greater number of rotations, furthermore, it exists a thermal stress and an increase in pests and diseases.

Measures must be taken to mitigate the effects produced. It is necessary adaptation and mitigation commitments by all countries. To take appropriated actions or not, will have repercussions in a near future.

Índice General

Introducción y Objetivos	19
Introducción y objetivos	21
Capítulo 1: Antecedentes del Cambio Climático	23
1.1 Origen de la problemática relacionada con el clima	25
1.2 La Conferencia Mundial sobre el Clima de 1979	26
1.3 Creación del Programa Mundial sobre el Clima (PMC)	27
1.4 La Conferencia de Villach de 1985 y el informe SCOPE	28
1.5 El Congreso de la OMM de 1987	29
1.6 La Conferencia de Toronto	29
1.7 El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático	30
1.8 La Segunda Conferencia Mundial sobre el Clima	31
1.9 Creación del Sistema Mundial de Observación del Clima (SMOC)	34
1.10 Reestructuración del Programa Mundial sobre el Clima	34
1.11 Negociación de la CMNUCC	36
1.12 La Acción para el Clima	36
1.13 La petición de una Tercera Conferencia Mundial sobre el Clima	37
1.14 El creciente énfasis sobre la adaptación	38
1.15 Planificación de la Tercera Conferencia Mundial sobre el Clima	39
1.16 El Sistema de las Naciones Unidas, unido en la acción	39
1.17 La Cumbre sobre el Clima 2014	41
1.18 ¿Por qué la acción tiene que ser mundial?	42
1.19 La Cumbre del Clima en Perú	43
Bibliografía	45
Capítulo 2: Concepto de Cambio Climático	49
2.1 Introducción	51
2.2 Definición de Cambio Climático	53
2.3 Efecto Invernadero	54
2.4 Principales Gases de Efecto Invernadero (GEI)	55
Bibliografía	61
Capítulo 3: Condicionantes del Cambio Climático	63
3.1 Variables climáticas a tener en cuenta frente al cambio climático	65
3.1.1 <i>Temperatura</i>	65
3.1.2 <i>Precipitación</i>	76
3.1.3 <i>Otros elementos</i>	83
3.1.3.1 <i>Radiación solar</i>	83
3.1.3.2 <i>Insolación</i>	83
3.1.3.3 <i>Nubosidad</i>	84
3.1.3.4 <i>Humedad del aire</i>	84

3.1.3.5	<i>Presión atmosférica</i>	84
3.1.3.6	<i>Viento</i>	84
3.2	Localización y clima de la Región de Murcia	85
	Bibliografía	91
	Capítulo 4: Efectos del Cambio Climático	95
4.1	Efectos del cambio climático a nivel global	97
4.1.1	<i>África</i>	97
4.1.2	<i>Oceanía</i>	97
4.1.3	<i>Asia</i>	98
4.1.4	<i>América</i>	98
4.1.5	<i>Europa</i>	99
4.2	Efectos del cambio climático a nivel nacional	101
4.3	Efectos del cambio climático en los diferentes sectores	104
4.3.1	<i>Efectos en los ecosistemas terrestres</i>	104
4.3.2	<i>Efectos en los ecosistemas acuáticos continentales</i>	107
4.3.3	<i>Efectos en los ecosistemas marinos y el sector pesquero</i>	107
4.3.4	<i>Efectos en la biodiversidad vegetal</i>	110
4.3.5	<i>Efectos en la biodiversidad animal</i>	112
4.3.6	<i>Efectos en los recursos hídricos</i>	115
4.3.7	<i>Efectos en los recursos edáficos</i>	117
4.3.8	<i>Efectos en el sector forestal</i>	120
4.3.9	<i>Efectos en el sector agrario</i>	122
4.3.10	<i>Efectos en las zonas costeras</i>	132
4.3.11	<i>Efectos en el riesgo de crecidas fluviales</i>	133
4.3.12	<i>Efectos en el riesgo de inestabilidad de laderas</i>	133
4.3.13	<i>Efectos en el riesgo de incendios forestales</i>	134
4.3.14	<i>Efectos en el sector energético</i>	134
4.3.15	<i>Efectos en el sector turístico</i>	137
4.3.16	<i>Efectos en el sector del seguro</i>	138
4.3.17	<i>Efectos en la salud humana</i>	140
	Bibliografía	145
	Capítulo 5: Adaptaciones al Cambio Climático	153
5.1	Contexto internacional y europeo	155
5.2	Contexto nacional	157
5.3	Tercer Programa de Trabajo del PNACC	158
5.4	Contexto autonómico	160
5.5	Concepto de resiliencia como adaptación al cambio climático	166
	Bibliografía	169
	Conclusiones	171

Conclusiones	173
Bibliografía	179
Anexo: Glosario de Abreviaturas	181

Índice Figuras

Figura 1.1: Cronografías de la Convención y del Protocolo	33
Figura 1.2: Estructura organizativa y acuerdos de patrocinio relativos al PMC	35
Figura 1.3: Marco Global de Servicios Climáticos	40
Figura 1.4: Esquema del surgimiento del clima como un asunto científico y político a nivel internacional	41
Figura 2.1: Representación esquemática de los componentes del sistema climático global, sus procesos e interacciones	51
Figura 2.2: Efecto invernadero	54
Figura 2.3: Evolución de la concentración de los gases de efecto invernadero a nivel mundial	56
Figura 2.4: Evolución de la concentración de los distintos gases por sectores a nivel mundial	57
Figura 2.5: Evolución de la concentración de CO ₂ a nivel nacional y regional	60
Figura 3.1: Variaciones anuales (abajo) y estacionales (arriba) en el periodo 1850-2005 de la temperatura media diaria en España	67
Figura 3.2: Temperatura media anual en el periodo 1971-2000 en España	69
Figura 3.3: Evolución de las temperaturas medias anuales en las Comunidades Autónomas en el periodo 1999-2012	72
Figura 3.4: Evolución de las temperaturas medias anuales por Comunidades Autónomas en el periodo 1999-2012	73
Figura 3.5: Evolución de las temperaturas medias anuales en la cuenca mediterránea española en el periodo 1999-2012	76
Figura 3.6: Precipitación media anual en el periodo 1971-2000 en España	79
Figura 3.7: Evolución de las precipitaciones medias a nivel nacional en el periodo 1999-2012	81
Figura 3.8: Evolución de las precipitaciones medias en la cuenca mediterránea española en el periodo 1999-2012	82
Figura 3.9: Año hidrológico 2013-2014 en España	82
Figura 3.10: Zonas homoclimáticas de la Región de Murcia	86
Figura 3.11: Evolución de las temperaturas medias anuales de la Región de Murcia los últimos 43 años	87
Figura 3.12: Evolución de las precipitaciones medias anuales de la Región de Murcia los últimos 43 años	88
Figura 3.13: Temperaturas y precipitaciones medias mensuales en la Región de Murcia	89
Figura 4.1: Marco esquemático de los originantes e impactos antropógenos del cambio climático y de las respuestas a ese cambio	104

Figura 4.2: Interconexiones entre personas, biodiversidad, salud de los ecosistemas y suministro de servicios ecosistémicos	105
Figura 4.3: ZEPA Región de Murcia	113
Figura 4.4: LIC Región de Murcia	113
Figura 4.5: Agua embalsada en la Región de Murcia	117
Figura 4.6: Evolución de los incendios forestales en España en el periodo 1999-2014	120
Figura 4.7: Evolución de la superficie forestal a nivel nacional y regional	121
Figura 4.8: Superficie y producción de los principales cultivos herbáceos para la Región de Murcia	124
Figura 4.9: Superficie y producción de los principales cultivos leñosos para la Región de Murcia	125
Figura 4.10: Censo ganadero de la Región de Murcia	125
Figura 4.11: Evolución de la producción animal Región de Murcia	126
Figura 4.12: Porcentaje de superficie que representan los principales cultivos leñosos Región de Murcia	126
Figura 4.13: Rendimientos de los principales cultivos hortícolas y leñosos y su evolución con la temperatura media anual en la Región de Murcia	131
Figura 4.14: Evolución del consumo de energía final en España	135
Figura 4.15: Emisiones de CO ₂ y ahorro a nivel nacional	136
Figura 4.16: Desglose de las causas en expedientes e indemnizaciones a nivel nacional	139
Figura 4.17: Vínculos entre cambio climático y salud humana	141
Figura 4.18: Cambio climático y salud: cadena causal desde las fuerzas impulsoras hasta los posibles impactos y exposiciones	142
Figura 4.19: Vías por las que el cambio climático afecta a la salud humana	143
Figura 5.1: Estructura de objetivos y acciones de la Estrategia Europea de Adaptación 2013-2020	156
Figura 5.2: Estructura del Segundo Programa de Trabajo del PNACC	157
Figura 5.3: Representación gráfica de los indicadores para las adaptaciones	164
Figura 5.4: Superficie de cultivos leñosos en la Región de Murcia	164

Índice Tablas

Tabla 2.1: Concentración de gases de efecto invernadero	58
Tabla 2.2: Emisiones de CO ₂ de los países europeos	59
Tabla 3.1: Tendencias de temperatura expresadas en °C/década para el siglo XX	68
Tabla 3.2: Evolución de las temperaturas medias anuales en las Comunidades Autónomas españolas	71
Tabla 4.1: Posibles efectos positivos y negativos en la producción de los cultivos	123
Tabla 4.2: Rendimientos de los principales cultivos herbáceos y leñosos de la Región de Murcia	130
Tabla 4.3: Viajeros y pernoctaciones en las zonas costeras de la Región entre 2013 y 2014	137
Tabla 4.4: Causas más frecuentes donde han intervenido el sector de los seguros	139
Tabla 4.5: Datos del seguro agrario Región de Murcia respecto a España	140
Tabla 5.1: Medidas en el sector agrario	163
Tabla 5.2: Dotación de presupuestos en conceptos de distintos sectores	165

Introducción y Objetivos

Introducción y objetivos

En los medios de comunicación, se habla de cambio climático cuando tiene lugar alguna cumbre sobre el clima y se reúnen los gobiernos de diversos países para adquirir compromisos en esta materia.

El cambio climático posee complejas interacciones entre procesos climáticos, ambientales, económicos, políticos, institucionales, sociales y tecnológicos entre otros. Aborda multitud de sectores que tienen interés para la Humanidad.

Por tanto, el cambio climático representa, sin duda, un reto formidable para la sociedad del siglo XXI. Desde la perspectiva que requiere abordarlo, se ha conseguido alcanzar el mayor grado de reconocimiento en la elaboración de informes periódicos. El éxito depende, ante todo, de la cooperación de expertos de todo el mundo así como de los gobiernos.

España presta desde hace años un apoyo decidido y solidario. Desarrollar una respuesta ante el cambio climático supone tomar decisiones bajo la incertidumbre y el riesgo por lo que no es fácil.

En este trabajo, se pretende dar una visión del cambio climático y para ello se han fijado los siguientes **objetivos**:

- Conocer las conferencias, cumbres y organismos que han surgido en respuesta al cambio climático.
- Definir el cambio climático y qué lo produce.
- Estudiar las variables que intervienen y cómo se comportan.
- Ver los efectos que causan en sectores de interés económico y social.
- Analizar las posibles adaptaciones para paliar los efectos.

1 Antecedentes del Cambio Climático

1.1 Origen de la problemática relacionada con el clima

La climatología siempre ha sido reconocida como una rama importante de la ciencia y práctica de la meteorología (Landsberg, 1945), y los fundamentos físicos básicos del calentamiento como consecuencia del efecto invernadero, se conocen desde hace más de un siglo (Houghton, 2009). Sin embargo, la preocupación actual a escala mundial relacionada con los asuntos climáticos tiene su origen en la convergencia de cinco importantes desarrollos en los campos de la ciencia, la tecnología y la geopolítica de los años cincuenta, como señala Zillman, (2009).

- Los avances tras la Segunda Guerra Mundial, en lo que se refiere a la ciencia atmosférica básica, que desembocaron en un notable aumento del conocimiento de los mecanismos de la circulación atmosférica a gran escala.
- El inicio de una serie de nuevas observaciones geofísicas (especialmente las mediciones de dióxido de carbono atmosférico en el volcán Mauna Loa) durante el Año Geofísico Internacional de 1957.
- El reconocimiento de las capacidades potenciales de observación meteorológica de los satélites que orbitan alrededor de la Tierra.
- La aparición de los ordenadores digitales.
- La voluntad de los países, incluso en el contexto del desarrollo de la Guerra Fría, de utilizar las instituciones del Sistema de Naciones Unidas para colaborar en la resolución de los problemas más importantes a nivel mundial.

Lo anterior, lleva a abordar aspectos que han dado forma a la transición de la climatología desde una ciencia descriptiva a una ciencia física (Flohn, 1970) y para abrir las perspectivas de modelización en diagnóstico y predicción del sistema climático mundial. (Bolin, 2007).

Estas influencias se agruparon en una Resolución de la Asamblea General de las Naciones Unidas en 1961, que instaba a que la Organización Meteorológica Mundial (OMM) y el Consejo Internacional para la Ciencia (CIUC), de carácter no gubernamental, colaboraran en el desarrollo de nuevas oportunidades científicas y tecnológicas para la vigilancia, pronóstico y finalmente control, del tiempo y el clima; esta misma resolución dio lugar al nacimiento simultáneo de los programas de la Vigilancia Meteorológica Mundial (VMM) de la OMM, y de Investigación de la Atmósfera Global (GARP) de la OMM y el CIUC. (Zillman, 2009).

La VMM estaba destinada a ofrecer la infraestructura básica a nivel mundial para apoyar la predicción meteorológica operativa y para describir y vigilar el clima, mientras que el GARP se centraba en el doble objetivo de la predicción del tiempo y el desarrollo de las bases científicas de la predicción del clima. (Davies, 1990).

Ya a finales de los años sesenta, cuando se estaba llevando a cabo la implantación de la VMM y del GARP, la preocupación científica comenzaba a aumentar, espoleada por el aumento de las concentraciones de dióxido de carbono, algo que se hacía evidente desde las primeras observaciones en Mauna Loa, en el sentido de que las actividades

humanas, de hecho, podrían estar empezando a ocasionar ciertos impactos sobre el clima de la Tierra a escala global. (SMIC, 1971).

Posteriormente, en los años setenta, no sería la primera vez -ni tampoco la última- que surgiese un punto de vista alternativo, que fue rápidamente objeto del sensacionalismo de los medios de comunicación (Calder, 1974) y que proponía que, más que una simple manifestación de la gran variabilidad natural del clima superpuesta sobre la lenta tendencia esperada de calentamiento como consecuencia del efecto invernadero, la devastadora sequía sufrida por el Sahel en los años sesenta y la serie de inviernos extremadamente fríos experimentados en el hemisferio Norte a principios de los años setenta podrían ser los precursores del descenso de la Tierra a una nueva edad de hielo.

Sin embargo, estos enfoques sirvieron para que las implicaciones de la variabilidad del clima y el cambio climático volvieran a ser objeto de atención de las Naciones Unidas de modo que, en 1974, la sexta reunión especial de la Asamblea General determinó que la OMM realizara un estudio sobre el cambio climático. (Zillman, 2009).

La OMM creó un grupo de expertos sobre el cambio climático dentro del Consejo Ejecutivo que, en su informe definitivo (Gibbs *et al.*, 1977), rechazó ampliamente la especulación relativa a un enfriamiento global y se reafirmó en la expectativa científica general de un calentamiento provocado por el efecto invernadero, aunque hizo hincapié en la importancia de hacer un mejor uso del conocimiento climático existente de cara a aprender a convivir con la gran variabilidad natural del clima.

Este informe inspiró uno de los primeros planes de la OMM para crear un Programa Mundial sobre el Clima que implicase a varias agencias, y sirvió como base para que la OMM decidiera convocar una Conferencia Mundial sobre el Clima en 1979. (Zillman, 2009).

1.2 La Conferencia Mundial sobre el Clima de 1979

Esta Conferencia fue convocada por la OMM como “una conferencia mundial de expertos sobre el clima y la Humanidad”. Los participantes pertenecían a un amplio abanico de disciplinas entre las que se incluían la agricultura, los recursos hidrológicos, la pesca, la energía, el medio ambiente, la ecología, la biología, la medicina, la sociología y la economía. (White, 1979).

Los organizadores publicaron una Declaración de la Conferencia Mundial sobre el Clima como un llamamiento a las naciones en los siguientes términos: (Zillman, 2009).

- Aprovechen plenamente las ventajas del conocimiento actual del clima con el que cuenta el hombre.
- Den los pasos necesarios para mejorar ese conocimiento de forma significativa.
- Prevean y eviten los posibles cambios en el clima motivados por la acción del hombre, que podrían resultar negativos para el bienestar de la Humanidad.

La declaración exhortaba a todas las naciones a respaldar de forma sólida el Programa Mundial sobre el Clima propuesto, e inmediatamente comenzó a sugerir estrategias para ayudar a los países a hacer un mejor uso de la información climática en aras de una planificación destinada a lograr un desarrollo social y económico. (Zillman, 2009).

1.3 Creación del Programa Mundial sobre el Clima (PMC)

Tras la Conferencia, la OMM se movió con rapidez para hacer realidad el llamamiento de cara a la creación de un Programa Mundial sobre el Clima. El VIII Congreso Meteorológico Mundial, celebrado en 1979, acordó que, en calidad de agencia especializada de las Naciones Unidas en meteorología que abarcaba tanto los aspectos meteorológicos como los climáticos, la OMM debería asumir el papel de liderazgo en el fomento de estudios relativos a la variabilidad y al cambio climático y sus implicaciones para la sociedad y el medio ambiente. (WMO, 1979 (b)).

Así, el Programa Mundial sobre el Clima quedó formalmente establecido con cuatro componentes: (Zillman, 2009).

- El Programa Mundial de Datos Climáticos (PMDC).
- El Programa Mundial de Aplicaciones Climáticas (PMAC).
- El Programa Mundial de Investigaciones Climáticas (PMIC), denominado inicialmente Programa de Investigación de la Variabilidad y el Cambio Climático.
- El Programa Mundial de Estudios del Impacto del Clima (PMEC), que siguieron minuciosamente las directrices de la Conferencia Mundial sobre el Clima.

Sin embargo, el Congreso admitió que los asuntos relacionados con el clima ya estaban pasando a ser altamente interdisciplinarios y que el desarrollo del propuesto Programa Mundial sobre el Clima requeriría la implicación de muchos otros organismos de las Naciones Unidas, como la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), la Organización Mundial de la Salud (OMS) y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y también de la comunidad científica a través del CIUC. (Zillman, 2009).

De esta forma, se les pidió que se convirtieran en copatrocinadores del PMC en su totalidad, y se invitó al PNUMA a que asumiera una responsabilidad de liderazgo en el PME. (Zillman, 2009).

Asimismo, se acordó que el PMIC se desarrollase como una iniciativa conjunta de la OMM y el CIUC con arreglo a las condiciones de un acuerdo que se derivaría, sin problema alguno, del binomio patrocinador OMM-CIUC del GARP, data de 1967. (Zillman, 2009).

La responsabilidad del PMDC pasó a la Comisión de Aplicaciones Especiales de la Meteorología y la Climatología (CAEMC), sucesora y antecesora de la Comisión de Climatología (CCI) de la OMM. (Zillman, 2009).

El Congreso consideró la posibilidad de convocar una conferencia ministerial y crear un mecanismo general de coordinación intergubernamental e inter-agencias para el PMC, pero pensó que sería prematuro. (Zillman, 2009).

En lugar de ello, decidió promover la aplicación rápida de los cuatro componentes, con coordinación a través de una oficina del PMC. Instó a los países a crear sus propios programas climáticos nacionales bajo el paraguas del PMC, y esbozó un ambicioso esquema de aplicación del PMC en su conjunto. (Zillman, 1980).

1.4 La Conferencia de Villach de 1985 y el informe SCOPE

Durante el decenio de 1980, la preocupación pública por las cuestiones ambientales fue en aumento, y los gobiernos tomaron cada vez más conciencia de los problemas del medio ambiente. (CMCC, 2005).

La planificación internacional y nacional, y la puesta en marcha de proyectos y actividades dentro del marco de los cuatro componentes del PMC, irrumpieron con fuerza durante los primeros años de los años ochenta, con un enfoque especial sobre la comunidad investigadora en lo que respecta al incremento de las concentraciones atmosféricas de gases de efecto invernadero, como elemento causante del calentamiento global. (Zillman, 2009).

En octubre de 1985 el PNUMA, la OMM y el CIUC convocaron una evaluación internacional sobre el papel del dióxido de carbono y otros gases de efecto invernadero en las variaciones climáticas y los impactos asociados a ellas. A esta reunión, que hoy en día es conocida por todos como “la Conferencia de Villach”, asistieron científicos de 29 países, que elaboraron una declaración enormemente influyente en la que presagiaban elevaciones de temperatura durante la primera mitad del siglo XXI más pronunciadas que nunca a lo largo de toda la historia de la Humanidad. (WMO, 1986).

Este informe se basó en gran medida en una evaluación científica de mayores dimensiones que en aquel momento se encontraba en curso y que se llevaba a cabo bajo los auspicios del Comité Científico sobre Problemas del Medio Ambiente (SCOPE) del CIUC. (Bolin *et al.*, 1986).

La Declaración de la Conferencia de Villach incluía un conjunto de recomendaciones para los gobiernos e instituciones de financiación acerca del control e investigación necesarios para clarificar aún más la naturaleza de la amenaza; además, como nota importante, instaba al PNUMA, a la OMM y al CIUC, entre otras cosas, a llevar a cabo lo siguiente: (Zillman, 2009).

- Garantizar la realización de evaluaciones periódicas sobre el estado del conocimiento científico y sus implicaciones prácticas.
- Si se considerara necesario, valorar la conveniencia de celebrar una convención a escala mundial.

1.5 El Congreso de la OMM de 1987

El X Congreso Meteorológico Mundial tomó en consideración tanto los resultados de la Conferencia de Villach como un avance de información relativo a las conclusiones de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (cuyas siglas en inglés son WCED), que se había basado en gran medida en los resultados de Villach a la hora de subrayar el calentamiento global como una gran amenaza para el desarrollo sostenible. (WCED, 1987).

La Comisión emitió un informe (Informe Brundtland¹) donde destacó los problemas ambientales que eran novedosos en ese entonces, como el calentamiento mundial y el agotamiento de la capa de ozono. Manifestó también su preocupación de que el ritmo de los cambios estaba superando la capacidad de las disciplinas científicas y la capacidad actual de evaluación y asesoramiento. La Comisión concluyó que las estructuras de toma de decisiones existentes y los acuerdos institucionales, tanto nacionales como internacionales, simplemente no podrían atender las demandas de un desarrollo sostenible. (WCED, 1987).

Hubo muchas solicitudes procedentes de delegaciones nacionales que instaban a la OMM a suministrar información autorizada, acerca del estado del conocimiento relativo al cambio climático producido por el hombre. (Zillman, 2009).

El Congreso se mostró favorable a la recomendación de Villach relacionada con las evaluaciones periódicas del conocimiento científico, pero consideró que el mecanismo de evaluación debería funcionar bajo el asesoramiento general de los gobiernos en vez de únicamente a través de las capacidades personales de los científicos. (WMO, 1987).

El Congreso y la reunión inmediatamente posterior del Consejo Ejecutivo de la OMM autorizaron al Secretario General a emprender un proceso de consulta con el Director Ejecutivo del PNUMA para establecer lo que pronto se convertiría en el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC en sus siglas en inglés) como proyecto conjunto de la OMM y el PNUMA. (Zillman, 2009).

1.6 La Conferencia de Toronto

“La Conferencia mundial sobre la atmósfera cambiante: implicaciones para la seguridad mundial” (Conferencia de Toronto) se celebró en 1988. La Conferencia instó a los gobiernos, a las Naciones Unidas y a sus agencias especializadas, así como a las instituciones industriales, educativas, organizaciones no gubernamentales y a la ciudadanía en general, a “emprender acciones concretas para reducir la inminente crisis provocada por la contaminación de la atmósfera”. (Zillman, 2009).

En 1988, la Asamblea General de las Naciones Unidas aprobó la resolución 43/53, propuesta por el Gobierno de Malta, en la que se pedía “la protección del clima para las generaciones actuales y futuras de la humanidad”. Durante el mismo año, los órganos

¹ En este informe, se utilizó por primera vez el término desarrollo sostenible (o desarrollo sustentable y/o sostenido), definido como aquel que satisface las necesidades del presente sin comprometer las necesidades de las futuras generaciones.

rectores de la OMM y del PNUMA crearon un nuevo organismo; el IPCC, para orientar y evaluar la información científica sobre este tema. (CMCC, 2005).

La Declaración de la Conferencia de Toronto solicitaba, en concreto, aumentar los recursos para los esfuerzos en materia de investigación y vigilancia en el seno del PMC, apoyar el trabajo del propuesto IPCC y desarrollar una convención general a escala mundial como marco para protocolos relativos a la protección de la atmósfera. (Pearman *et al.*, 1989, WMO, 1989).

1.7 El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático

La primera reunión del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) de la OMM y el PNUMA, celebrada en 1988 sirvió para elaborar el concepto básico de funcionamiento de dicho grupo como un mecanismo, bajo supervisión intergubernamental, de evaluación a través de expertos, además de para determinar su estructura de trabajo en tres grupos y para iniciar el programa de trabajo, que desembocaría en su Primer Informe de Evaluación, aprobado tras largas y complicadas negociaciones, en su cuarta reunión, celebrada en Sundsvall (Suecia), en agosto de 1990. En el informe se confirmaba que la amenaza del cambio climático era real. (Zillman, 2009).

Con sus tres sucesivos presidentes y a través de la utilización de procesos de evaluación y revisión cada vez más rigurosos y exhaustivos, el IPCC elaboró su Segundo Informe de Evaluación en 1996, el Tercero en 2001 y el Cuarto en 2007, así como una serie de informes especiales y documentos técnicos durante esos años. (Zillman, 2009).

En la actualidad, está pendiente el Quinto Informe de Evaluación que comprende las siguientes contribuciones, a saber: bases físicas; impactos, adaptación y vulnerabilidad; y por último mitigación del cambio climático, además de un informe de síntesis. El informe se finalizó en 2014. (IPCC, 2014).

En comparación con los informes anteriores, en el Quinto Informe de Evaluación se hace más hincapié en la evaluación de los aspectos socioeconómicos del cambio climático y sus consecuencias para el desarrollo sostenible, los aspectos regionales, la gestión de riesgos y la elaboración de una respuesta mediante la adaptación y la mitigación. (IPCC, 2014).

Aunque algunos lo han criticado por considerarlo demasiado cauteloso y otros por tener un carácter excesivamente político y alarmista, el IPCC ha sido ampliamente reconocido por sus patrocinadores, gobiernos y organismos competentes de la CMNUCC, como fuente autorizada de información acerca de los aspectos científicos y los impactos del cambio climático. (Bolin, 2007, Zillman, 2007).

A pesar de que se constituyó de manera formal como un mecanismo secundario conjunto de la OMM y el PNUMA, y que informa con carácter regular a los órganos de gobierno de ambos patrocinadores, en la actualidad funciona básicamente como una organización intergubernamental independiente. (Zillman, 2009).

1.8 La Segunda Conferencia Mundial sobre el Clima

La Segunda Conferencia Mundial sobre el Clima (SCMC o CMC-2) tuvo lugar en Ginebra, bajo el patrocinio de la OMM, la UNESCO, el PNUMA, la FAO y el CIUC en 1990. En ella, se pidió la creación de un tratado mundial. (Zillman, 2009).

La Asamblea General respondió aprobando la resolución 45/212, en la que se ponían oficialmente en marcha negociaciones acerca de una convención sobre el cambio climático, bajo la dirección del Comité Intergubernamental de Negociación (CIN). (CMCC, 2005).

Estuvo constituida por dos partes: en primer lugar, una serie de presentaciones científico-técnicas y debates; en segundo lugar, por sesiones ministeriales. (Zillman, 2009).

El propósito inicial de la CMC-2, tal y como se había previsto desde que comenzara su planificación, allá por 1986, era pasar revista a la primera década de progreso bajo el PMC, y el programa de la conferencia incluía algunos análisis excelentes del conjunto del PMC (Bruce, 1991) y de sus componentes individuales (Boldirev, 1991), incluyendo además los principales logros en la aplicación de la información climática a los desafíos planteados por los aspectos relacionados con la alimentación, el agua, la energía y el diseño urbano y de infraestructuras.

La parte científica de la CMC-2 incluía cinco grupos de científicos especialistas y 12 grupos de trabajo que formularon recomendaciones relativas a determinadas actuaciones en áreas como la alimentación, la hidrología, la energía y el uso de la tierra. (Zillman, 2009).

La Declaración que resultó de la Conferencia recogió muchos asuntos importantes que surgieron en los debates de grupo, incluyendo además una recomendación para la creación urgente de un Sistema Mundial de Observación del Clima (SMOC). (Zillman, 2009).

La Declaración ministerial que se elaboró en la CMC-2, y que fue adoptada por consenso tras largas negociaciones durante el último día, representó el llamamiento de mayores dimensiones realizado hasta la fecha con el fin de emprender acciones de cooperación a nivel internacional para abordar el fenómeno del cambio climático. (Zillman, 2009).

En esta declaración se establecieron los parámetros esenciales para la negociación de la CMNUCC, y se invitó al venidero XI Congreso Meteorológico Mundial a fortalecer los programas de investigación y vigilancia del PMC en consulta con la UNESCO, el PNUMA, la FAO, el CIUC y otros organismos internacionales pertinentes. (Zillman, 2009).

El segundo objetivo de la Conferencia, que surgió relativamente tarde durante la planificación, era llevar a cabo un análisis inicial a nivel internacional del Primer Informe de Evaluación del IPCC (Bolin, 1991, Coughlan y Nyenzi, 1991) a modo de introducción de cara a las negociaciones para establecer una Convención Marco de las Naciones

Unidas sobre el Cambio Climático, se programaron para que se iniciaran en 1991 y se terminaran a tiempo para la firma en la Cumbre de la Tierra², celebrada en Río en 1992.

En la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo (o Cumbre de la Tierra), la nueva Convención se firmó. Entró en vigor el 21 de marzo de 1994. Diez años más tarde, se habían adherido a la Convención 188 Estados y la Comunidad Europea. Esta adhesión prácticamente mundial hace de la Convención uno de los acuerdos ambientales internacionales que goza de apoyo más universal. (CMCC, 2005).

Desde que entró en vigor, las Partes en la Convención -los países que han ratificado, aceptado o aprobado el tratado o se han adherido a él- se han reunido anualmente en la denominada Conferencia de las Partes (conocida normalmente como COP). El objetivo es impulsar y supervisar la aplicación y continuar las conversaciones sobre la forma más indicada de abordar el cambio climático. Las sucesivas decisiones adoptadas por la Conferencia de las Partes en sus respectivos periodos de sesiones constituyen ahora un conjunto detallado de normas para la aplicación práctica y eficaz de la Convención. (CMCC, 2005).

No obstante, ya desde que aprobaron la Convención, los gobiernos sabían que sus disposiciones no serían suficientes para resolver el problema del cambio climático en todos sus aspectos. En la primera Conferencia de las Partes (COP 1), celebrada en Berlín a comienzos de 1995, se puso en marcha una nueva ronda de conversaciones para los países industrializados a fin de discutir sobre compromisos de forma más detallada, decisión conocida con el nombre de Mandato de Berlín. (CMCC, 2005).

En diciembre de 1997, tras dos años y medio de intensas negociaciones, en la COP 3 celebrada en Kioto (Japón) se aprobó una considerable ampliación de la Convención, en la que se esbozaban compromisos jurídicamente vinculantes de recorte de las emisiones. Era el **Protocolo de Kioto**. En él se recogían las normas básicas, pero no se especificaban con detalle cómo deberían aplicarse. Se preveía un proceso independiente y oficial de firma y ratificación por los gobiernos nacionales antes de que pudiera entrar en vigor. (CMCC, 2005).

Una ronda de negociaciones iniciada en Buenos Aires (Argentina) en la COP 4 en noviembre de 1998 vinculó las negociaciones sobre las normas del Protocolo con conversaciones sobre cuestiones relativas a la aplicación -como el financiamiento y la transferencia de tecnología- en el marco conjunto de la Convención. El plazo para las negociaciones en virtud del Plan de Acción de Buenos Aires sería la COP 6, que se celebraría en La Haya (Países Bajos) a finales de 2000. (CMCC, 2005).

No obstante, cuando llegó ese momento, la complejidad de las cuestiones políticas en juego, provocó un punto muerto en las negociaciones. Éstas continuaron cuando se reanudó la COP 6 en Bonn (Alemania), en julio de 2001. En tal ocasión, los gobiernos alcanzaron un acuerdo político -los Acuerdos de Bonn-, eludiendo los aspectos polémicos del Plan de Acción de Buenos Aires. Mientras tanto, un tercer informe del

² En esa reunión los líderes mundiales adoptaron el plan conocido como agenda 21, un ambicioso programa de acción para el desarrollo sostenible global. Sus grandes áreas de actuación eran básicamente la lucha contra el cambio climático, la protección de la biodiversidad y la eliminación de las sustancias tóxicas emitidas.

IPCC había creado un clima más propicio para las negociaciones ofreciendo las pruebas más convincentes acumuladas hasta la fecha sobre el calentamiento mundial. (CMCC, 2005).

En la COP 7, celebrada pocos meses más tarde en Marrakech (Marruecos), los negociadores complementaron los Acuerdos de Bonn adoptando un amplio conjunto de decisiones -conocido con el nombre de Acuerdos de Marrakech- que incluían normas más detalladas sobre el Protocolo de Kioto y presentaba indicaciones más elaboradas para aplicar la Convención y sus normas. (CMCC, 2005).

El Protocolo sólo podía entrar en vigor cuando fuera ratificado al menos por 55 Partes en la Convención, entre ellas un número de países industrializados que representaba al menos el 55% de las emisiones de dióxido de carbono de dicho grupo en 1990. Las primeras Partes ratificaron el Protocolo en 1998. Con la ratificación de la Federación de Rusia del 18 de noviembre de 2004, se puso en marcha la cuenta atrás prevista de 90 días: el Protocolo de Kioto entró en vigor el 16 de febrero de 2005. (CMCC, 2005).

Figura 1.1: Cronografías de la Convención y del Protocolo



Fuente: Elaboración propia a partir de CMCC, (2005), Zillman, (2009)

1.9 Creación del Sistema Mundial de Observación del Clima (SMOC)

A la luz del Comunicado y de la Declaración de la CMC-2, el entonces presidente del Comité Científico Mixto (CCM) del PMIC reaccionó rápidamente para convocar una reunión de expertos, con el fin de dar forma a un prospecto del SMOC. (Zillman, 2009).

La reunión fue acogida por el Servicio Meteorológico del Reino Unido en 1991. En esta reunión se elaboró el concepto y se cerraron los acuerdos por parte de los órganos de gobierno de los patrocinadores propuestos y, a principios de 1992, ya había un Memorándum de entendimiento entre la OMM, la Comisión Oceanográfica Intergubernamental (COI), el PNUMA y el CIUC para poner en marcha el SMOC. (Zillman, 2009).

Se creó una oficina mixta de planificación en la sede de la OMM en Ginebra, se designó un comité mixto científico y técnico y, a mediados de 1995, ya se había completado una planificación exhaustiva del SMOC. (GCOS, 1995).

El concepto de diseño fundamental para el SMOC definía su construcción: como un sistema de componentes climáticos, concernientes a los sistemas de observación establecidos, basados en el Sistema Mundial de Observación y en la Vigilancia de la Atmósfera Global de la OMM para la atmósfera, y en los emergentes Sistemas Mundiales de Observación de los Océanos (SMOO) y Sistemas Mundiales de Observación Terrestre (SMOT), que también fueron financiados por algunos de los copatrocinadores de la CMC-2. (Zillman, 2009).

La intención básica del SMOC era ofrecer apoyo en términos de observación para todos los componentes del PMC, el IPCC y la CMNUCC. El SMOC ha seguido evolucionando durante los años transcurridos, con un enfoque especialmente sólido en el apoyo a la CMNUCC desde 1998. (GCOS, 2004).

Aunque su modo de funcionamiento ha sido ampliamente incomprendido y su aplicación se ha visto afectada por la gran falta de recursos tanto en los países desarrollados como en los que se encuentran en vías de desarrollo, en la actualidad se percibe en gran medida como el marco internacional adecuado para garantizar la disponibilidad de todas las observaciones necesarias de cara a propósitos climáticos, a nivel tanto nacional como internacional y con arreglo a todas las escalas temporales y espaciales. (Sommeria *et al.*, 2007).

1.10 Reestructuración del Programa Mundial sobre el Clima

El XI Congreso Meteorológico Mundial (celebrado en 1991) respondió a las recomendaciones de la CMC-2 a través de la ampliación y reestructuración del PMC, creando un comité de coordinación con una amplia base para el PMC, institucionalizando el papel de apoyo fundamental del SMOC y previendo una reunión intergubernamental destinada a revisar los acuerdos de coordinación y a identificar una estrategia de obtención de recursos tanto para el PMC como para el SMOC. (Zillman, 2009).

Los cuatro componentes reestructurados del PMC se convirtieron en Programas Mundiales: (Zillman, 2009).

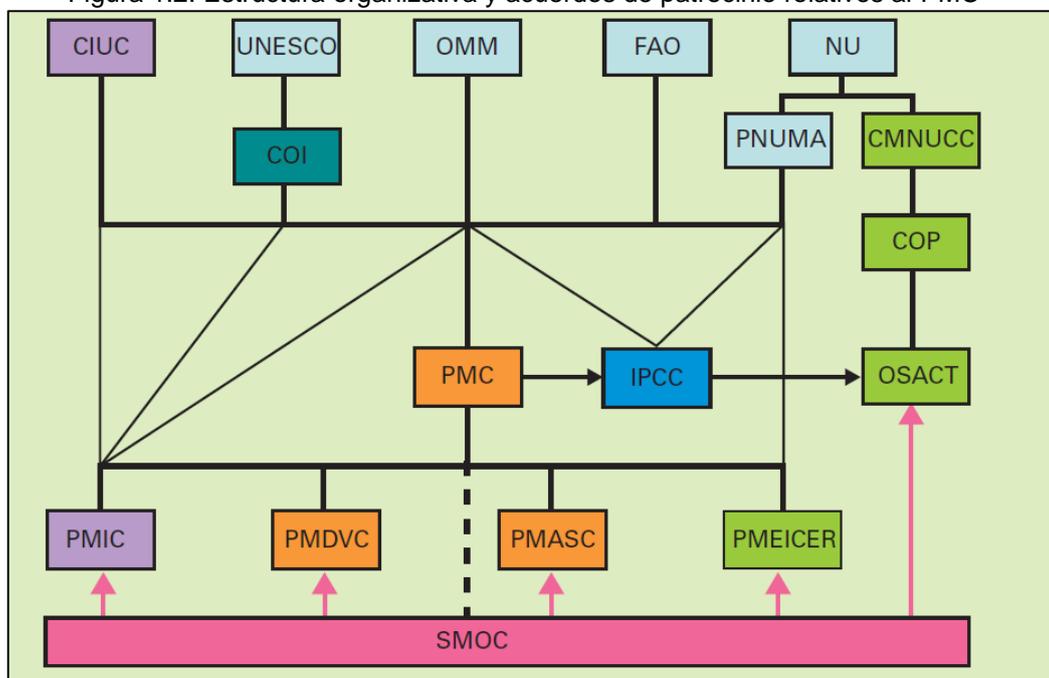
- El Programa Mundial de Datos y Vigilancia del Clima (PMDVC).
- El Programa Mundial de Aplicaciones y Servicios Climáticos (PMASC).
- El Programa Mundial de Evaluación del Impacto del Clima y Estrategias de Respuesta (PMEICER).
- El Programa Mundial de Investigaciones Climáticas (PMIC).

Con la ampliación de los antiguos programas mundiales del Comité Consultivo para las Aplicaciones y los Datos Climáticos (CCADC) a fin de abarcar a todas las agencias implicadas en los aspectos climáticos del desarrollo socioeconómico; además, la COI invitó a unirse a la OMM y al CIUC como copatrocinadores del PMIC. (WMO, 1991).

El patrocinio y los acuerdos organizativos relativos al PMC reestructurado, y las actividades que siguieron al Congreso de 1991 (Zillman, 1995) se muestran de manera esquemática en la Figura 1.2.

En la Figura 1.2, se observa el papel de apoyo desempeñado por el SMOC de nexo de unión entre los distintos componentes reestructurados del PMC y el vínculo de unión que tiene con el IPCC y el Órgano Subsidiario de Asesoramiento Científico y Tecnológico de Naciones Unidas (OSACT) de la COP con respecto a la CMNUCC, para recibir la información y comunicarla a los distintos organismos, (NU, FAO, OMM, etc.).

Figura 1.2: Estructura organizativa y acuerdos de patrocinio relativos al PMC



Fuente: Zillman, (2009)

1.11 Negociación de la CMNUCC

En 1990, el CIN hizo posible, tras dos años de negociaciones frenéticas, la creación de un texto consensuado en mayo de 1992 partiendo de la base de las evidencias científicas resumidas en el Primer Informe de Evaluación del IPCC. (Zillman, 2009).

La Convención, cuyos artículos 4 y 5 incluyen compromisos concretos relacionados con la observación y la investigación sistemáticas a fin de apoyar su objetivo final “estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera a un nivel que evite peligrosas interferencias antropogénicas en el sistema climático”, fue firmada por 155 países en la Cumbre de la Tierra de Río, en junio de 1992, y entró en vigor en marzo de 1994. (Mintzer y Leonard, 1994).

En la primera reunión de la COP de la CMNUCC se alcanzaron acuerdos relativos a la creación de sus órganos secundarios, incluyendo el Órgano subsidiario de asesoramiento científico y tecnológico -que funciona como enlace principal entre el trabajo técnico y científico del SMOC, el PMIC y el IPCC-, y el papel en política internacional desempeñado por la COP. (Zillman, 2009).

El enlace de los artículos 4 y 5 entre el SMOC y la CMNUCC se vio ampliamente fortalecido tras la respuesta de la tercera reunión (celebrada en Kioto, en 1997) de la COP en relación con los resultados de la Conferencia Internacional de 1997 sobre el PMIC. (Zillman, 2009).

Más adelante, experimentó un refuerzo adicional, junto con el papel investigador del PMIC, a través de los requisitos del Plan de Acción de Bali³ (COP 13, 2007) encaminados a obtener información científica exhaustiva que apoye tanto la mitigación del cambio climático como a la adaptación al mismo. (Zillman, 2009).

1.12 La Acción para el Clima

La Reunión Intergubernamental sobre el PMC celebrada en 1993, que había sido solicitada por el Congreso de la OMM en 1991 a fin de establecer un marco intergubernamental de amplia base para el desarrollo y la obtención adicional de recursos tanto por parte del PMC como del SMOC (WMO, 1993), mantuvo los patrocinadores ya establecidos del PMC (OMM, UNESCO y su COI, PNUMA, FAO y CIUC) junto con el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.

En esta reunión se aprobó el concepto de “Acción para el Clima” y, a través de su “Declaración sobre la Acción para el Clima”, instaba a los gobiernos al desarrollo de una propuesta integrada con cuatro ideas centrales relativas a los siguientes puntos: (Zillman, 2009).

³ Plan de Acción de Bali: Fue la XIII Conferencia Internacional sobre Cambio Climático de la Organización de las Naciones Unidas (ONU), reunión anual de la CMNUCC. La adopción de la “Hoja de ruta de Bali” inició negociaciones sobre un acuerdo global sobre el cambio climático y detalló un calendario para esas negociaciones con la promesa de una conclusión en 2009 con la Conferencia de Copenhague.

- Observaciones dedicadas del sistema climático.
- Nuevas fronteras en la ciencia y predicción del clima.
- Estudios relacionados con las evaluaciones del impacto climático y estrategias de respuesta para reducir la vulnerabilidad.
- Servicios climáticos para un desarrollo sostenible.

Se instó especialmente a la creación de programas nacionales sobre el clima en todos los países como elemento de base para acelerar la aplicación del PMC y lograr los objetivos acordados de la Acción para el Clima. (Zillman, 2009).

Como parte del seguimiento efectuado sobre la Reunión Intergubernamental, el XII Congreso Meteorológico Mundial (1995) autorizó la creación de un Comité de Interorganismos sobre la Acción para el Clima (CISAC), que actuó como mecanismo máximo de coordinación del SMOC, el IPCC, el PMC y otros programas y actividades internacionales relacionados con el clima durante el resto de los años noventa. (Zillman, 2009).

Sin embargo, el desarrollo de propuestas detalladas para dotar de recursos al SMOC, al PMC y a la Acción para el clima estuvo suspendido durante bastante tiempo, a la espera de un acuerdo sobre un nuevo marco para la coordinación internacional de actividades climáticas y la consideración de propuestas para la organización de una Tercera Conferencia Mundial sobre el Clima. (Zillman, 2009).

1.13 La petición de una Tercera Conferencia Mundial sobre el Clima

Ya en la segunda mitad de los años noventa, y a modo de respuesta a la creciente preocupación ante el fracaso de la Reunión Intergubernamental de 1993, de cara a movilizar los recursos adicionales que se necesitaban urgentemente para reforzar las redes de observación y la investigación climáticas, así como la prestación de servicios de apoyo tanto a las necesidades específicas de la CMNUCC como del gran desafío a nivel mundial de convivir con la variabilidad y el cambio climático, la presión comenzó a crecer en la OMM y en otros círculos en el sentido de solicitar a dicho Organismo la convocatoria de una Tercera Conferencia Mundial sobre el Clima, hacia el final de la década. (Zillman, 2009).

Sin embargo, este llamamiento no encontró el apoyo universal, y muchos de los que habían desempeñado un papel decisivo a la hora de dar forma a las conferencias anteriores convocadas por la OMM prefirieron colaborar en los preparativos de la Conferencia Mundial sobre el Cambio Climático, que se celebró en Moscú en los meses de septiembre y octubre de 2003. (Izrael *et al.*, 2004).

Pero, finalmente, y bajo el liderazgo de su grupo consultivo sobre el clima y el medio ambiente, que había sido creado por el Consejo Ejecutivo de la OMM en 1999, se desarrollaron propuestas concretas para que fueran tomadas en consideración por el XIII Congreso Meteorológico Mundial en 2003. (Zillman, 2009).

Sin embargo, la convocatoria de una Tercera Conferencia Mundial sobre el Clima encontró una fuerte oposición por parte de algunos países y, en su lugar, el Congreso decidió limitarse a solicitar que el Consejo Ejecutivo mantuviera el asunto en proceso de valoración. (Zillman, 2009).

1.14 El creciente énfasis sobre la adaptación

Bajo la influencia del Tercer Informe de Evaluación del IPCC (2001), de la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible de Johannesburgo⁴ (2002), y de la cada vez mayor constatación en la CMNUCC y en otros círculos, de que el desafío global del cambio climático debería haberse abordado a través de un equilibrio de mitigación y adaptación, la sensibilización a nivel internacional comenzó a crecer inmediatamente, por lo que respecta a la necesidad de contar con una información climática exhaustiva que apoye las estrategias nacionales e internacionales, encaminadas a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y a adaptarse ante el inevitable cambio climático. (Zillman, 2009).

El centro de atención se desplazó de forma decisiva a la necesidad de someter las perspectivas de cambio climático a un proceso de “regionalización” para así respaldar las medidas de adaptación a nivel regional, nacional y local. (Zillman, 2009).

Esto, a su vez, subrayó la importancia continuada de las iniciativas internacionales anteriores, como el proyecto de Servicios de Información y Predicción del Clima del PMASC como marco para atender la creciente necesidad de contar con la totalidad de servicios climáticos en todos los países. (Zillman, 2009).

Los desafíos científicos y prácticos planteados por el hecho de hacer un mejor uso de la información climática para convivir con la variabilidad del clima y el cambio climático, se abordaron de forma exhaustiva en dos importantes conferencias patrocinadas por la OMM en 2006 y 2007: (Zillman, 2009).

- Conferencia sobre “Hacer frente a la variabilidad y el cambio climático: Comprensión de las incertidumbres y gestión de los riesgos”, celebrada en julio de 2006 en Espoo (Finlandia). (WMO, 2009 (a)).
- Conferencia sobre “Condiciones de vida seguras y sostenibles: beneficios sociales y económicos de los servicios meteorológicos, climáticos e hidrológicos”, celebrada en marzo de 2007 en Madrid. (WMO, 2009 (b)).

Las necesidades de información para la adaptación han sido identificadas de forma precisa a través de una serie de iniciativas bajo los auspicios del Programa de Trabajo de Nairobi de la CMNUCC. (Zillman, 2009).

⁴ El tema principal de la Cumbre es cómo se debe transformar al mundo para asegurar el desarrollo sostenible. Este propósito, implica abordar una gran variedad de cuestiones relevantes como la erradicación de la pobreza, el desarrollo social y económico, la protección del medio, etc.

1.15 Planificación de la Tercera Conferencia Mundial sobre el Clima

A la luz de la creciente presión internacional para disponer de una predicción e información climática más detallada y fiable, y casi una década después de que la necesidad se identificase por primera vez dentro de la comunidad de la OMM, el XV Congreso Meteorológico Mundial (2007) aprobó la organización de la Tercera Conferencia Mundial sobre el Clima (CMC-3) a finales de octubre de 2009, en torno al tema “La predicción del clima para la toma de decisiones, especialmente a escalas estacional, interanual y multidecenal”. (Zillman, 2009).

A petición del Congreso y del Consejo Ejecutivo, el Secretario General de la OMM creó un Comité Internacional de organización de la CMC-3 que consta de alrededor de 24 miembros, respaldados por representantes de 27 organizaciones asociadas y copatrocinadoras. (Zillman, 2009).

El comité se reunió en febrero y septiembre de 2008 y en marzo de 2009 para desarrollar el concepto y encaminar la planificación de la CMC-3, con la perspectiva de que la Conferencia constituya “un marco internacional para los servicios climáticos que establezca un vínculo entre la predicción e información climáticas basadas en principios científicos y la gestión de los riesgos y oportunidades relacionados con el clima para facilitar la adaptación a la variabilidad del mismo y al cambio climático tanto de los países desarrollados como de los que se encuentran en vías de desarrollo”. (Zillman, 2009).

1.16 El Sistema de las Naciones Unidas, unido en la acción

Tras la adopción, en diciembre de 2007, del Plan de Acción de Bali por parte de la CMNUCC y de una serie de resoluciones de la Asamblea General de Naciones Unidas (AGNU) y de otro tipo, el Secretario General de las Naciones Unidas (NU), a través de la Junta de jefes ejecutivos de la NU y de su Comité de alto nivel sobre programas, inició un proceso para garantizar una respuesta coherente y coordinada del Sistema de la NU ante el desafío planteado por la variabilidad del clima y el cambio climático. (Zillman, 2009).

En un principio, esto implicaba la identificación de cinco áreas focales (adaptación, creación de capacidad, financiación, reducción de emisiones derivadas de la deforestación y la degradación y transferencia de tecnología) y cuatro áreas transversales de acción del Sistema de NU, una de las cuales, que debía ser coordinada conjuntamente por la OMM y la UNESCO, fue identificada como “ciencia, evaluación, vigilancia y alerta temprana” (“conocimiento del clima”). (Zillman, 2009).

Como primera gran iniciativa del “Sistema de la NU unido en la acción en lo que respecta al conocimiento del clima”, la CMC-3 ha sido designada para dirigir la creación de un nuevo marco mundial para que los servicios climáticos puedan ajustarse a las necesidades rápidamente crecientes relativas a la obtención de información que sirva de apoyo a la respuesta del siglo XXI ante el desafío de la variabilidad del clima y el cambio climático. (Zillman, 2009).

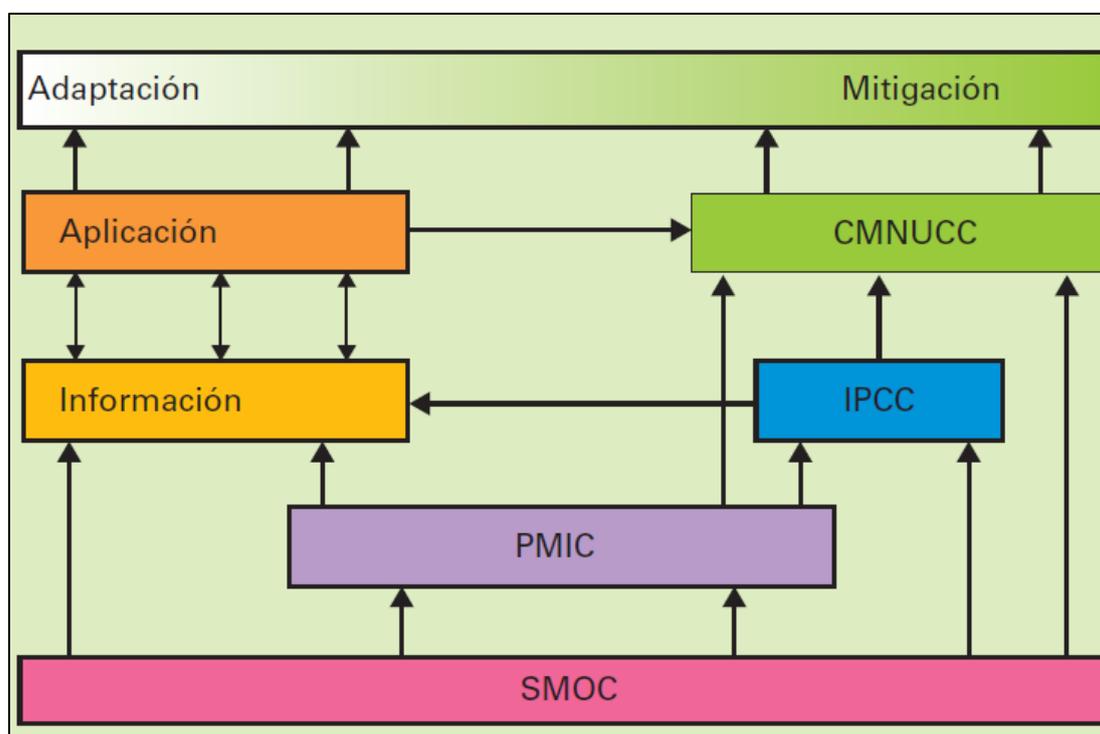
La OMM creó y maneja, de forma satisfactoria, el marco internacional para el suministro de una amplia gama de servicios meteorológicos y afines. Los éxitos y las lecciones aprendidas servirán para motivar y dirigir la creación de una amplia variedad de servicios

climáticos nuevos y mejorados, que apoyen la adaptación a la variabilidad del clima y el cambio climático. (Zillman, 2009).

En la siguiente Figura (Figura 1.3), vemos el nuevo Marco Global de Servicios Climáticos, constituido por un SMOC reforzado y por el PMIC apoyando estrechamente los componentes acoplados de información y aplicación de un Sistema de Servicios Climáticos Mundiales a fin de complementar y facilitar los papeles de evaluación del cambio climático y de formulación de políticas con respecto al mismo, desempeñados por el IPCC y la CMNUCC de cara a lograr la reducción del cambio climático y la adaptación al mismo. (Zillman, 2009).

Si nos fijamos en la Figura 1.3, el SMOC proporciona el soporte necesario al PMIC, al IPCC y a la CMNUCC, con el fin de proporcionar, en primer lugar, información y, en segundo lugar, aplicación en base a esa información recibida, de tal manera que la CMNUCC da una respuesta ante la adaptación y la mitigación de los efectos del clima.

Figura 1.3: Marco Global de Servicios Climáticos



Fuente: Zillman, (2009)

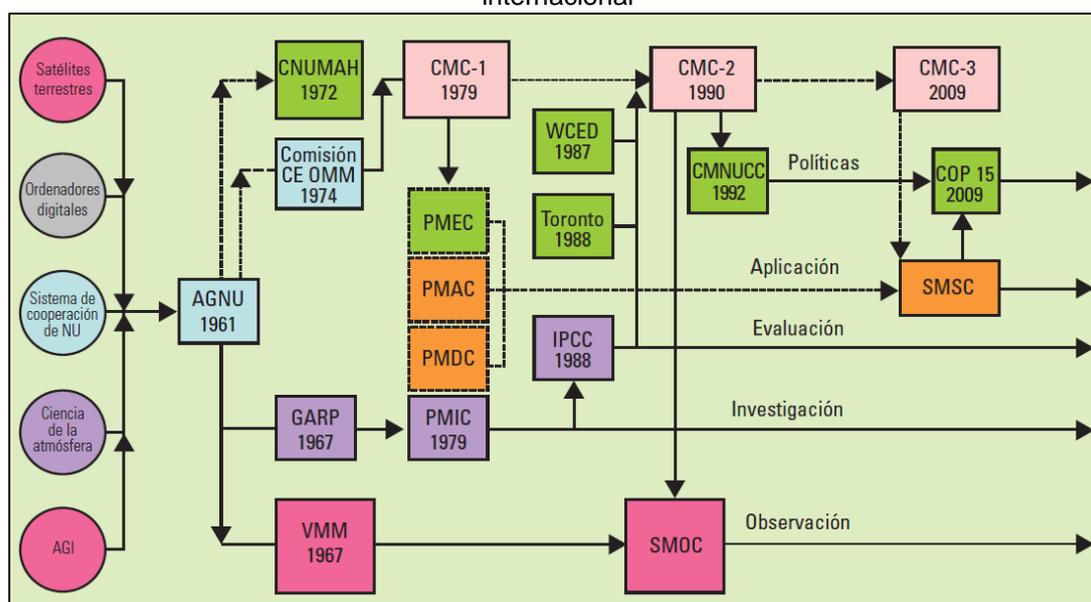
A modo de resumen, se presenta la Figura 1.4. En ella vemos los cinco principales avances científicos, tecnológicos y geopolíticos que aparecen en la parte izquierda (satélites terrestres, ordenadores digitales, sistema de cooperación de NU, etc.). Dichos avances convergieron para inspirar la resolución 1721 (XVI) de la AGNU, que sirvió como detonante para la creación de la VMM de la OMM y del GARP de la OMM y el CIUC y, más tarde y de forma indirecta, para la convocatoria de la Conferencia de las Naciones Unidas de 1972 sobre el Medio Ambiente Humano (CNUMAH). (Zillman, 2009).

El Grupo de Expertos sobre el Cambio Climático del Consejo Ejecutivo (CE) de la OMM 1974-1977 se constituyó a petición de la sexta reunión especial de la AGNU, dando lugar a la convocatoria de la Primera Conferencia Mundial sobre el Clima (CMC-1) y a la creación del PMC con sus cuatro componentes, incluyendo el PMIC de la OMM y el CIUC. (Zillman, 2009).

El informe de 1987 de la WCED, la Conferencia de Toronto de 1988 y el Primer Informe de Evaluación del IPCC dieron forma a la programación de la CMC-2 de 1990, que desembocó en la creación del SMOC y en la negociación de la CMNUCC. (Zillman, 2009).

El esquema también muestra la evolución propuesta de los componentes orientados a la prestación de servicios del PMC, hacia un Sistema Mundial de Servicios Climatológicos (SMSC), creado a partir del SMOC y del PMIC, para generar un nuevo Marco Global de Servicios Climáticos (véase la Figura 1.3).

Figura 1.4: Esquema del surgimiento del clima como un asunto científico y político a nivel internacional



Fuente: Zillman, (2009)

1.17 La Cumbre sobre el Clima 2014⁵

El Secretario General de las Naciones Unidas, Ban Ki-moon, convocó la Cumbre sobre el Clima, celebrado en la sede de la ONU en Nueva York en septiembre de 2014, para dialogar con los dirigentes y promover la adopción de medidas y objetivos ambiciosos a nivel nacional en relación con el clima.

La Cumbre servirá de plataforma pública para que los máximos dirigentes -de todos los Estados Miembros de las Naciones Unidas y de las instituciones financieras, las empresas, la sociedad civil y las comunidades, tanto del sector público como del privado- aceleren la adopción de medidas ambiciosas sobre el terreno para reducir las emisiones, fortalecer la resiliencia al cambio climático y movilizar la voluntad política con

⁵ Información disponible en: <http://www.un.org/climatechange/summit/es/sobre-la-cumbre-2/#>. Extraído el 13/12/2014.

el fin de alcanzar un acuerdo jurídico mundial a más tardar en 2015, que limite a menos de 2°C el aumento de la temperatura del planeta.

La Cumbre sobre el Clima se centrará en medidas y soluciones de los gobiernos nacionales y los grupos de gobiernos, en colaboración con diversos agentes del sector privado y la sociedad civil, para acelerar el logro de progresos en esferas que contribuyan considerablemente a reducir las emisiones y fomenten la resiliencia, como las de la energía, los contaminantes climáticos de corta vida, las ciudades y el transporte, la agricultura y silvicultura sostenibles, la adaptación y la reducción del riesgo de desastres, la financiación relacionada con el clima y los factores que impulsan la economía.

Si bien la Cumbre no forma parte del proceso de negociación de la CMNUCC, promoviendo la acción en relación con el clima, ahora, a un año previo al acuerdo en París, se espera, que los dirigentes de todos los sectores y a todos los niveles estén actuando, y que de este modo amplíe el alcance de lo que se puede lograr hoy, en 2015 y en el futuro.

1.18 ¿Por qué la acción tiene que ser mundial?⁶

Los argumentos para actuar contra el cambio climático son hoy más convincentes que nunca. Muchos países y empresas han descubierto ya que la disminución de las emisiones de gases de efecto invernadero y el fomento de la resiliencia, genera oportunidades económicas y reducen los riesgos.

Están cosechando los frutos de un crecimiento económico sostenible con bajas emisiones de carbono, unas infraestructuras resilientes, nuevos mercados, trabajo decente, independencia energética, empoderamiento de las mujeres, aire más limpio y mejor salud pública.

Pero estas ventajas solo las disfrutarán quienes actúen ahora. Es cuando los dirigentes de todo el mundo deben sumarse a la carrera en pro de una acción transformadora que puede impulsar la competitividad económica y la prosperidad sostenible para todos.

En la actualidad, los países están elaborando un nuevo acuerdo sobre el clima y un nuevo conjunto de objetivos mundiales de desarrollo sostenible. Esos acuerdos se finalizarán en 2015. Los objetivos de ambos procesos constituyen una oportunidad sin precedentes para promover el desarrollo sostenible.

La erradicación de la pobreza y la reestructuración de la economía mundial para mantener el aumento de la temperatura del planeta por debajo de 2°C son objetivos que, si se acometen, pueden proporcionar prosperidad y seguridad para las generaciones presentes y futuras.

Para hacer frente al enorme desafío que plantea el cambio climático mundial y aprovechar las oportunidades existentes, será necesario intensificar los esfuerzos nacionales y, a la vez, complementarlos con un marco internacional que proporcione incentivos. Combinadas, la acción acelerada y una mayor ambición, fomentarán una

⁶ Información disponible en: <http://www.un.org/climatechange/summit/es/sobre-la-cumbre-2/#>. Extraído el 13/12/2014.

«carrera hacia la cima» que puede ayudar a evitar los peores efectos del cambio climático.

1.19 La Cumbre del Clima en Perú⁷

La conferencia de Lima ha sido la última parada en el camino hacia la cumbre de las cumbres sobre cambio climático: París 2015. En Francia se tiene que aprobar un nuevo acuerdo para luchar contra el calentamiento global que tiene que incluir a todos.

Los países fijaron los requisitos para que todos presenten sus compromisos individuales para luchar contra el calentamiento global ante la ONU antes del 1 de octubre del próximo año 2015. Ese es el camino abierto hacia la cumbre que todo el mundo tiene en mente: París 2015. En Francia se tiene que firmar un nuevo pacto global para sustituir al ya obsoleto Protocolo de Kioto, en vigor desde 2005, que tan solo obliga a reducir emisiones a los países desarrollados.

La presión sobre París es enorme, los científicos han hablado claro y aseguran que si no se empieza a trabajar, desde ya, en la reducción de emisiones contaminantes, el calentamiento global puede crear efectos devastadores en todo el planeta.

Las negociaciones chocaron una y otra vez en las diferencias entre los países más y menos desarrollados. Con París en la mira de todos, los avances de esta cita de Lima son relativos. Se llegó a Perú con la idea de que de aquí saldría un borrador del futuro acuerdo. Eso se ha conseguido solo a medias. Existe un texto que compila todas las aspiraciones de los 196 países, pero aún es inmanejable. Las partes están obligadas a seguir trabajando en ello el próximo año para llegar a Francia con algo más concreto.

El verdadero escollo de los delegados de los países estos días fue definir cómo y cuándo se tendrán que presentar los compromisos que deberá asumir cada país para contribuir a la lucha común. El objetivo a largo plazo es evitar que la temperatura del planeta suba más de dos grados, barrera fijada por la ciencia para impedir consecuencias catastróficas.

Eso implica trabajar en varios frentes. Hay que frenar la deforestación, aumentar el desarrollo de energías limpias o reducir el uso de combustibles fósiles, pero más allá de las acciones concretas, el calentamiento global se ha convertido ya en un tema económico que divide y enfrenta a los países ricos y a los pobres.

Los países en vías de desarrollo, más vulnerables a los efectos del cambio climático, no están dispuestos a avanzar en la lucha común si los más ricos y con mayor responsabilidad en la contaminación no se comprometen a entregarles ayudas para enfrentar al calentamiento global. Ese fue uno de los puntos que impidió el acuerdo, hasta que el texto final incluyó la petición a los países desarrollados de aumentar las ayudas.

⁷ Información disponible en:

http://internacional.elpais.com/internacional/2014/12/14/actualidad/1418595958_974258.html. Extraído el 7/01/2015.

http://internacional.elpais.com/internacional/2014/12/13/actualidad/1418453349_013903.html#. Extraído el 7/01/2015.

Un fracaso en París pondría en entredicho la utilidad de la CMNUCC, que nació en 1992 y que han ratificado más de 190 países. En 2015 no hay posibilidad de error. El mensaje de la ciencia ha sido muy claro: si no se empieza a trabajar desde ya en la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, el calentamiento global puede crear efectos devastadores a lo largo de todo el planeta.

Bibliografía

- Boldirev, V., 1991. Modern data and applications: World Climate Data Programme, World Climate Applications Programme. Proceedings of the Second World Climate Conference. Cambridge University Press, 157-161.
- Bolin, B., Döös, B.R., Jager, J., WarWick, R.A. (Eds), 1986. The Greenhouse Effect, Climate Change and Ecosystems. *SCOPE*, 29. Chichester, John Wiley.
- Bolin, B., 1991. The Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Proceedings of the Second World Climate Conference. Cambridge University Press, 19-21.
- Bolin, B., 2007. A History of the Science and Politics of Climate Change. Cambridge University Press.
- Bruce, J.P., 1991. The World Climate Programme's Achievements and Challenges. Proceedings of the Second World Climate Conference. Cambridge University Press, 149-155.
- Calder, N., 1974. The Weather Machine and the Threat of Ice. London, British Broadcasting Corporation.
- CMCC, 2005. Cuidar el clima. Guía de la Convención Marco sobre el Cambio Climático y el Protocolo de Kioto (edición revisada, 2005). Publicada por la Secretaría de la Convención Marco sobre el Cambio Climático (CMCC), Bonn (Alemania), 5-7.
- Coughlan, M., Nyenzi, B.S., 1991. Climate Trends and Variability. Proceedings of the Second World Climate Conference. Cambridge University Press, 71-82.
- Cumbre sobre el clima 2014: Una acción catalizadora. Sede de la ONU Nueva York. Información disponible en: <http://www.un.org/climatechange/summit/es/sobre-la-cumbre-2/#>. Extraído el 13/12/2014.
- Davies, D.A., 1990. Forty Years of Progress and Achievement. A Historical Review of WMO. WMO, Geneva.
- Flohn, H., 1970. Climatología, ¿ciencia descriptiva o física? *Boletín de la OMM*, 19, 4, 272-279.
- GCOS, 1995. Global Climate Observing System. GCOS, 14, Geneva.
- GCOS, 2004. Implementation Plan for the Global Observing System for Climate in Support of the UNFCCC. GCOS, 92, Geneva.
- Gibbs, W.J., Fournier d'Albe, E.M., Rao, G., Malone, T.F., Baier, W., Flohn, H., Mitchell, J.M., Bolin, B., 1977. Informe técnico sobre cambios climáticos presentado por el grupo de expertos sobre cambio climático del Comité Ejecutivo de la OMM. *Boletín de la OMM*, 26, 1, 61-69.
- Houghton, J.T., 2009. Global Warming: The Complete Briefing. Cambridge University Press.

- IPCC, 2014. Disponible en: http://www.ipcc.ch/home_languages_main_spanish.shtml.
Extraído el 12/12/2014.
- Izrael, J.A., Gruza, G., Semenov, S., Nazarov, I., Kuasnikova, E. (Eds), 2004. Proceedings of the World Climate Change Conference. Moscú.
- Landsberg, H., 1945. Climatology. En: Hand-book of Meteorology. Berry, F.A., Bollay, E., Beers, N.R. (Eds), London, McGraw Hill.
- Mintzer, I.M., Leonard, J.A., 1994. Negotiating Climate Change: The Inside Story of the Rio Convention. Cambridge University Press.
- Pearman, G.I., Quinn, J., Zillman, J.W., 1989. The changing atmosphere. *Search*, 20, 2, 59-65.
- Santaeulalia, I., 2014. "La cumbre mundial del clima esquivo el fracaso con un acuerdo débil". Periódico El País. Disponible en: http://internacional.elpais.com/internacional/2014/12/13/actualidad/1418453349_013903.html#. Extraído el 7/01/2015.
- Santaeulalia, I., 2014. "Los países se unen por primera vez en la lucha contra el cambio climático". Periódico El País. Disponible en: http://internacional.elpais.com/internacional/2014/12/14/actualidad/1418595958_974258.html. Extraído el 7/01/2015.
- SMIC, 1971. Man's Impact on the Climate. Study of Man's Impact on Climate. Cambridge, MIT Press.
- Sommeria, G., Zillman, J.W., Goodrich, D., 2007. GCOS, a system of systems for the global observation of climate. The Full Picture. Tudor Rose. 63-66.
- WCED, 1987. A Future for All (Brundtland Report). World Commission on the Environment and Development. London, Oxford University Press.
- White, R.M., 1979. La Conferencia Mundial sobre el Clima. Informe del Presidente de la Conferencia. *Boletín de la OMM*, 28, 3, 213-214.
- WMO [OMM], 1979 (b). Octavo Congreso Meteorológico Mundial. Informe final abreviado y resoluciones. *OMM*, 533, Ginebra.
- WMO [OMM], 1986. Report of the International Conference on the Assessment of the Role of Carbon Dioxide and of Other Greenhouse Gases in Climate Variations and Associated Impacts. *WMO*, 661, Geneva.
- WMO [OMM], 1987. Décimo Congreso Meteorológico Mundial: Informe abreviado y resoluciones. Ginebra.
- WMO [OMM], 1989. The Changing Atmosphere. Implications for Global Security. *WMO*, 710, Geneva.
- WMO [OMM], 1991. Undécimo Congreso Meteorológico Mundial. Informe abreviado y resoluciones. Ginebra.

- WMO [OMM], 1993. The Climate Agenda: Intergovernmental Meeting on the World Climate Programme. The Meeting Statement and Report. Geneva, 14-16 April.
- WMO [OMM], 2009 (a). Proceedings of the Conference on Living with Climate Variability and Change: Understanding the Uncertainty and Managing the Risks, Espoo, Finland, July 2006. Geneva (en imprenta).
- WMO [OMM], 2009 (b). Condiciones de vida seguras y sostenibles. Resultados de la Conferencia Internacional sobre "Condiciones de vida seguras y sostenibles: beneficios sociales y económicos de los servicios meteorológicos, climáticos e hidrológicos". Madrid, marzo de 2007. *OMM*, 1034, Ginebra.
- Zillman, J.W., 1980. The World Climate Programme. *Search*, 11, 108-111.
- Zillman, J.W., 1995. How the international climate organizations and programs fit together. En: The Global Climate System review, Climate System Monitoring, January 1991-November 1993. Geneva, *WMO-UNEP*, 133-136.
- Zillman, J.W., 2007. Some observations of the IPCC assessment process 1988-2007. *Energy and Environment*, 18, 7 y 8, 869-891.
- Zillman, J.W., 2009. Historia de las actividades en torno al clima. *Boletín de la OMM*, 58, 3, 141-150.

2 Concepto de Cambio Climático

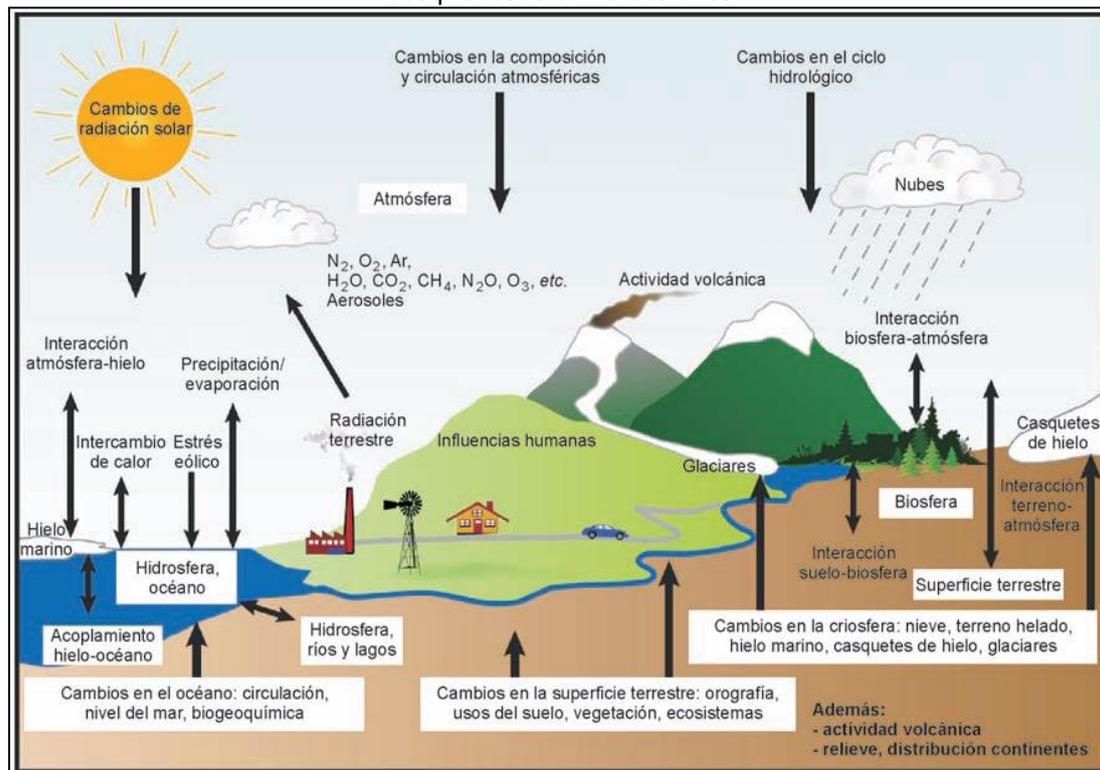
2.1 Introducción

En los últimos años se está hablando y escribiendo mucho sobre cambio climático y cambio global, con frecuencia como si fueran sinónimos, y también es frecuente ver que se expresan dudas (afortunadamente, cada vez menos) sobre la realidad de ese cambio. Por ello, es oportuno formular de entrada algunas preguntas básicas: (Cendrero *et al.*, 2009).

¿El cambio climático es real? Sí. ¿Hay influencia humana? Sí. ¿Ha de ser motivo de preocupación para las personas? Sí, pero eso no debe hacer olvidar otras dimensiones, no climáticas y de magnitud superior, del cambio global. ¿Ese cambio es dramático para el planeta? No. (Cendrero *et al.*, 2009).

Los cambios globales (Figura 2.1) son bastante más que el cambio climático en cuanto a cantidad de consecuencias drásticas. Esos cambios afectan a una serie de rasgos y procesos de la superficie terrestre, unas veces relacionados de una u otra forma con el clima y otras independientes de éste. Pero los cambios ambientales en general son una parte consustancial del funcionamiento de los sistemas naturales. (Cendrero *et al.*, 2009).

Figura 2.1: Representación esquemática de los componentes del sistema climático global, sus procesos e interacciones



Fuente: Pachauri y Reisinger, (2007)

Desde el inicio de su existencia, la Tierra ha experimentado cambios, en ocasiones muy profundos, los sigue experimentando en el momento actual y seguirá haciéndolo en el futuro. Los seres vivos, como es bien sabido, se han ido adaptando a esos cambios, a través de modificaciones evolutivas y de la desaparición y aparición de especies. En ese sentido, desde el punto de vista del estado y el funcionamiento del planeta, no hay nada bueno ni malo en dichos cambios. (Cendrero *et al.*, 2009).

Ahora bien, el cambio global actual tiene una peculiaridad que representa una novedad en la historia de la Tierra. Por primera vez existe una especie, evidentemente la especie humana, cuya influencia sobre la biosfera, atmósfera, hidrosfera y litosfera puede ser más significativa que la debida a los agentes naturales. (Cendrero *et al.*, 2009).

Además, los cambios que los humanos producen, de manera directa o indirecta, representan riesgos importantes para el bienestar actual y futuro de, al menos, ciertos sectores o poblaciones de la misma. (Cendrero *et al.*, 2009).

Por lo tanto, y justificando las respuestas dadas más arriba, aunque el cambio global actual no tenga para el planeta como tal consecuencias significativamente distintas que otros cambios anteriores, sí que puede ser grave desde el punto de vista humano, y por ello debe ser motivo de preocupación. (Cendrero *et al.*, 2009).

Ahora bien, una cosa es tener una serie numerosa de observaciones sobre hechos ya ocurridos y una explicación bien fundamentada para las mismas, y otra muy distinta estar en disposición de hacer predicciones seguras sobre cómo va a evolucionar el proceso en el futuro (Cendrero *et al.*, 2009). La incertidumbre con respecto a las observaciones es relativamente pequeña; es algo mayor en lo que se refiere a las causas de los hechos observados si bien, como señala el IPCC en su Cuarto Informe (2007), el grado de probabilidad de que la explicación propuesta sea cierta es superior al 90%. Sin embargo, la incertidumbre aumenta considerablemente en lo que se refiere a las extrapolaciones y previsiones para el futuro.

Las razones de esa incertidumbre son varias. La resolución espacial de los modelos climáticos no es todo lo buena que sería de desear. Tampoco se tiene una comprensión completa de algunos de los mecanismos que influyen en los procesos climáticos, por lo que los modelos no los incorporan de manera totalmente satisfactoria. (Cendrero *et al.*, 2009).

El estudio del clima es un campo de investigación complejo y en rápida evolución, debido a la gran cantidad de factores que intervienen. El clima de la Tierra nunca ha sido estático. Como consecuencia de alteraciones en el balance energético, está sometido a variaciones en todas las escalas temporales, desde decenios a miles y millones de años. (MAGRAMA, 2014).

En la Tierra, a diferencia de otros planetas próximos, se dieron unas condiciones iniciales que hicieron posible el inicio de la vida, pero lo más interesante, es que la biosfera, los océanos, la tierra y la atmósfera forman un sistema inteligente capaz de mantener las condiciones para la vida, por ejemplo, la composición de la atmósfera permanece constante, aunque debería ser inestable, igualmente la propia naturaleza equilibra cada hábitat regulando el número de individuos de cada grupo que puede sobrevivir. Los ecosistemas no son estáticos, con el paso del tiempo se van dando cambios y la alteración que aparece en una especie puede redundar en el resto de especies tanto animales como vegetales. (Serrano, 2014).

2.2 Definición de Cambio Climático

El Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), Panel Intergubernamental para el Cambio Climático es un organismo creado en 1988 a instancias de la OMM y del PNUMA (véase en el Capítulo “Antecedentes del Cambio Climático”), define el cambio climático como “una variación estadísticamente significativa del estado global del clima o de su variabilidad durante un largo periodo de tiempo generalmente, décadas o más”. Es esta definición la más empleada, dentro del ámbito científico, para hacer referencia a este fenómeno. (López y De Paz, 2007).

El Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (MAGRAMA) denomina cambio climático a “la variación global del clima de la Tierra; debido a causas naturales y también a la acción del hombre y se producen a muy diversas escalas de tiempo y sobre todos los parámetros climáticos: temperatura, precipitaciones, nubosidad, etc”. (MAGRAMA, 2014).

Este significado difiere del utilizado en la CMNUCC, organismo dependiente de las Naciones Unidas (véase en el Capítulo “Antecedentes del Cambio Climático”), que describe el cambio climático como “un cambio del clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana, que altera la composición de la atmósfera mundial y que viene a sumarse a la variabilidad climática natural observada en periodos de tiempo comparables”. (López y De Paz, 2007).

Según López y De Paz, (2007), no existe un común acuerdo entre los organismos, pues el primero y el segundo incluye tanto la actividad humana como la natural, a diferencia del tercero, que sólo entiende por cambio climático el derivado de la actividad, directa o indirecta, del individuo, dejando en un segundo plano las causas naturales.

También, López y De Paz, (2007) señalan que: sea cual sea la definición que se emplee, lo que en ningún caso es cambio climático es un suceso, sino una tendencia; sucesos meteorológicos poco frecuentes no son indicadores de cambio alguno, a no ser que la tendencia general señale lo contrario.

El consenso científico acerca de la existencia de un cambio climático es mayoritario; las causas que lo originan no tanto. Entre ellas, la que más controversia genera y que se ve alcanzada por el debate político es la que plantea la intervención del hombre como principal agente del cambio, aunque también es la más frecuente en la opinión común. (López y De Paz, 2007).

Por otro lado, diversos autores (Dlugolecki *et al.*, (2001), EEA, (2004)) señalan que el efecto de la acción del hombre no es cuestionable.

2.3 Efecto Invernadero

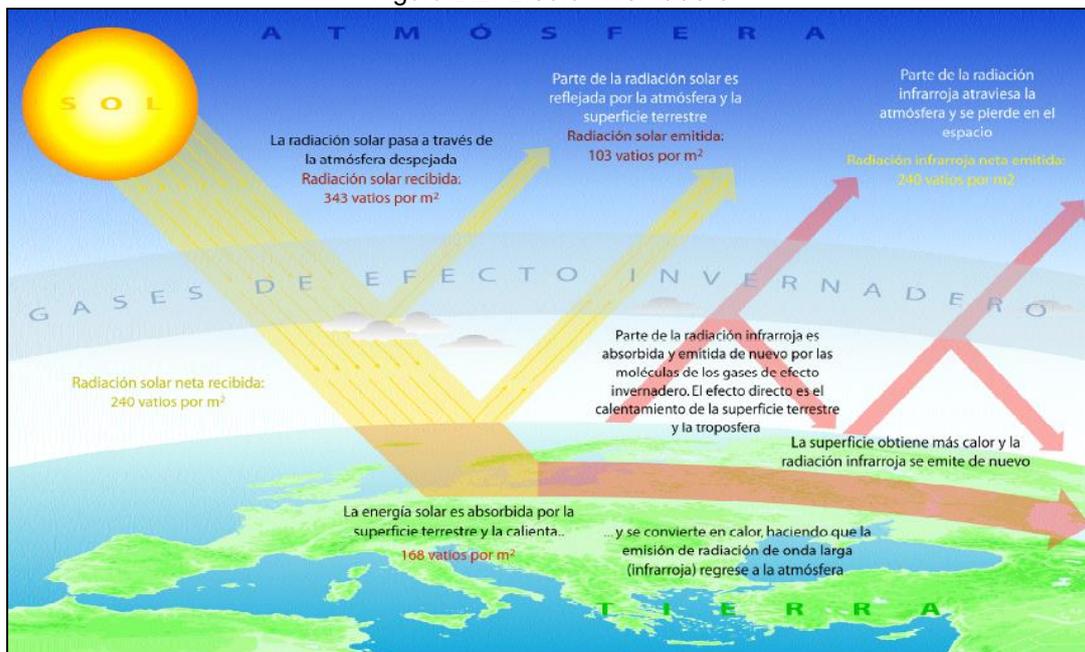
Según MAGRAMA, (2014), el término "efecto invernadero" se refiere a "la retención del calor del Sol en la atmósfera de la Tierra debido a una capa de gases en esta atmósfera". Sin estos gases, la vida tal como la conocemos no sería posible, ya que el planeta sería demasiado frío. Entre estos gases se encuentran el dióxido de carbono, el óxido nitroso y el metano, que son liberados por la industria, la agricultura y la quema de combustibles fósiles.

A largo plazo, la Tierra debe liberar al espacio la misma cantidad de energía que absorbe del Sol. La energía solar (Figura 2.2) llega en forma de radiación de onda corta, parte de la cual es reflejada por la superficie terrestre y la atmósfera. Sin embargo, la mayor parte pasa directamente a través de la atmósfera para calentar la superficie de la Tierra. Ésta se desprende de dicha energía enviándola nuevamente al espacio en forma de radiación infrarroja de onda larga. (PNUMA, 2002).

El vapor de agua, el dióxido de carbono y los otros gases de efecto invernadero que existen de forma natural en la atmósfera absorben gran parte de la radiación infrarroja ascendente que emite la Tierra, impidiendo que la energía pase directamente de la superficie terrestre al espacio. A su vez, procesos de acción recíproca como la radiación, las corrientes de aire, la evaporación, la formación de nubes y las lluvias transportan dicha energía a altas esferas de la atmósfera y de ahí se libera al espacio. (PNUMA, 2002).

Al aumentar la capacidad de la atmósfera para absorber la radiación infrarroja, nuestras emisiones de gases de efecto invernadero alteran la forma en que el clima mantiene el equilibrio entre la energía incidente y la irradiada. (PNUMA, 2002).

Figura 2.2: Efecto invernadero



Fuente: EPA, (1995)

2.4 Principales Gases de Efecto Invernadero (GEI)

La atmósfera se compone de gases que estaban en perfecto equilibrio hasta que se inició la emisión de gases contaminantes que los bosques no pueden reabsorber. El consumo de combustibles sólidos, como el petróleo, el carbón, el gas natural, da lugar a emisiones que están provocando el calentamiento gradual del planeta. (Serrano, 2014).

El Protocolo de Kioto, el acuerdo internacional sobre cambio climático, enumera seis gases -o grupos de gases- de efecto invernadero, cuyas emisiones se comprometen a reducir los signatarios del mismo. También, hay otros GEI aparte de los cubiertos por el Protocolo, pero estos seis gases/grupos de gases constituyen la parte principal del total de las emisiones procedentes de las actividades antrópicas y son los más relevantes en términos de responsabilidad humana directa: (Stuhlberger y Heberlein, 2009).

- *Dióxido de Carbono (CO₂):* La principal fuente antropogénica de dióxido de carbono es el uso de combustibles fósiles para la producción directa de calor y para la energía eléctrica, así como para el transporte y la industria. Otras fuentes importantes son el cambio en el uso de la tierra y la producción de cemento. Los sistemas naturales emiten y absorben gran cantidad de CO₂ en el ciclo natural del carbono, mediante la fotosíntesis y la respiración. Estos procesos están normalmente equilibrados y, por tanto, no provocan emisiones netas. Las actividades humanas pueden perturbar estos sistemas y provocar una emisión neta (por ejemplo, mediante la destrucción de un bosque) o una absorción neta o sumidero (por ejemplo, mediante la reforestación). (EEA, 2015).
- *Metano (CH₄):* Las fuentes principales son las fugas en las redes de distribución de gas natural, la minería del carbón y la agricultura (principalmente rumiantes y arrozales). Las fuentes naturales, como los humedales, también son significativas. (EEA, 2015).
- *Óxido Nitroso (N₂O):* La mayor fuente de emisiones procede de los suelos agrarios fertilizados. Del sector industrial proceden algunas emisiones importantes liberadas por procesos industriales específicos, como la producción de ácido adípico (para la fabricación de nailon), y la de ácido nítrico (que es importante en algunas zonas, especialmente en Europa). Las emisiones liberadas por combustibles fósiles son poco importantes. (EEA, 2015).

Otros gases que se tienen en cuenta son el Hexafluoruro de azufre (SF₆), Hidrofluorocarbonados (HFCs) y los Perfluorocarbonados (PFCs). (EEA, 2015).

Los tres últimos (SF₆, HFCs y PFCs) a veces son denominados genéricamente como gases fluorados o “gases F”. Los HFCs y PFCs se utilizan como productos sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono, como los clorofluorocarbonos (CFC), que se están eliminando gradualmente en virtud del Protocolo de Montreal. El SF₆ se utiliza en algunos procesos industriales y en el equipo eléctrico. (EEA, 2015).

En la siguiente Figura 2.3, podemos ver las concentraciones atmosféricas (en partes por millón y partes por billón) de los principales gases de efecto invernadero durante los últimos 2000 años.

Si nos fijamos en ella, el aumento de los gases de efecto de invernadero a partir de mediados del siglo XVIII y siglo XIX se atribuye a las actividades humanas tras la Revolución Industrial. Se puede decir que el cambio climático es producido por las emisiones de GEI que se emiten a la atmósfera por distintos sectores, siendo el CO₂ el gas más representativo.

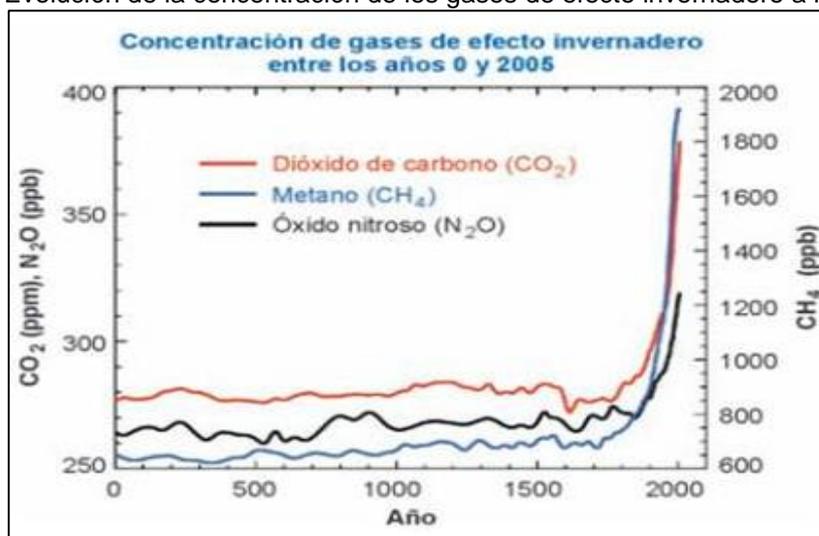
Antes de la Revolución Industrial, las concentraciones se mantenían prácticamente constantes al estar estos gases equilibrados por la acción de la naturaleza. La actividad industrial ha conseguido que la concentración de estos gases haya aumentado, sin contar otras actuaciones humanas, aunque la propia naturaleza se ha encargado de equilibrar las emisiones.

Los aumentos de GEI comenzaron a partir del siglo XIX en la Revolución Industrial, cuando empezó a explotarse recursos mineros y se empezó a crear industrias. Tuvo lugar el nacimiento del ferrocarril, el primer vehículo terrestre propulsado a motor gracias a la máquina de vapor de Watt.

Por un lado, se empezaba a emitir GEI a niveles por encima de los 300 ppm a partir del siglo XIX contribuyendo al calentamiento global estando en el año 2013, la concentración de CO₂, el gas que más contribuye al calentamiento global, en una media de 396 partes por millón. Por tanto, autores como Dlugolecki *et al.*, (2001), se equivocan al afirmar que la acción del ser humano es incuestionable. Podemos decir que el cambio global tiene una componente de origen natural y otra antrópica.

Pero por otro lado, aquellos avances han permitido que la Humanidad haya evolucionado. Por tanto, debemos de adaptarnos al cambio climático; es un error pensar que podemos eliminarlo completamente. Sólo podemos tomar medidas para mitigarlo y ahí es donde juegan un papel importante los gobiernos de los distintos países, que deben de definir las reducciones de GEI para 2015 en la cumbre de París.

Figura 2.3: Evolución de la concentración de los gases de efecto invernadero a nivel mundial

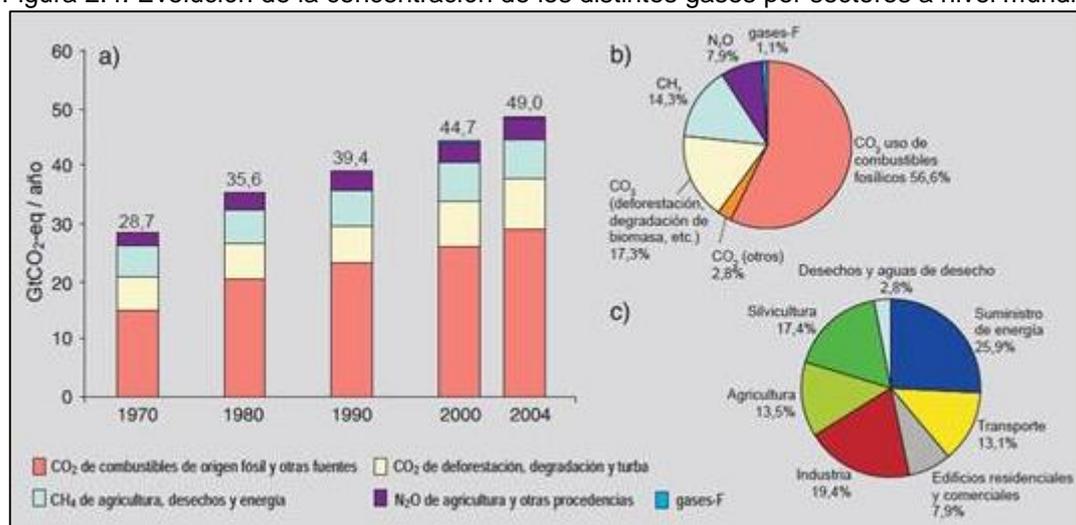


Fuente: Pachauri y Reisinger, (2007)

Las emisiones globales de gases de efecto invernadero procedentes de la actividad humana (Figura 2.4) han crecido desde la época preindustrial, con un incremento de un 70% entre 1970 y 2004. Desde 1750 -el año que habitualmente se considera como el inicio de las actividades industriales-, las concentraciones atmosféricas globales de dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) y óxido nitroso (N₂O) han aumentado significativamente a causa de las actividades humanas, siendo ahora mucho más altas que los niveles preindustriales.

Entre 1970 y 2004, el aumento más importante de las emisiones de GEI proviene de los sectores de energía con un 25,9%, seguido de la industria, silvicultura y agricultura con un 19,4%, 17,4% y un 13,5% respectivamente.

Figura 2.4: Evolución de la concentración de los distintos gases por sectores a nivel mundial



a) Emisiones anuales mundiales de gases de efecto invernadero (GEI) antropógenos entre 1970 y 2004. b) Parte proporcional que representan diferentes GEI antropógenos respecto de las emisiones totales en 2004, en términos de CO₂ equivalente. c) Parte proporcional que representan diferentes sectores en las emisiones totales de GEI antropógenos en 2004, en términos de CO₂ equivalente.

Fuente: Pachauri y Reisinger, (2007)

Según la OMM, (2013), la concentración atmosférica media mundial de dióxido de carbono alcanzó 389 ppm en 2010 (un aumento del 39% en comparación con la época preindustrial), el metano llegó a 1.808 ppmm⁸ (un 158%) y el óxido nitroso a 323,2 ppmm (un 20%). Este cambio de la composición de la atmósfera, provoca un aumento de la temperatura media mundial, lo que a su vez, ejerce una influencia significativa sobre el ciclo hidrológico y redundando en otros cambios de las condiciones climáticas y meteorológicas.

Según ABC, (2014) en su artículo “La cantidad de gases de efecto invernadero alcanzó un nuevo máximo en 2013”, datos preliminares apuntan a que este incremento de los gases se debe posiblemente a la reducción de la cantidad de CO₂ absorbida por la biosfera de la Tierra, sumado al constante ascenso de las emisiones.

⁸ ppmm: partes por miles de millones.

Tabla 2.1: Concentración de gases de efecto invernadero				
Gases	1991-2000	2001-2010	2010	Aumento desde la época preindustrial (%)
Dióxido de carbono (ppm)	361,5	380	389	39
Metano (ppmm)	1.758	1.790	1.808	158
Óxido nitroso (ppmm)	312,2	319,7	323,2	20

Fuente: OMM, (2013)

Según El País, (2014) “La tierra, de mal en peor”, en lugar de mejorar, la salud de la Tierra empeora. En el año 2013, la concentración de CO₂, el gas que más contribuye al calentamiento global, alcanzó un nuevo máximo, una media de 396 partes por millón (un 142% más que antes de la Revolución Industrial). Y el incremento fue el mayor de los registrados en los últimos 30 años: 2,9 partículas por millón más que en 2012. El último informe de la OMM indica que también aumentó la concentración de otros dos gases de efecto invernadero, el metano y el óxido nitroso.

Según El País, (2014), los datos son, una vez más, muy preocupantes. De ellos se desprende que hemos entrado en una dinámica que puede acelerar el cambio climático y llegar antes de lo previsto al temido punto de no retorno. El problema ya no es solo disminuir las emisiones de gases; lo alarmante es que, por la capacidad de persistencia de esos gases y el efecto acumulativo de las emisiones, el ecosistema cada vez tiene menos capacidad para absorber los excedentes, de modo que, incluso contaminando menos, aumentan las concentraciones. La biosfera, que debería absorber una cuarta parte de los gases, está cada vez más saturada, y los océanos, el otro gran amortiguador, están sufriendo un proceso de acidificación sin precedentes que amenaza el ecosistema marino.

No obstante, “no todo es blanco o negro”. Según González, (2014), las emisiones de gases de efecto invernadero en la Unión Europea (UE) descendieron en 2012 y ya se sitúan en niveles que permiten a la Agencia Europea del Medio Ambiente (EEA, en sus siglas en inglés) asegurar que la UE está en el buen camino para alcanzar los objetivos de reducción que se fijó para 2020. No solo eso: los datos, ya cerrados, enviados a Naciones Unidas y que la EEA hizo públicos, muestran que los 15 países europeos que se comprometieron en el Protocolo de Kioto a contener sus gases de efecto invernadero han cumplido de sobra su meta conjunta: emitir en conjunto un 8% menos que en 1990. (Ver Tabla 2.2).

Si nos fijamos en la Tabla 2.2, tras varios años de descenso, en 2012 los registros muestran una caída de las emisiones del 1,3% en toda la Unión con respecto a 2011. Si se compara con dos décadas atrás -1990, el año base para los cálculos de Kioto-Europa ha conseguido reducir un 19,2% sus emisiones. Sin embargo, no todos los actuales miembros de la Unión se comprometieron igual. Los 15 que formaban parte de ella cuando se firmó el protocolo (1997), incluida España, decidieron ir en conjunto: cada uno debía reducir un 8%, pero entre los 15 se repartieron la carga de manera que, mientras países como Alemania tenían que emitir un 21% menos, otros podían aumentar, y España, en concreto, hasta un 15%. Globalmente han reducido un 11,8%, según los últimos datos.

Tabla 2.2: Emisiones de CO₂ de los países europeos

► Emisiones de co2					
	Protocolo Kioto 1990 (millones de toneladas)	2012 (millones de toneladas)	Variación 2011 - 2012 (%)	EMISIONES 2008 - 2012 (%)	
				Objetivo Kioto	Emisiones reales
				(-): Reducen (+): Aumentan	
				CUMPLEN	NO CUMPLEN
Alemania	1.232,4	939,1	1,1	-21,0	-23,62
Austria	79,0	80,1	-3,3	-13,0	4,91
Bélgica	145,7	116,5	-3,0	-7,5	-14,04
Dinamarca	69,3	51,6	-8,6	-21,0	-15,03
ESPAÑA	289,8	340,8	-1,5	15,0	23,68
Finlandia	71,0	61,0	-8,8	0,0	-4,69
Francia	563,9	490,1	0,0	0,0	-9,96
Grecia	107,0	111,0	-3,3	25,0	11,87
Holanda	213,0	191,7	-1,7	-6,0	-6,39
Irlanda	55,6	58,5	1,4	13,0	10,96
Italia	516,9	460,1	-5,4	-6,5	-4,16
Luxemburgo	13,2	11,8	-2,4	-28,0	-8,74
Portugal	60,1	68,8	-0,8	27,0	20,23
Reino Unido	776,3	580,8	3,2	-12,5	-23,18
Suecia	72,2	57,6	-5,2	4,0	-15,31
UE15	4.265,5	3619,5	-0,8	-8,0	-11,85

Fuente: González, (2014)

Según González, (2014), el cumplimiento de Kioto se mide por las emisiones de la media del periodo 2008-2012 con respecto al nivel de 1990. Cinco de estos países incumplen sus objetivos individuales, según los informes de la EEA. Y uno de ellos es España, a la que se pedía no superar un 15% de aumento, pero que lo ha sobrepasado hasta el 23,7%. Pudo ser peor, hace una década, en 2004, España emitía un 53% más que en 1990.

Según González, (2014), el grueso de la mejora de España en estos años no se debe a sus esfuerzos para ser más eficiente energéticamente o para aumentar el porcentaje de las renovables. Hay que agradecerse a la crisis económica, tal y como reconocen las dos últimas titulares de la Oficina Española de Cambio Climático (OECC) del Gobierno, Teresa Ribera (2008-2011) y Susana Magro (2012-actualidad). La recesión ha reducido la producción industrial y el transporte.

En la Figura 2.5, vemos cómo evoluciona el principal GEI (el CO₂) a nivel nacional y para la Región de Murcia. Observamos que tanto a nivel nacional como regional, los valores tienen tendencia a subir hasta 2009, a partir de este año la tendencia es a bajar. La Región de Murcia aporta entre 2 y el 3% del total de CO₂ a nivel nacional. Uno de los sectores que más gases emite en la Región de Murcia es el sector de la energía con un 44% de las emisiones de 2008. La agricultura aportó en 2005 un 21% de las emisiones.

Entre 1990 y 2005 el sector agrícola ha experimentado un aumento del 56,1% de las emisiones, siendo el tercer sector que mayor incremento ha experimentado en ese periodo, por detrás del transporte (120%) y la gestión de residuos (63%). (MAGRAMA, 2013).

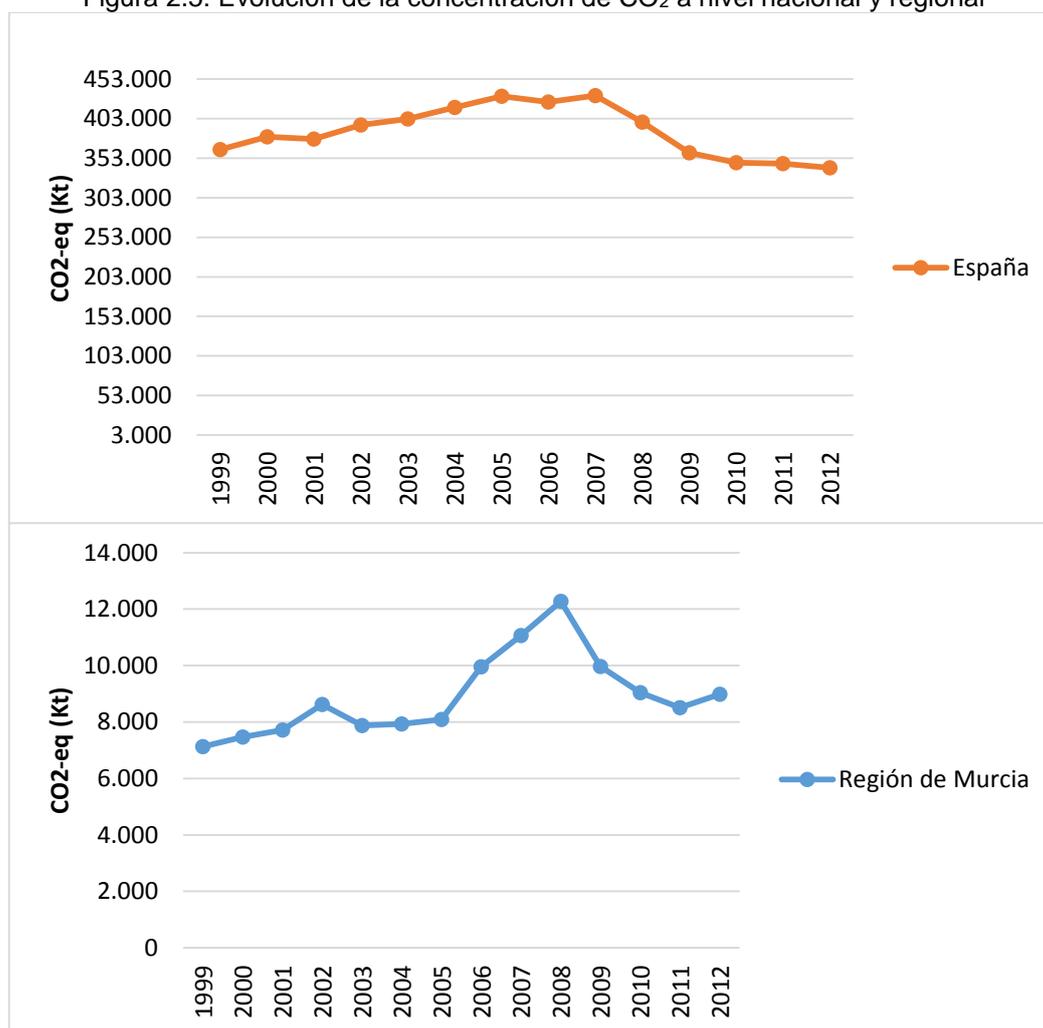
Los motivos que llevan a pensar en ese aumento de las emisiones se deben principalmente al sector ganadero. En la Región de Murcia destaca el sector porcino, por encima del ovino, caprino y bovino. No obstante, a partir de 2009 empieza el descenso de las emisiones, con la entrada en vigor de la ley 4/2009 de Protección Ambiental Integrada,⁹ dotando a las instalaciones de tecnologías que evitan gran parte

⁹ Ver: <http://www.boe.es/boe/dias/2011/02/10/pdfs/BOE-A-2011-2547.pdf>. Extraído el 4/02/2015.

de las emisiones que se producían antes del año 2009. Además, es necesario gestionar los purines y el estiércol; actividades generadoras de emisiones. En la gestión de estiércoles se generan emisiones de metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O) y óxidos de nitrógeno (NO_x) a partir de la excreta del ganado.

La conclusión, por tanto, es que la mayor parte del incremento de emisiones de gases de efecto invernadero que ha experimentado la Región en los últimos años, proviene de la puesta en marcha de instalaciones de generación eléctrica que permiten que seamos una de las regiones que más energía suministra al resto de España, exportando aproximadamente un 15% de la energía nacional consumida procedente de estas fuentes. (CARM, 2015).

Figura 2.5: Evolución de la concentración de CO₂ a nivel nacional y regional



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos publicados en MAGRAMA, (2015)

Bibliografía

- Artículo de El País, 2014. “La tierra, de mal en peor”. Disponible en: http://elpais.com/elpais/2014/09/10/opinion/1410376723_701253.html. Extraído el 17/12/2014.
- Artículo del ABC, 2014. “La cantidad de gases de efecto invernadero alcanzó un nuevo máximo en 2013”. Disponible en: <http://www.abc.es/natural-cambioclimatico/20140909/abci-nuevo-maximo-201409091052.html>. Extraído el 17/12/2014.
- BOE, 2009. Ley 4/2009 de Protección Ambiental Integrada. Disponible en: <http://www.boe.es/boe/dias/2011/02/10/pdfs/BOE-A-2011-2547.pdf>. Extraído el 4/02/2015.
- CARM, 2015. Análisis de la evolución de las emisiones de gases de efecto invernadero en la Región de Murcia. Disponible en: http://www.ecorresponsabilidad.es/pdfs/gei/1_evolucion_gei_murcia.pdf. Extraído el 28/01/2015.
- Cendrero, A., Bruschi, V.M., Bonachea, J., Remondo, J., 2009. Previsiones sobre cambio climático y cambio global: ¿Son sostenibles las tendencias observadas? Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. (Esp) Vol. 103, Nº. 1, 55-77. X Programa de Promoción de la Cultura Científica y Tecnológica.
- Dlugolecki, A., Agnew, M., Cooper, M., Crichton, D., Kelly, N., Loster, T., Radevsky, R., Salt, J., Viner, D., Walden, J., Walker, T., 2001. Climate Change and Insurance. Informe Técnico, Chartered Insurance Institute, London.
- EEA, 2004. Impacts of Europe’s changing climate. An indicator-based assessment. Informe Técnico 2/2004. Agencia Europea del Medioambiente.
- EEA, 2015. El Medio Ambiente en Europa: Segunda Evaluación. Capítulo 2. Cambio Climático. European Environment Agency. 46-48. Disponible en: www.eea.europa.eu/es/publications/92-828-3351-8/2es.pdf. Extraído el 14/02/2015.
- González, E., 2014. “Europa cumple la reducción de emisiones del protocolo de Kioto”. Periódico El País. Disponible en: http://sociedad.elpais.com/sociedad/2014/06/03/actualidad/1401798742_648544.html. Extraído el 17/12/2014.
- López, J.M., De Paz, S., 2007. El sector asegurador ante el cambio climático: riesgos y oportunidades. Instituto de Ciencias del Seguro. Fundación Mapfre. Capítulo 1: El Cambio Climático: Principales Características, 1-30.
- MAGRAMA, 2013. Programa de Desarrollo Rural de la Región de Murcia 2007-2013. Tomo I. 6º Versión. 112-113. Disponible en: http://www.magrama.gob.es/es/desarrollo-rural/temas/programas-ue/PDR_Murcia_v6_27_junio_2013_v2_tcm7-151343.pdf. Extraído el 20/01/2015.

- MAGRAMA, 2014. Información disponible: <http://www.magrama.gob.es/es/cambio-climatico/temas/que-es-el-cambio-climatico-y-como-nos-afecta/>. Extraído el 16/12/2014.
- MAGRAMA, 2015. Emisiones de GEI por Comunidades Autónomas a partir del inventario español. Serie 1990-2012. Disponible en: http://www.magrama.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/sistema-espanol-de-inventario-sei-/Resumen_Emisiones_GEI_por_CCAA_serie_1990-2012_tcm7-336748.pdf. Extraído el 28/01/2015.
- Okanagan University College de Canadá, Departamento de Geografía; Organismo de Protección de Medio Ambiente (EPA) de los Estados Unidos, Washington; Climate change 1995, The science of climate change. Contribución del Grupo de Trabajo 1 al Segundo Informe de Evaluación del IPCC, PNUMA y OMM, Cambridge University Press, 1996. GRID Arendal.
- OMM, 2013. El estado del clima mundial 2001-2010: Un decenio de fenómenos climáticos extremos. Informe resumido. Publicación de la OMM, 1119, pp 2.
- Pachauri, R.K., Reisinger, A., 2007. Cambio climático 2007: Informe de Síntesis. Contribución de los Grupos de Trabajo I, II y III al Cuarto Informe de Evaluación del IPCC. Ginebra, Suiza.
- PNUMA, 2002. Para comprender el cambio climático: Guía elemental de la Convención Marco de las Naciones Unidas y el Protocolo de Kioto. Publicado por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y la Secretaría sobre el Cambio Climático (CMNUCC). Revisado en julio de 2002.
- Serrano, M.J., 2014. La acción humana sobre el medio ambiente: El equilibrio de la vida. Información disponible en: http://recursostic.educacion.es/secundaria/edad/4esoetica/quincena11/quincena11_contenidos_1a.htm. Extraído el 16/12/2014.
- Serrano, M.J., 2014. La acción humana sobre el medio ambiente: la ecología y los problemas medioambientales. Información disponible en: http://recursostic.educacion.es/secundaria/edad/4esoetica/quincena11/quincena11_contenidos_2.htm. Extraído el 16/12/2014.
- Stuhlberger, C., Heberlein, C., (Eds), 2009. El Clima en peligro. Una guía fácil del Cuarto Informe del IPCC. Publicado por el Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino de España (MARM), pp 18.

3 Condicionantes del Cambio Climático

3.1 Variables climáticas a tener en cuenta frente al cambio climático

A escalas de miles de años, decenas de miles y aún superiores, el clima de España ha seguido los patrones generales marcados por las fluctuaciones y los cambios climáticos globales por causa natural. Los periodos glaciales -los cambios mejor conocidos del pasado geológico- han dejado numerosas huellas visibles en el paisaje y variados registros paleoclimáticos. Los cambios climáticos han tenido, no obstante, expresiones locales que son el resultado de la modulación del cambio global por los factores geográficos y las variables fisiográficas de las distintas regiones españolas. Las variables más importantes son las siguientes: (Moreno *et al.*, 2005).

3.1.1 *Temperatura*

El estudio del clima del último milenio proporciona la perspectiva necesaria en la cual ubicar los cambios recientes observados, permitiendo obtener estimaciones del rango de la variabilidad natural, detectar el efecto de las actividades humanas, verificar las simulaciones hechas con modelos climáticos así como acotar la sensibilidad del sistema climático. (Bladé y Castro, 2010).

En la Península Ibérica (PI en adelante), al igual que en el resto de Europa, el clima del último milenio se caracteriza, a grandes rasgos, por un periodo cálido que incluye la Anomalía Climática Medieval¹⁰ (MWP), un periodo de enfriamiento o Pequeña Edad de Hielo¹¹ (LIA), un regreso a temperaturas más cálidas (a partir de mediados del siglo XIX) y, por último, la actual fase de calentamiento (NRC, 2006). Este aumento reciente de la temperatura, de carácter global y de origen muy probablemente antrópico, se detecta claramente desde finales de los años 70, encontrándose que, con la excepción del año 1996, en el periodo 1995-2009 han sido los más cálidos de los registros instrumentales (IPCC, 2007. Informe de Copenhague, 2009, de ahora en adelante IC2009). En contraposición, los cambios regionales ocurridos durante el MWP y LIA no parecen haberse producido de forma sincrónica. (Jones y Mann, 2004).

La mayoría de reconstrucciones paleoclimáticas indican además que el calentamiento observado durante el MWP no fue tan acusado ni tan extenso como el que se viene observando en las últimas décadas (Crowley y Lowery, 2000, Bradley *et al.*, 2003, Luterbacher *et al.*, 2004, Osborn y Briffa, 2006) -si bien existen grandes incertidumbres sobre las temperaturas durante la primera mitad del milenio-.

Así, el informe del IPCC señala que las temperaturas medias en el hemisferio Norte durante la segunda mitad del siglo XX han sido muy probablemente las más cálidas en los últimos 500 años, y probablemente también en los últimos 1300 años. (IPCC, 2007).

Algunos estudios sugieren que durante el MWP y el LIA se produjeron también cambios importantes en la circulación atmosférica y oceánica (Trouet *et al.*, 2009, Lund *et al.*, 2006, Keigwin y Boyle, 2000), lo cual implicaría que el sistema climático es capaz de

¹⁰ El período cálido medieval u óptimo climático medieval fue un periodo de clima extraordinariamente caluroso en la región del Atlántico Norte, que duró desde el siglo X hasta el siglo XIV. El óptimo climático medieval se cita a menudo en las discusiones del calentamiento global y el efecto invernadero. Algunos se refieren al suceso como «anomalía climática medieval»; este término enfático revela de otra manera que la temperatura fue el parámetro más importante.

¹¹ Fue un período frío que abarcó desde comienzos del siglo XIV hasta mediados del XIX.

reorganizarse de forma abrupta ante un forzamiento radiativo¹² relativamente modesto. Ello a la vez podría indicar que ciertos aspectos de la sensibilidad climática del planeta y de las retroacciones climáticas no son bien comprendidos.

Para poder disponer de un marco de referencia en el que enmarcar los cambios térmicos detectados en la PI, cabe citar que lo que establece IPCC, (2007), que destaca entre los rasgos generales del cambio climático, detectado en la superficie y en la atmósfera, los siguientes:

- La temperatura superficial global media, en una estimación de la tendencia lineal en los últimos 100 años (1906-2005), presenta un aumento de $0,74^{\circ}\text{C} \pm 0,18^{\circ}\text{C}$. El ritmo de calentamiento en los últimos 50 años ha sido casi el doble que el de los últimos 100 años ($0,13^{\circ}\text{C} \pm 0,03^{\circ}\text{C}$ vs. $0,07^{\circ}\text{C} \pm 0,02^{\circ}\text{C}$ por década). En los últimos 25 años, esta tendencia se ha incrementado a $0,19^{\circ}\text{C} \pm 0,05^{\circ}\text{C}$ por década.
- Las temperaturas extremas muestran cambios consistentes con un calentamiento del clima. La Amplitud Térmica Diaria¹³ (DTR) ha disminuido en $0,07^{\circ}\text{C}/\text{década}$ durante el periodo 1950-2004 (Vose *et al.*, 2005), si bien desde el año 1979 no han experimentado grandes cambios, como consecuencia de un ritmo de crecimiento similar en las temperaturas máximas y mínimas.
- Los efectos de la isla urbana de calor son reales pero locales y no han sesgado las tendencias a gran escala.

Este incremento en la temperatura global no está homogéneamente distribuido en la superficie, variando en magnitud entre diferentes regiones y entre diferentes localizaciones dentro de una misma región. Estas variaciones regionales se perciben también en el comportamiento de los valores extremos y en la DTR, que exhibe tendencias negativas en muchas regiones del globo, mientras que en otras los cambios son de signo opuesto, o no son significativos. (Heino *et al.*, 1999, Bonsal *et al.*, 2001).

Brunet *et al.*, (2006) han desarrollado una base de datos ajustados a escala diaria, denominada Spanish Daily Adjusted Temperature Series (SDATS), compuesta por las 22 series más largas de temperaturas medias, máximas y mínimas diarias españolas, cubriendo el periodo 1850-2005. Los resultados obtenidos (Brunet *et al.*, 2007) muestran que los promedios anuales de la temperatura media diaria se han incrementado significativamente en $0,13^{\circ}\text{C}/\text{década}$ en el periodo 1901-2005, aunque no de forma lineal (Figura 3.1).

Al igual que sucede con la temperatura global, dentro de la tendencia general a la alza destaca un breve periodo (1950-1972) en el cual las temperaturas anuales no aumentaron o incluso disminuyeron ligeramente, aunque no de forma significativa. De las dos fases más cálidas observadas en el siglo XX (1901-1949 y 1973-2005), es en la más reciente cuando se han producido las tasas de calentamiento más elevadas ($0,22$

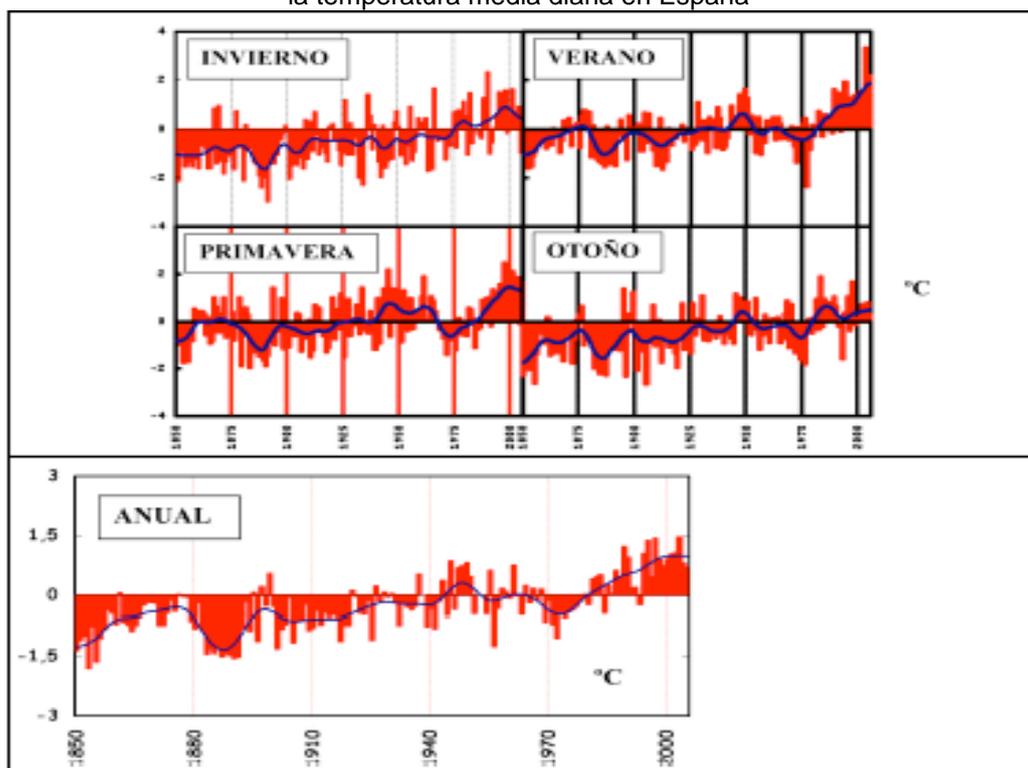
¹² Forzamiento radiativo es una medida de la influencia que un factor tiene en alterar el balance de energía entrante y saliente en el sistema Tierra-Atmósfera y es un índice de la importancia del factor como un mecanismo potencial de cambio climático. El forzamiento positivo tiende a calentar la superficie mientras que el forzamiento negativo tiende a enfriarla.

¹³ También denominada oscilación térmica, que es la diferencia entre la temperatura más alta y la más baja registrada en un lugar, durante un determinado período de tiempo, que puede ser un día, un mes o un año.

°C/década y 0,48 °C/década, respectivamente). Este ritmo de aumento ha sido del orden de un 50% mayor que el de la temperatura media sobre tierra en el hemisferio Norte. (IPCC, 2007).

A lo largo del siglo XX, todas las estaciones han contribuido al incremento anual con tasas de cambio similares a la de la temperatura anual. En la reciente fase de calentamiento, sin embargo, las estaciones que más han contribuido han sido la primavera y el verano (ver Tabla 3.1), mientras que en invierno el aumento de temperatura ha sido mínimo y no significativo. (Bladé y Castro, 2010).

Figura 3.1: Variaciones¹⁴ anuales (abajo) y estacionales (arriba) en el periodo 1850-2005 de la temperatura media diaria en España



Fuente: Bladé y Castro, (2010)

En la PI la temperatura ha aumentado claramente a lo largo del siglo XX, siendo esta tendencia más acusada en el periodo más reciente, llegando a alcanzar tasas de 0,5 °C/década entre 1973 y 2005 que casi triplican el ritmo de aumento de la temperatura media global. Las temperaturas máximas han aumentado más que las mínimas en el siglo XX, lo cual implica un incremento de la DTR; sin embargo, este comportamiento diferenciado no se observa en el periodo más reciente. Ha disminuido la ocurrencia de días y noches frías y aumentado la de días y noches cálidas. Las únicas discordancias se dan en otoño, donde las temperaturas máximas en promedio no parecen haber aumentado. (Bladé y Castro, 2010).

¹⁴ Vienen expresadas en anomalías (en °C) respecto a la media del periodo 1961-1990 (base de datos SDATS), calculada como un promedio sobre 22 estaciones. La curva en azul representa un filtro gaussiano de 13 años.

Tabla ¹⁵ 3.1: Tendencias de temperatura expresadas en °C/década para el siglo XX		
	1901-2005	1973-2005
Anual	0,13	0,48
Invierno	0,14	0,27
Primavera	0,12	0,77
Verano	0,13	0,67
Otoño	0,12	0,29

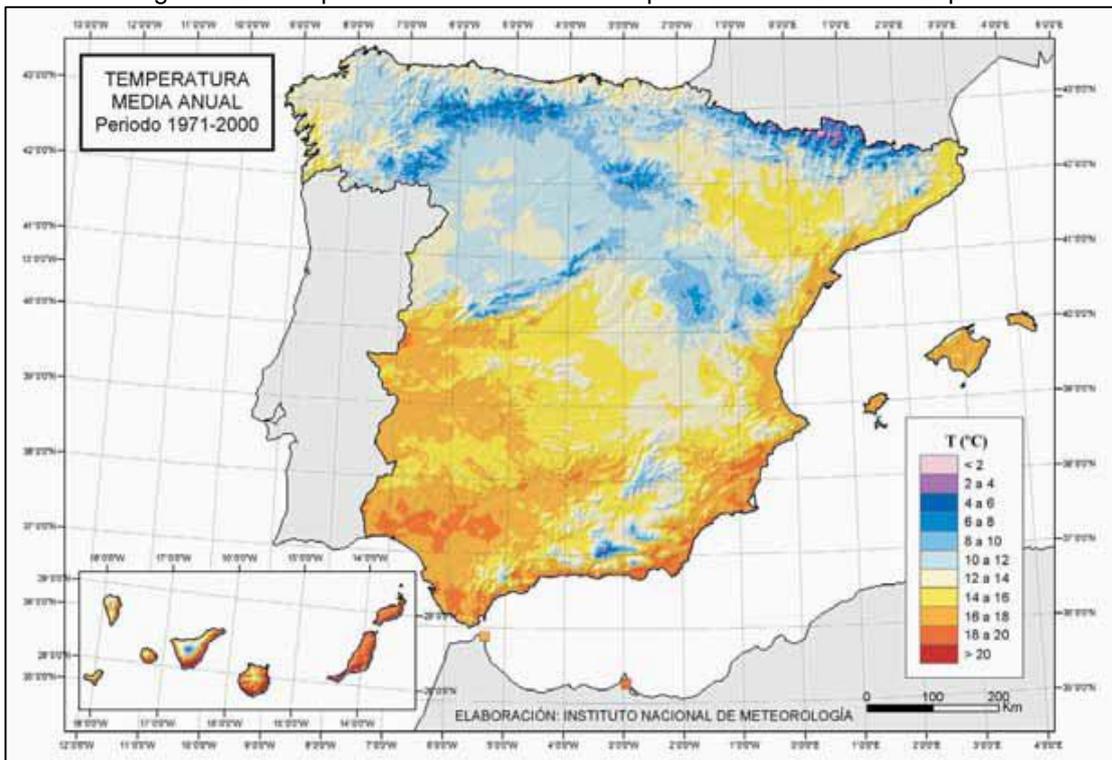
Fuente: Bladé y Castro, (2010)

Las diferencias de latitud entre el Norte y el Sur de España, aún sin tener en cuenta Canarias, y las diferentes características del Océano Atlántico y del Mar Mediterráneo introducen algunos matices. Si nos fijamos en la Figura 3.2, los valores y las pautas espaciales principales de la temperatura media anual en la España Peninsular y Baleares son las siguientes: (Moreno *et al.*, 2005).

- El valor de 14°C al nivel del mar varía en puntos de la costa cantábrica hasta algo más de 18°C en la surmediterránea y en la suratlántica.
- A lo largo del litoral mediterráneo oriental la temperatura media anual varía entre 15°C en algunos sectores de la costa catalana a 18°C en la almeriense, mientras que en Baleares los valores junto al mar quedan comprendidos entre 16 y 18°C.
- La temperatura media anual puede ser negativa por encima de unos 2800 m de altitud en la mitad Norte Peninsular (Pirineos) y en umbrías a partir de unos 3100 m en el Sur (Sierra Nevada).
- La meseta septentrional presenta valores entre 10 y 12,5°C y la meridional entre 12,5 y 15°C, en general.
- Las tierras bajas de la Cuenca del Ebro tienen temperaturas medias anuales algo superiores a los 14°C, las del Valle del Guadalquivir entre 17 y 18°C y las extremeñas superan ligeramente los 16°C.
- Los valores disminuyen desde los litorales hacia el interior. Los valores aumentan de Norte a Sur, a igualdad de altitud. En el interior los valores disminuyen de poniente a levante.

¹⁵ La tabla indica las tendencias de temperatura (en °C/década) para todo el siglo XX (periodo 1901-2005) y para el periodo reciente de mayor calentamiento (1973-2005); las tendencias en negrita (cursiva) son significativas con un nivel de confianza del 99% (95%).

Figura 3.2: Temperatura media anual en el periodo 1971-2000 en España



Fuente: Moreno *et al.*, (2005)

En la siguiente Figura 3.3 quedan reflejadas las temperaturas medias anuales para cada Comunidad Autónoma (CCAA), tomada por distintas estaciones repartidas por todo el territorio nacional en el periodo 1999-2012. En ella podemos ver los saltos térmicos, es decir, las diferencias de temperatura para cada Comunidad Autónoma. Un ejemplo de ello es el salto térmico que se produce entre Canarias (unos 22°C) y Castilla y León (unos 12°C) en el periodo 1999. Vemos que el salto térmico es de 10°C de diferencia. Sin embargo, a medida que pasan los años el salto térmico disminuye; en el año 2012 el salto térmico entre estas comunidades es de 5°C (unos 17°C de media para Canarias y de 12°C en Castilla y León).

En la Figura 3.4, se han desglosado las temperaturas medias anuales por Comunidades Autónomas. Si nos fijamos en dicha Figura, la temperatura media a lo largo de los años de las Comunidades Autónomas del Norte Peninsular es de 14-15°C mientras que la parte Central y Sur Peninsular es de 17-18°C. Canarias se sitúa por encima de 20°C en el periodo 1999-2006. Las Islas Baleares tuvieron una caída de la temperatura media anual en el 2008, pasando a 12°C.

Si comparamos la Figura 3.2 con las Figuras de temperatura (3.3, 3.4 y 3.5), podemos ver cada Comunidad Autónoma por separado.

Empezamos por las Comunidades del Norte Peninsular. En Galicia, tenemos una temperatura media anual de 8-10°C con zonas que tienen 14-16°C en las Rías Baixas en el periodo 1971-2000; en el periodo 1999-2012, con una temperatura media anual de 14°C. En el Principado de Asturias, la temperatura media anual es de 4-8°C en el periodo 1971-2000; en el periodo 1999-2012, tenemos una temperatura media anual de 14°C. En el País Vasco, tiene una temperatura media anual de 8-10°C en el periodo 1971-

2000; en el periodo 1999-2012, sin embargo, la temperatura media anual es de 14°C. En Cantabria, con una temperatura media anual de 6-8°C en el periodo 1971-2000; en el periodo 1999-2012, tenemos una temperatura media anual de 15°C. En La Rioja, la temperatura media anual es de 8-10°C en el periodo 1971-2000; en el periodo 1999-2012, la temperatura media anual alcanza los 14°C. En la Comunidad Foral de Navarra, tenemos una temperatura media anual de 8-10°C en el periodo 1971-2000; en el periodo 1999-2012, con una temperatura media anual de 13°C.

En Castilla y León, la temperatura media anual es de 10-12°C; en determinados puntos oscilan entre 12-14°C en el periodo 1971-2000; en el periodo 1999-2012, tenemos una temperatura media anual de 12°C. En la Comunidad de Madrid, con una temperatura media anual de 10-12°C con zonas que pueden alcanzar los 12-14°C en el periodo 1971-2000; en el periodo 1999-2012, tenemos una temperatura media anual de 14°C. En Castilla La Mancha, la temperatura media anual es de 10-12°C con zonas que alcanzan los 14-16°C en el periodo 1971-2000; en el periodo 1999-2012, tenemos una temperatura media anual de 14°C. En Extremadura, con una temperatura media anual de 16-18°C en zonas que pueden alcanzar los 14-16°C en el periodo 1971-2000; sin embargo, en el periodo 1999-2012, la temperatura media anual es de 17°C. En Andalucía, tenemos una temperatura media anual que varía según la zona. En la parte Oriental se encuentran temperaturas de 12-14°C en las zonas del interior pudiendo llegar a 6-8°C en puntos de Sierra Nevada; en la parte Occidental, tenemos temperaturas de 16-18°C incluso de 18-20°C en zonas costeras e interior, en las provincias de Córdoba y Sevilla para el periodo 1971-2000; pero el periodo 1999-2012, la temperatura media anual es de 18°C. En la Región de Murcia, tenemos una temperatura media anual de 16-18°C en el periodo 1971-2000; sin embargo, en el periodo 1999-2012, la temperatura media anual es de 19°C.

En la Comunidad Valenciana, con una temperatura media anual de 16-18°C con zonas que alcanzan los 14-16°C en el periodo 1971-2000; en el periodo 1999-2012, tenemos una temperatura media anual de 19°C. En las Islas Baleares, la temperatura media anual es de 16-18°C en el periodo 1971-2000; en el periodo 1999-2012, la temperatura media anual es de 18°C. En Cataluña, tenemos una temperatura media anual de 14-16°C en zonas de costa. En zonas del interior alcanzan los 12-14°C, llegando a los 6-8°C en puntos del Pirineo catalán en el periodo 1971-2000; sin embargo, en el periodo 1999-2012, la temperatura media anual es de 17°C. En Aragón, tenemos una temperatura media anual de 16-18°C con zonas de 6-8°C en el Pirineo aragonés en el periodo 1971-2000; en el periodo 1999-2012, la temperatura media anual alcanza los 15°C.

En Canarias, tenemos una temperatura media anual de más de 20°C en el periodo 1971-2000; en el periodo 1999-2012, la temperatura media anual es de 20°C. En la Ciudad de Melilla, con una temperatura media anual de 18-20°C en el periodo 1971-2000; pero en el periodo 1999-2012, la temperatura media anual es de 19°C.

Tabla 3.2: Evolución de las temperaturas medias anuales en las Comunidades Autónomas españolas				
CCAA	Periodo 1971-1999 (°C)	Periodo 2000-2012 (°C)	Incremento de T ^a (°C)	Descenso de T ^a (°C)
<i>Norte Peninsular</i>				
Galicia	8-10	14	6-4	
Principado de Asturias	4-8	14	6-10	
País Vasco	8-10	14	6-4	
Cantabria	6-8	15	9-7	
La Rioja	8-10	14	6-4	
Comunidad Foral de Navarra	8-10	13	5-3	
<i>Centro Peninsular</i>				
Castilla y León	10-12 12-14	12	2	2
Comunidad de Madrid	10-12 12-14	14	4-2 2	
Castilla La Mancha	10-12 14-16	14	4-2	2
Extremadura	16-18 14-16	17	1 3-1	1
<i>Sur-Sureste Peninsular</i>				
Andalucía				
Oriental	12-14	18	6-4	
Sierra Nevada	6-8		14-10	
Occidental	16-18		2	
Zonas Costeras e Interior	18-20			2
Región de Murcia	16-18	19	3-1	
Comunidad Valenciana	16-18 14-16	19	3-1 5-3	
Cataluña		17		
Zonas de Costa	14-16		3-1	
Interior	12-14		5-3	
Pirineos	6-8		11-9	
Aragón	16-18	15		1-3
Pirineo Aragonés	6-8		9-7	
Ciudad de Melilla	18-20		19	1
<i>Islas</i>				
Islas Baleares	16-18	18	2	
Canarias	20	20		

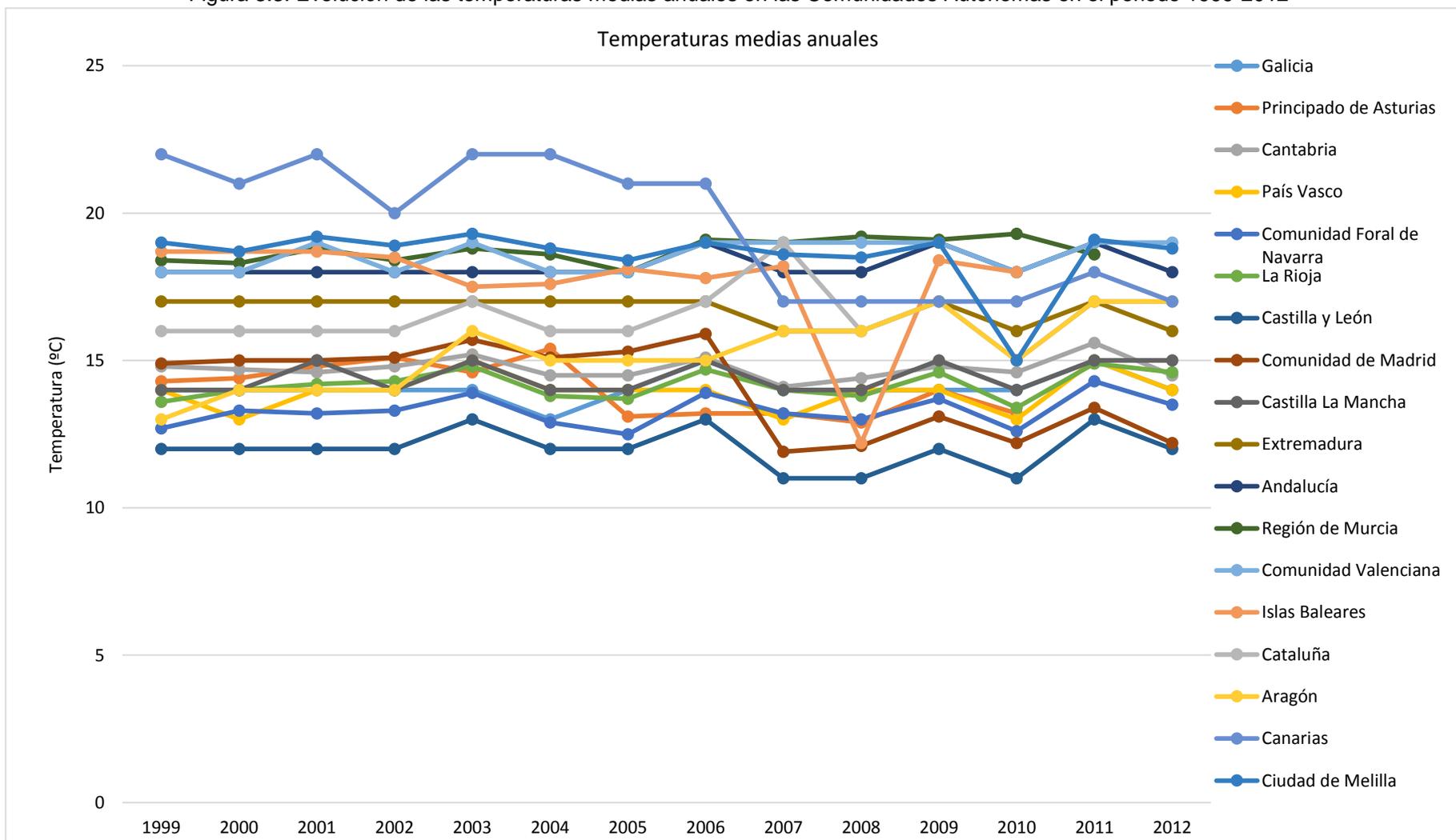
Fuente: Elaboración propia a partir de los datos publicados en el anuario de estadística del MAGRAMA, (2014)

En la Figura 3.3, se ha reflejado la evolución de las temperaturas durante el periodo de 1999 a 2012, por Comunidades Autónomas españolas, pero al resultar difícil de observar es por lo que se ha elaborado la Figura 3.4 en la que se recoge de forma individualizada y con continuidad el periodo observado.

Lo anterior nos indica que existe un calentamiento global, tal y como señalan los informes del IPCC. En la Figura 3.5, destacamos las temperaturas medias de la cuenca mediterránea en el periodo de estudio. Tenemos una media de 18°C aproximadamente.

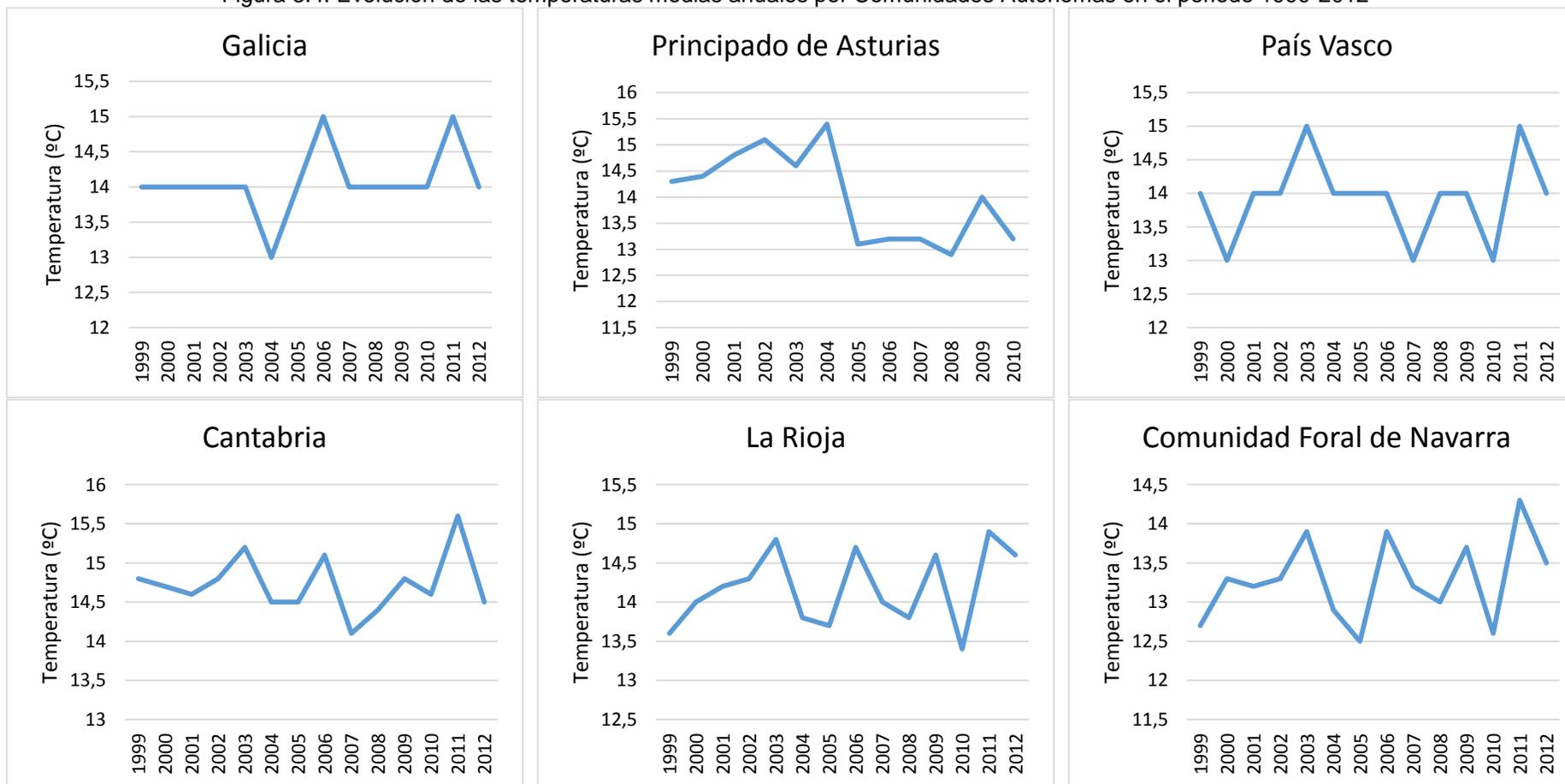
Siendo la Comunidad de Cataluña, la que más gradiente térmico representa, con 4°C de diferencia, seguida por la Región de Murcia, en el resto de comunidades que integran la cuenca del mediterráneo estas diferencias no alcanzan 1,5°C.

Figura 3.3: Evolución de las temperaturas medias anuales en las Comunidades Autónomas en el periodo 1999-2012

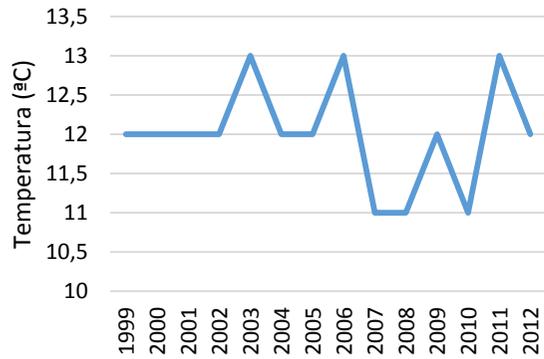


Fuente: Elaboración propia a partir de los datos publicados en el anuario de estadística del MAGRAMA, (2014)

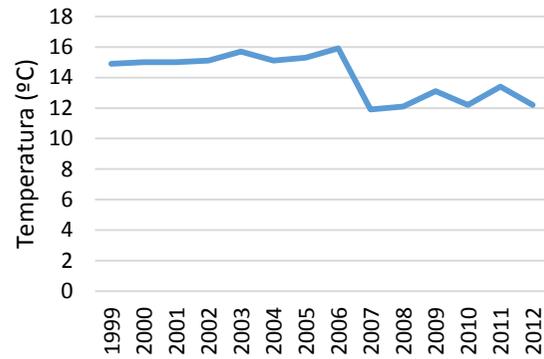
Figura 3.4: Evolución de las temperaturas medias anuales por Comunidades Autónomas en el periodo 1999-2012



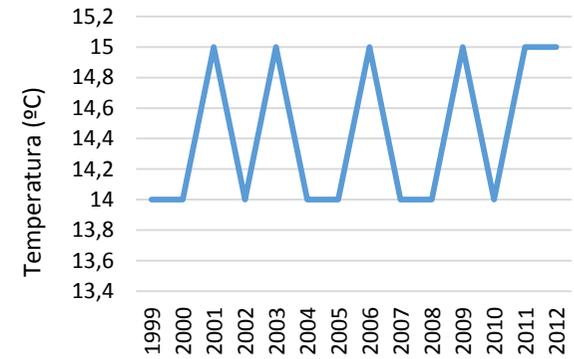
Castilla y León



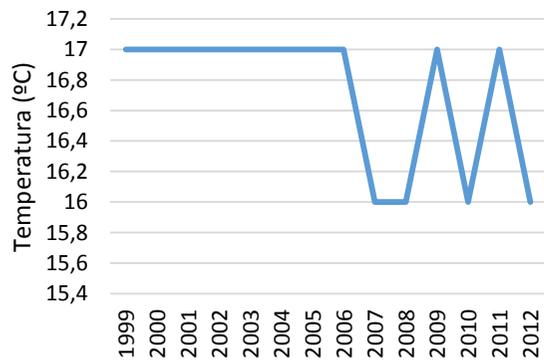
Comunidad de Madrid



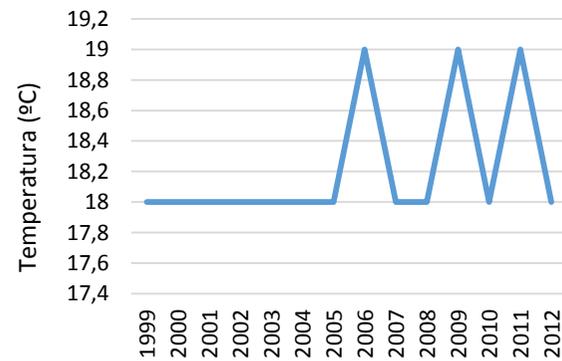
Castilla La Mancha



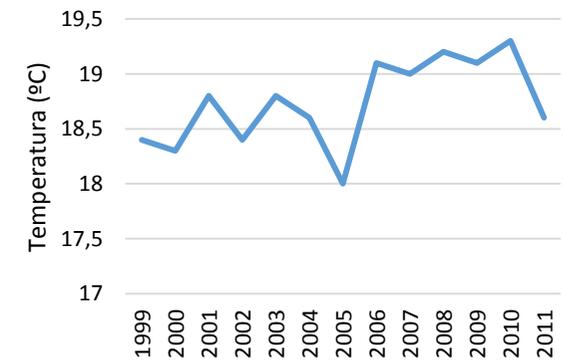
Extremadura

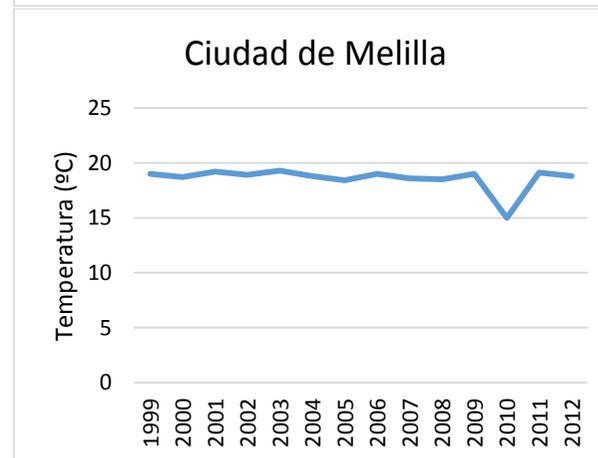
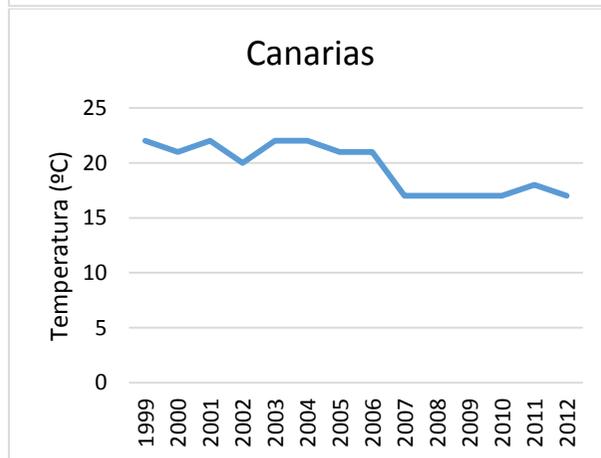
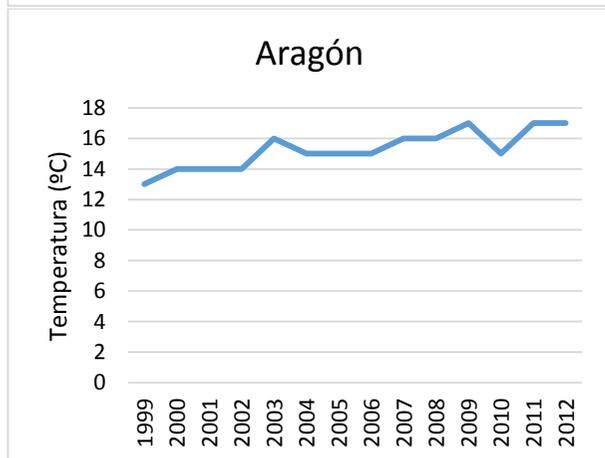
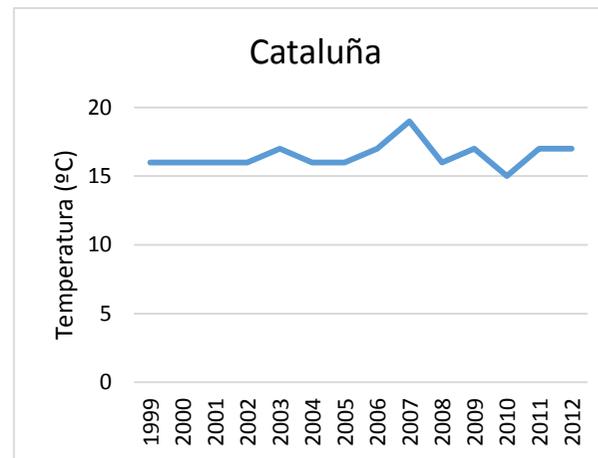
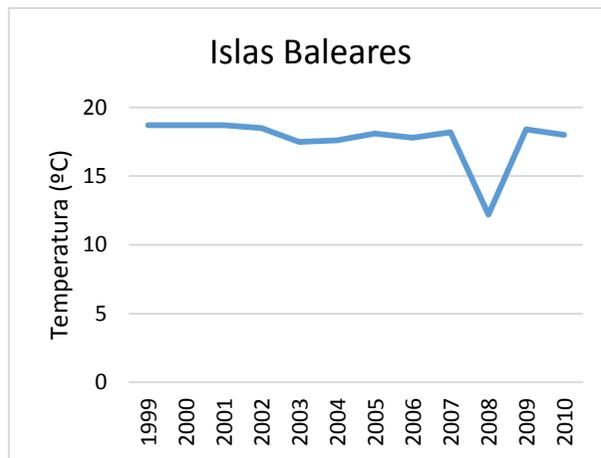
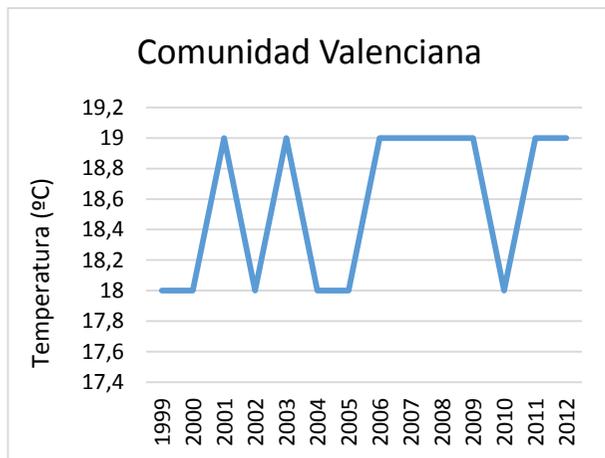


Andalucía



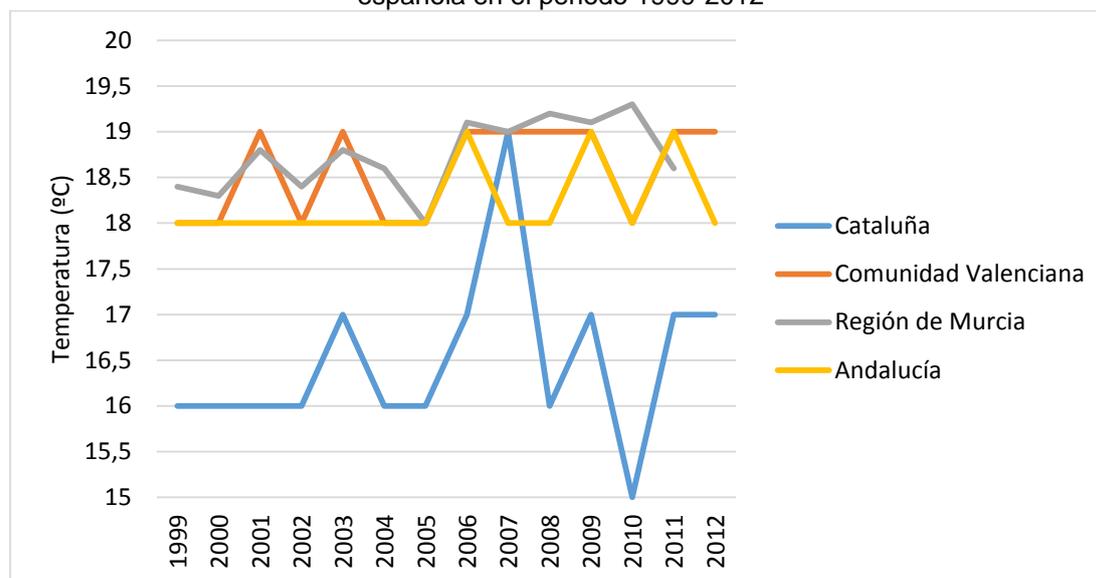
Región de Murcia





Fuente: Elaboración propia a partir de los datos publicados en el anuario de estadística del MAGRAMA, (2014)

Figura 3.5: Evolución de las temperaturas medias anuales en la cuenca mediterránea española en el periodo 1999-2012



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos publicados en el anuario de estadística del MAGRAMA, (2014)

3.1.2 Precipitación

El aumento global de la temperatura del planeta conllevará, sin duda, alteraciones permanentes del ciclo hidrológico, por lo que cabe esperar cambios en la distribución espacial de la precipitación, con aumentos en algunas áreas y disminuciones en otras. Aun cuando no cambiase la cantidad total de precipitación, la frecuencia de días lluviosos o la intensidad de la precipitación podrían experimentar fuertes variaciones en respuesta a un aumento de la concentración atmosférica de vapor de agua, lo cual complica la detección de una posible señal antropogénica. Asimismo, es importante tener en cuenta que incluso un pequeño desplazamiento en el valor medio de la precipitación puede acarrear cambios importantes en la distribución de valores extremos, por lo que es preciso examinar también posibles variaciones en la frecuencia de episodios extremos de precipitación. Otra complicación que se presenta es que, debido a la gran variabilidad espacial de la precipitación, los cambios en la precipitación local no son necesariamente representativos de cambios a mayor escala y viceversa. (Bladé y Castro, 2010).

De manera general, se anticipa que la precipitación en la región mediterránea disminuirá como consecuencia del calentamiento del planeta. Ello se debe, por un lado, a una tendencia generalizada a una reducción de la precipitación en los subtrópicos, como resultado del incremento en la divergencia de vapor de agua (Held y Soden, 2006), y por otro a la migración hacia el Norte del cinturón anticiclónico subtropical (Trenberth *et al.*, 2007). También se ha argumentado que el calentamiento global podría conducir a un aumento de los eventos extremos de precipitación. (Groisman *et al.*, 1999, Trenberth *et al.*, 2003).

En conformidad con estas predicciones teóricas, las simulaciones del siglo XXI con modelos climáticos pronostican importantes disminuciones de la precipitación en todo el Mediterráneo, y en la PI en particular, con especial incidencia en verano, donde el descenso podría alcanzar el 50% a finales del siglo XXI (Meehl *et al.*, 2007). La concordancia entre modelos es particularmente buena para esta región, lo cual aumenta la fiabilidad de esta proyección y señala a la región mediterránea (ya de por sí caracterizada por condiciones semiáridas), como un área particularmente vulnerable al calentamiento global.

No obstante, a lo largo del siglo XX, no se ha detectado una disminución generalizada y significativa de las precipitaciones en la región mediterránea o en la PI. (Trenberth *et al.*, 2007, New *et al.*, 2001, Giorgi, 2002, Douguedroit y Norrant, 2003, Norrant y Douguedroit, 2003 y 2006).

Una posible explicación es que, debido a la gran variabilidad temporal natural de la precipitación, la señal antropogénica esté tardando en emerger de forma evidente e inequívoca por encima del “ruido de fondo” natural de la precipitación. En tal caso, aun cuando exista una tendencia real, su detección y significación pueden depender en alto grado del periodo seleccionado y de los puntos inicial y final. Por otro lado, el sistema climático posee variabilidad natural a escalas de tiempo decenal y multidecenal, que puede manifestarse como oscilaciones de baja frecuencia, anomalías persistentes o tendencias pronunciadas durante dos o tres décadas. (Giorgi, 2002).

En contraste, no se ha detectado una disminución generalizada de la precipitación en la PI a lo largo del siglo XX. La variabilidad interanual es grande, lo cual dificulta la identificación de posibles tendencias. La precipitación anual en décadas recientes ha descendido de forma significativa solamente en relación a las décadas de los 60 y 70, con un origen muy claro de esta señal a finales de invierno (febrero-marzo) y en menor medida en junio. (Bladé y Castro, 2010).

La década actual registra los valores más bajos de precipitación anual desde el año 1950, lo cual sugiere un cambio en el régimen hídrico de la PI en respuesta al calentamiento antropogénico. Sin embargo, la falta de series largas que se remonten a principios de siglo (e incluyan también el periodo más reciente) impide afirmar que la precipitación haya descendido de forma generalizada a mínimos históricos. (Bladé y Castro, 2010).

Exceptuando la costa sureste mediterránea, la intensidad diaria de la precipitación se ha reducido en los últimos 50 años, aumentando el número de días con cantidades pequeñas de precipitación y disminuyendo el número de días con cantidades elevadas. En conjunto, la señal antropogénica en la precipitación pronosticada por los modelos climáticos no ha emergido de forma evidente e inequívoca por encima del “ruido de fondo” natural de la precipitación. En particular, la marcada disminución de la precipitación de verano proyectada por la mayoría de modelos climáticos para finales del siglo XXI no se ha manifestado todavía en las observaciones. (Bladé y Castro, 2010).

Éste último resultado no desacredita a los modelos climáticos, ya que en bastantes de ellos la respuesta de la precipitación no se detecta claramente hasta bien entrado el siglo XXI, pero tampoco permite afianzar nuestra confianza en las proyecciones. Recíprocamente, el hecho de que los modelos climáticos no reproduzcan (en general)

el patrón de tendencias negativos de precipitación sobre la región mediterránea y la PI durante la segunda mitad del siglo XX imposibilita cualquier ejercicio de atribución de esta señal. Por lo que se refiere a la temperatura, la concordancia entre observaciones y modelos es mucho mejor, ya que todos los modelos reproducen cualitativamente el calentamiento observado a lo largo del siglo XX, si bien los modelos tienden a subestimar el aumento de temperatura en las últimas décadas, por lo menos en la PI y en el oeste de Europa. (Oldenborgh Van *et al.*, 2009).

La precipitación es el elemento climático más importante en España, tanto desde un punto de vista climático como en su consideración de recurso, dadas su modesta cuantía en gran parte del territorio y su elevada variabilidad temporal y espacial. (Moreno *et al.*, 2005).

El total medio anual ha servido tradicionalmente para distinguir tres grandes áreas: la España lluviosa, seca y semidesértica. La divisoria entre la España lluviosa y la seca suele establecerse en la isoyeta¹⁶ de 800 mm, y, en algún caso, en la de 600 mm o la intermedia. La divisoria entre la España seca y la semidesértica, a veces también denominada semiárida o árida, la marcan los umbrales de los 300 ó 350 mm de precipitación. Estas tres categorías no tienen una representación espacial perfectamente separada, sino que se presentan en numerosos sectores intercaladas. Así, el mapa de precipitación media anual de España es muy complejo (ver Figura 3.6), con muchos enclaves de alta o baja pluviometría. (Moreno *et al.*, 2005).

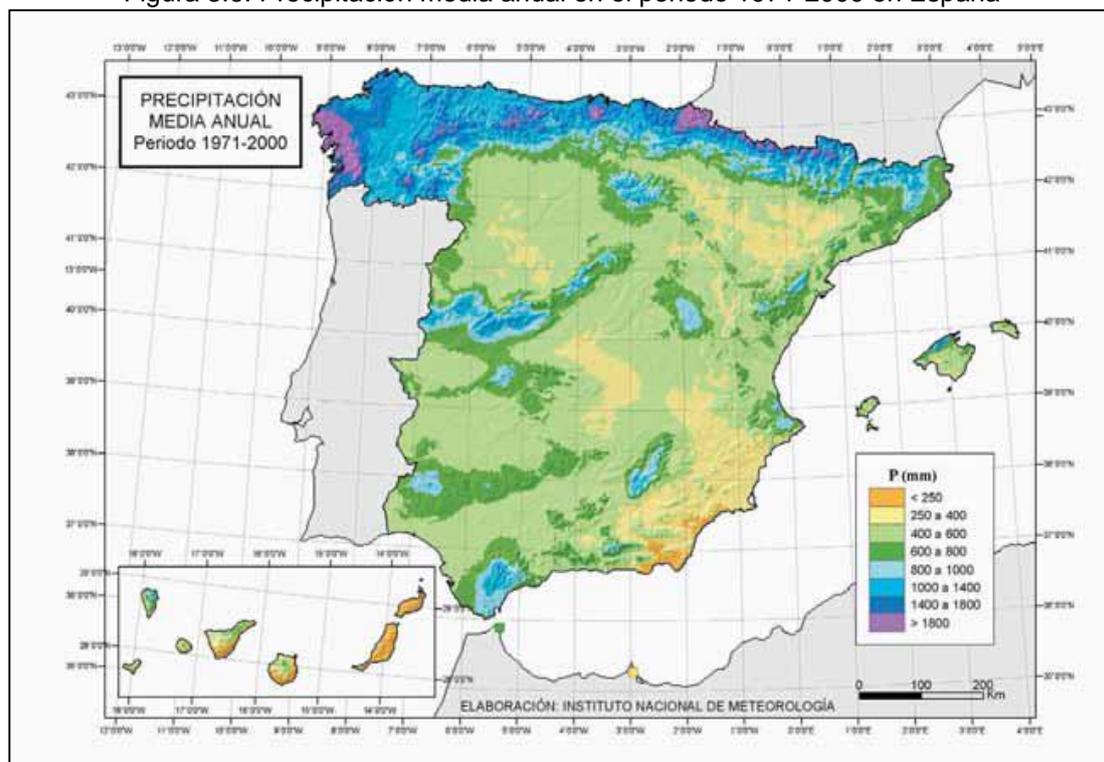
Si nos fijamos en la Figura 3.6, la España lluviosa ocupa fundamentalmente, y con continuidad, casi todo el Norte y Noroeste del país. Los valores medios superan en la mayoría de los casos los 1.000 mm, y se llegan a rebasar los 2.000 mm en los sectores mejor expuestos a los flujos húmedos marítimos. Al margen de ella, son numerosos los sectores peninsulares, e incluso insulares, que rebasan el umbral de los 800 mm, casi siempre cordilleras o sierras. (Moreno *et al.*, 2005).

La España seca, la más extensa, ocupa un amplísimo espacio central en la Península Ibérica, que abarca las tierras llanas de las dos Mesetas, las bajas de la Cuenca del Ebro, la Depresión del Guadalquivir, así como buena parte de la fachada Oriental Ibérica, excepto el Sureste, y los litorales surmediterráneo y suratlántico. También pertenecen a la España seca las Islas Baleares, excepto la Sierra de Tramontana, en Mallorca, algunas de las tierras más altas y otras de las medianías del archipiélago canario, Ceuta y Melilla. Valores cercanos a los 500 mm son bastante frecuentes en la España seca. (Moreno *et al.*, 2005).

La España semidesértica tiene su principal representación en el Sureste Peninsular, esto es, buena parte de la provincia de Almería y sectores de Murcia, Granada y Alicante. Al margen, quedan algunos enclaves, superficialmente reducidos, en las Cuencas del Ebro y del Duero, así como Lanzarote, Fuerteventura y las tierras bajas de las restantes Islas Canarias, excepto Las Palmas de Gran Canaria. (Moreno *et al.*, 2005).

¹⁶ Isoyeta: Es una isolínea que une los puntos, en un plano cartográfico, que presentan la misma precipitación en la unidad de tiempo considerada.

Figura 3.6: Precipitación media anual en el periodo 1971-2000 en España



Fuente: Moreno *et al.*, (2005)

A una escala de conjunto, la precipitación anual en la Península Ibérica disminuye de Norte a Sur y de Oeste a Este, por lo que en la diagonal imaginaria que une Galicia y Almería se produce el contraste pluviométrico extremo. (Moreno *et al.*, 2005).

En la Figura 3.7, se representa cómo han ido evolucionando las precipitaciones, expresadas en mm,¹⁷ en la Península Ibérica a partir de 1999 para hacer una comparativa con el mapa representado en la Figura 3.6. Para hacer una lectura más comprensible, se ha dividido el mapa de España en cuatro cuadrantes.

- El primer cuadrante representan las Comunidades Autónomas del Noroeste (Galicia, Principado de Asturias, Cantabria, País Vasco, Comunidad Foral de Navarra, La Rioja y Castilla y León).
- El segundo cuadrante representan las Comunidades Autónomas del Noreste (Cataluña y Aragón).
- El tercer cuadrante representan las Comunidades Autónomas del Suroeste (Comunidad de Madrid, Castilla La Mancha, Extremadura y Andalucía).
- El cuarto cuadrante representan las Comunidades Autónomas del Sureste (Región de Murcia y Comunidad Valenciana).
- Por último, Ceuta y Melilla y las Islas.

¹⁷ 1 mm=1 L/m²

La precipitación media a lo largo de los años de las Comunidades Autónomas del Noroeste Peninsular es de unos 807 mm; la zona Noreste posee una media de precipitación de 444 mm; las zonas Suroeste y Sureste poseen de media unos 457 y 311 mm respectivamente. Por último, las Islas junto con Ceuta y Melilla poseen unos 377 mm. Esos valores nos dan una idea del contraste de precipitaciones entre la “España húmeda” del Norte y “la España seca” del Sureste.

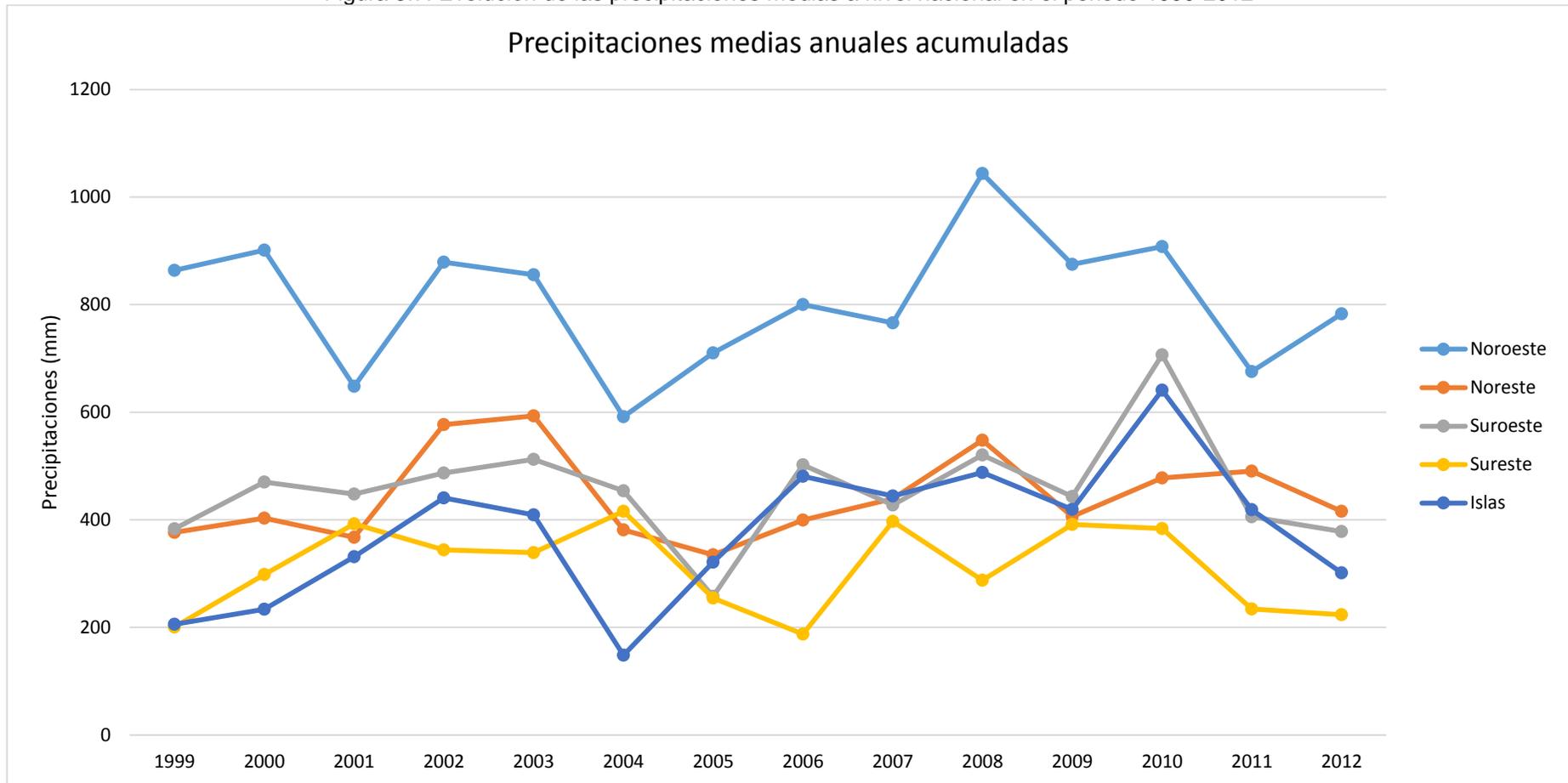
En la siguiente Figura 3.8, destacamos las precipitaciones medias de la cuenca mediterránea en el periodo de estudio. Tenemos una media de 405 mm aproximadamente. Si nos fijamos en ella, tenemos en Andalucía un pico de precipitación que llega a los 900 mm en el año 2010 seguido de periodos con bajas precipitaciones.

La Región de Murcia se caracteriza por su baja pluviometría no pasando de los 400 mm en el periodo de estudio. Es una Región que posee déficit hídrico en sus Cuencas. En la Comunidad Valenciana las precipitaciones han tenido una evolución muy similar destacando la bajada que se produce a partir de 2009. En Cataluña a principios de siglo XXI, hubo valores cercanos a 700 mm anuales; a lo largo de los años esta pluviometría no supera los 600 mm.

Si comparamos la Figura 3.6 con las Figuras de precipitación (3.7 y 3.8), vemos que las precipitaciones siguen los patrones del periodo 1971-2000, es decir, tenemos tres grandes áreas: las Españas lluviosa, seca y semidesértica. La España lluviosa coincide con el primer cuadrante (Noroeste de la Figura 3.7), la España seca con el segundo y tercer cuadrante, incluidas las Islas (Noreste, Suroeste e Islas de la Figura 3.7) y la España semidesértica con el cuarto cuadrante (Sureste de la Figura 3.7).

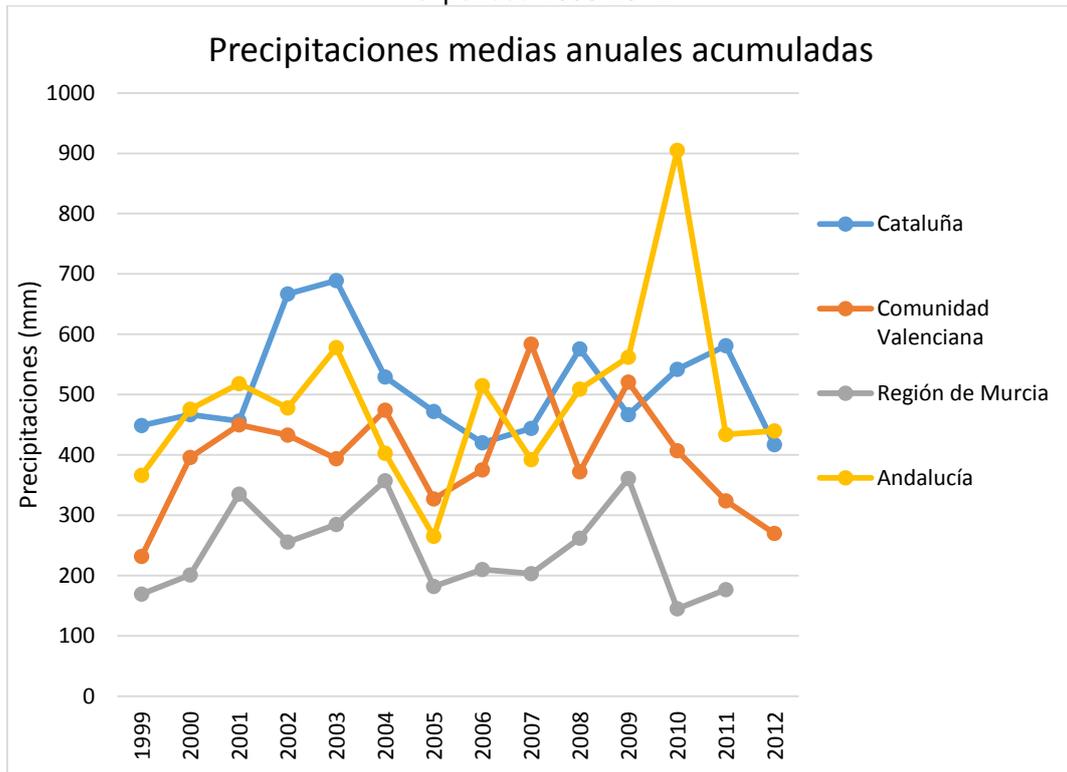
Si nos centramos en el Sureste español, tenemos en el periodo 1971-2000 unas medias de precipitación entre 250 y 400 mm. Vemos que la precipitación no varía en cantidad pero si se han desplazado estas lluvias en el tiempo y con extremos; con años de abundante precipitación y años de extrema sequía como el que hemos tenido en 2014 cuyos valores no superan los 200 mm (Ver Figura 3.9).

Figura 3.7: Evolución de las precipitaciones medias a nivel nacional en el periodo 1999-2012



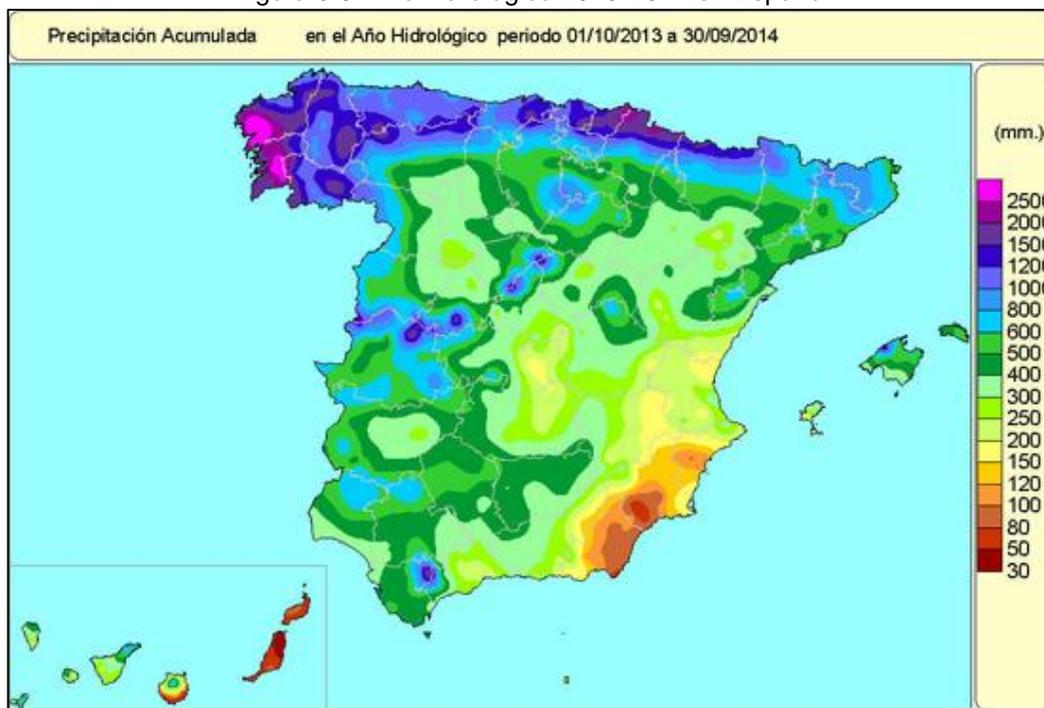
Fuente: Elaboración propia a partir de los datos publicados en el anuario de estadística del MAGRAMA, (2014)

Figura 3.8: Evolución de las precipitaciones medias en la cuenca mediterránea española en el periodo 1999-2012



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos publicados en el anuario de estadística del MAGRAMA, (2014)

Figura 3.9: Año hidrológico 2013-2014 en España



Fuente: AEMET, (2014)

3.1.3 Otros elementos

Según Moreno *et al.*, (2005), a parte de la temperatura y la precipitación, existen otros condicionantes que han marcado diferencias en el clima del país. Algunos de ellos son los siguientes:

3.1.3.1 Radiación solar

España recibe una apreciable cantidad de radiación solar, con valores inferiores a los que se registran en las latitudes tropicales bajo las altas presiones homónimas, pero similares a los que se observan en la zona ecuatorial.

La irradiación global diaria media es inferior a 15 MJ¹⁸/m² en la franja cantábrica y buena parte de Galicia, los Pirineos y el Valle del Ebro, no alcanzándose 12 MJ/m² en los sectores más umbrosos de la vertiente Norte de la Cordillera Cantábrica y en la costa del País Vasco.

La mitad Sur Peninsular, Ibiza y gran parte de las tierras Canarias superan los 16 MJ/m² en sectores de la costa andaluza, así como en parte de Canarias, se rebasan los 18 MJ/m².

Mensualmente, los máximos de la irradiación global diaria se alcanzan en junio y julio, con más de 20 MJ/m², excepto en la franja cantábrica, y hasta más de 25 MJ/m² en la mitad Sur Peninsular, Ibiza y sectores de Canarias. Los mínimos se concentran en diciembre, seguido por enero, con valores inferiores a 10 MJ/m², excepto en tramos de la costa andaluza y en Canarias, quedando por debajo de los 5 MJ/m² en Galicia, las regiones del Cantábrico, los Pirineos y parte de las Cuencas del Duero y del Ebro.

3.1.3.2 Insolación

En la España Peninsular, la insolación media anual presenta también una amplia variación, pues los valores prácticamente se duplican entre Bilbao y Cádiz, observatorio que rebasa las 3.000 horas de sol al año. En conjunto, el área menos soleada de España es la cornisa cantábrica, que no alcanza las 1.750 horas, mientras que la que dispone de un mayor número de horas de sol es la costa de La Luz, entre Cádiz y Huelva, que raya o sobrepasa ligeramente el umbral de las 3.000 horas.

La isohelia¹⁹ de las 2.000 horas, umbral a partir del cual los usos de la energía solar pueden cubrir razonablemente muchas necesidades domésticas, se limita prácticamente a Asturias, Cantabria, el País Vasco, una franja no atlántica de Galicia y algún sector pirenaico. El resto del país dispone de una abundante insolación. Toda la mitad Sur de la España Peninsular, las Baleares, gran parte de Canarias e, incluso, amplias áreas de la mitad Norte Peninsular, como es el caso de la parte occidental de la Cuenca del Duero, Aragón y el Sur de Cataluña, tienen más de 2.500 horas de sol al año. En Canarias, localmente y en las medianías septentrionales, entre unos 700 y 1200 m, se dan valores de insolación relativamente bajos.

¹⁸ Unidad derivada del Sistema Internacional utilizada para medir energía, trabajo y calor.

¹⁹ Isohelia: Aquella curva que indica los lugares con la misma duración de insolación durante un intervalo de tiempo dado.

3.1.3.3 *Nubosidad*

El número medio anual de días despejados está comprendido entre sólo 25,8 días en el aeródromo de Vitoria y 176,2 días en Izaña (Tenerife). En la España Peninsular, los contrastes son también muy acusados, como ejemplifica el máximo citado y los 155,8 días de Cádiz, lo que supone multiplicar por seis el primer valor. El área con un menor número de días despejados, inferior a 40, comprende Asturias, Cantabria, el País Vasco y el interior de Galicia. Por contra, el área que registra más días de este tipo la integran el Valle del Guadalquivir y la costa onubense y atlántica de Cádiz, además de lugares de Canarias, con más de 120 días.

3.1.3.4 *Humedad del aire*

Sobre el régimen anual de la humedad relativa pueden establecerse las siguientes pautas: Los valores medios mensuales presentan una amplia variación en el interior de la Península Ibérica, con máximo invernal (75-80%) y mínimo estival (40-50%).

La oscilación anual es, por el contrario, baja o muy baja en los litorales y las Islas (menos de un 15%) en algunos observatorios litorales del Norte de España, los máximos se producen en verano y los mínimos en invierno. En efecto, en el interior de España los valores máximos, en diciembre, enero u otro mes próximo, rebasan el 75% y, en bastantes lugares, el 80%, mientras que en julio y agosto no es raro que queden por debajo del 50% e, incluso, del 40%. El trimestre estival es el de humedad relativa más alta en los litorales gallego-septentrional, asturiano y cántabro, aunque con poca diferencia sobre las otras estaciones.

3.1.3.5 *Presión atmosférica*

La presión atmosférica muestra en una buena parte de España su máximo mensual en invierno, casi siempre en enero, y los valores más bajos en primavera, sobre todo abril, y verano, patrón que puede parecer el opuesto al esperado. Hay, de todos modos, observatorios en la Meseta Norte en los que, con pequeñas diferencias con respecto a los meses invernales, el máximo ocurre en un mes estival.

3.1.3.6 *Viento*

El carácter peninsular de buena parte de España, la compleja orografía y la insularidad del resto del territorio favorecen la existencia de vientos regionales y locales que se constituyen en elementos de significación climática en las áreas en que soplan. Como vientos regionales pueden destacarse, entre otros, el cierzo, la tramontana, el levante, el poniente y el ábrego. El alisio es típico de Canarias. Al margen de ellos, el régimen de brisas marinas caracteriza la atmósfera de los litorales durante la mitad cálida del año y en otras jornadas estables.

3.2 Localización y clima de la Región de Murcia

La Región de Murcia se puede dividir en las siguientes zonas homoclimáticas (Figura 3.10): (ERMCC, 2008).

- Zona Noroccidental: Engloba terrenos situados por encima de la cota de 800 m, en el límite de la provincia con las de Granada y Albacete. Sus rasgos climáticos son:
 - Existencia de un periodo frío con temperaturas por debajo de 7°C, durante 5-7 meses.
 - La precipitación media anual se encuentra entre los 400 y 700 mm. Existiendo como promedio, un periodo seco de 4-6 meses.
 - Según el régimen de humedad, la zona se considera como Mediterráneo Húmedo.
- Zona Nororiental: Comprende los terrenos por encima de la cota de 600 m, en el límite con las provincias de Albacete y Alicante. Sus rasgos climáticos son similares a la Zona de Transición, aunque la termicidad estival es menor. Se diferencia de la Zona Noroccidental, por presentar mayor termicidad invernal y estival y menor pluviometría.
- Zona Transición: Incluye la franja de terreno entre las cotas de 400 y 800 m junto con los terrenos del curso alto del río Segura, con cota menor a 400 m. Sus rasgos climáticos son:
 - Periodo frío de 3-5 meses, con temperatura media entre 1 y 7°C; la media de las mínimas en el mes más frío está entre 1 y 5°C.
 - Periodo cálido de 2-3 meses con elevada termicidad; las temperaturas medias del mes más cálido están entre 25 y 27°C con medias de máximas entre 33 y 35°C en dicho mes.
 - Precipitación media anual entre 300 y 400 mm. Esto da lugar a un periodo seco de 6-8 meses, como promedio.
- Zona Central: Engloba en su mayor parte los terrenos por debajo de los 400 m (Cuencas del Guadalentín y del Segura) hasta el mar. Esta curva de nivel se corresponde en su mayor parte con la que separa el cultivo de los cítricos de la Región. Sus rasgos climáticos son:
 - La temperatura media del mes más frío está entre 8 y 11°C; la temperatura media de mínimas de dicho mes está entre 4 y 7°C. El riesgo de heladas, es por tanto bajo.
 - Las temperaturas medias del mes más cálido están entre 26 y 28°C, con medias de máximas entre 32 y 34°C.
 - La precipitación media anual es de 200-300 mm. El periodo seco tiene una duración de 7-11 meses, según las estaciones.

- Zona Costero-Meridional: Incluye la franja costera que delimita desde Águilas hasta Cabo Tiñoso. Las condiciones climáticas de esta zona son muy distintas a las del resto de las zonas de la provincia; hay una gran dispersión de los climas peninsulares en estas latitudes, siendo características propias de toda la zona levantina. Sus rasgos climáticos son:

- No hay periodo frío; las temperaturas medias del mes más frío están por encima de 13°C; la media de las mínimas de ese mes es de 9°C.
- La influencia marítima se refleja en los datos de temperaturas: la temperatura media del mes más cálido está entre 26-27°C; la temperatura media de máximas de dicho mes está entre 29 y 31°C.
- La precipitación media anual se sitúa entre 150 y 200 mm; por tanto, los periodos secos tienen una duración entre 11 y 12 meses.

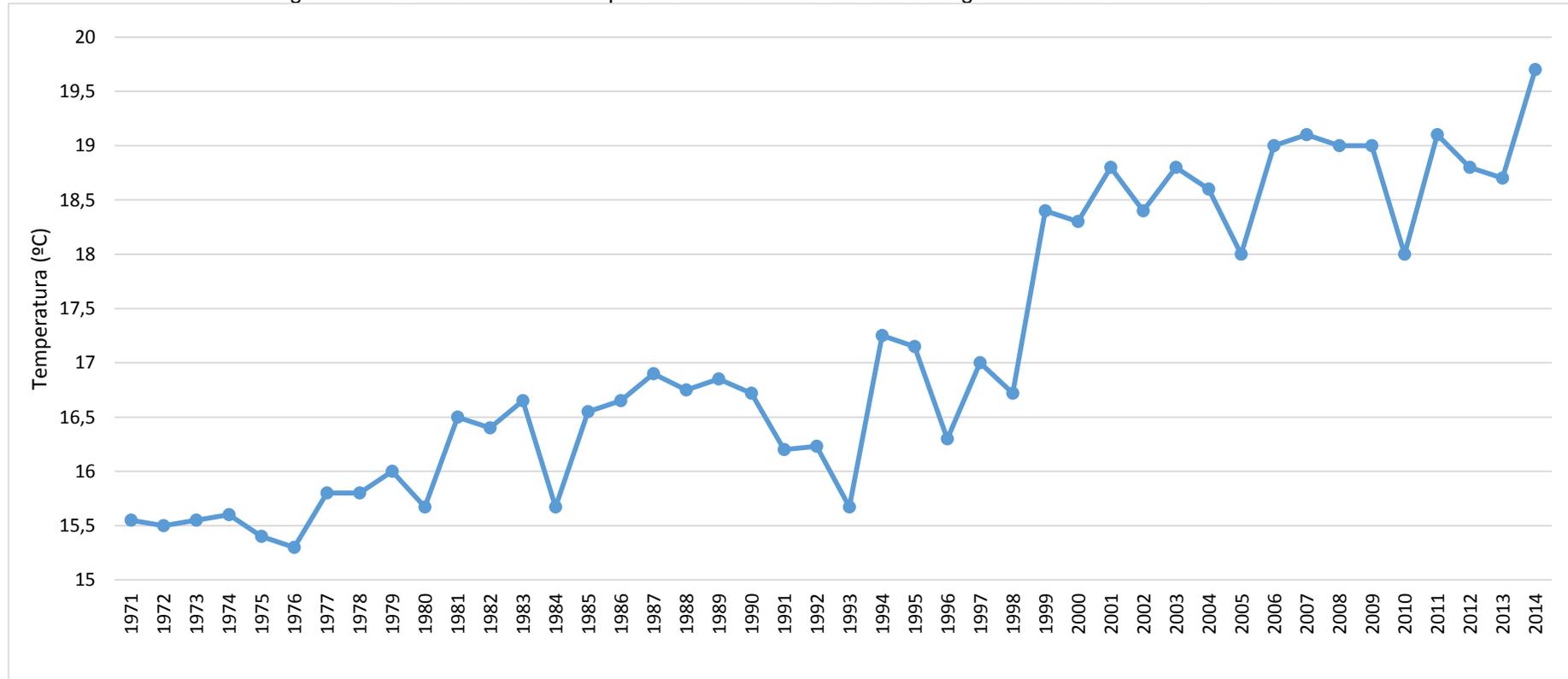
Si nos fijamos en la Figura 3.11, en la Región de Murcia el incremento de temperatura para el periodo que va desde el año 1971 hasta el último dato disponible del año 2014, es del 26,6%, que representa unos aumentos de temperatura de hasta 1,5°C anuales. Por otro lado, destacan las precipitaciones. En la Figura 3.12, vemos la evolución de las precipitaciones. La precipitación oscila entre 200 y 400 mm en la mayor parte de años, salvo determinados años en donde hubo inundaciones. La Región se caracteriza por la irregularidad en las precipitaciones alternando años buenos con años malos de sequías, en la que se ha producido un descenso en todo el periodo del 123,68%, lo que refleja el estado de escasez de este recurso que sufre la Región.

Figura 3.10: Zonas homoclimáticas de la Región de Murcia



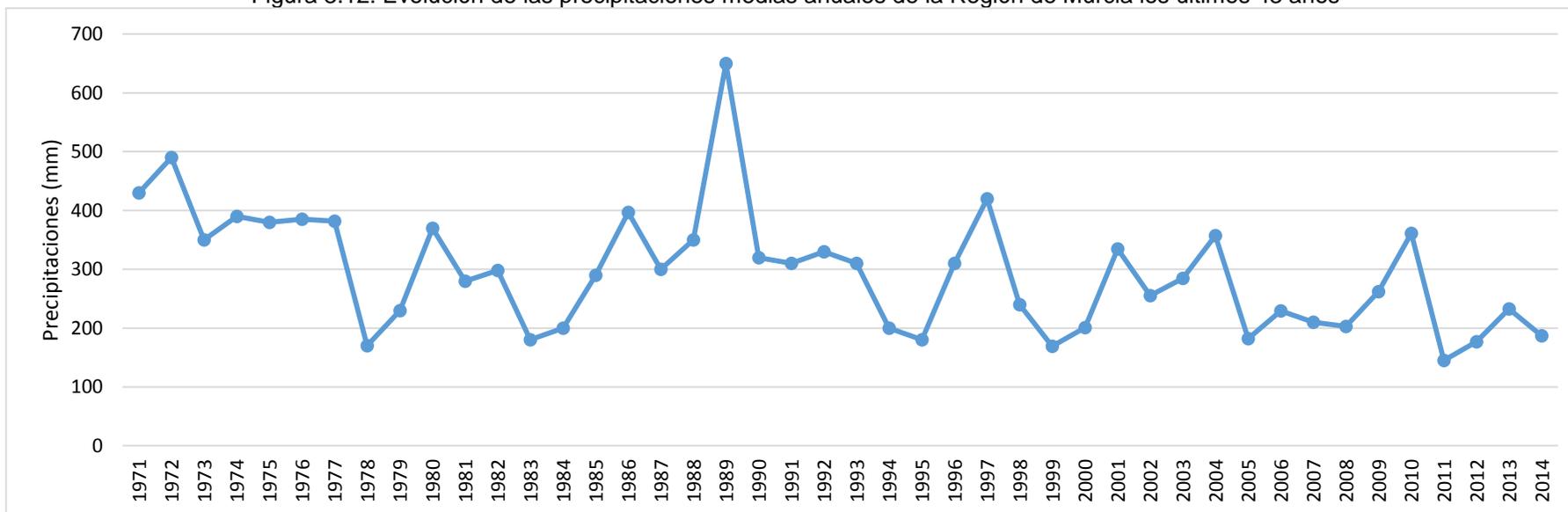
Fuente: ERMCC, (2008)

Figura 3.11: Evolución de las temperaturas medias anuales de la Región de Murcia los últimos 43 años



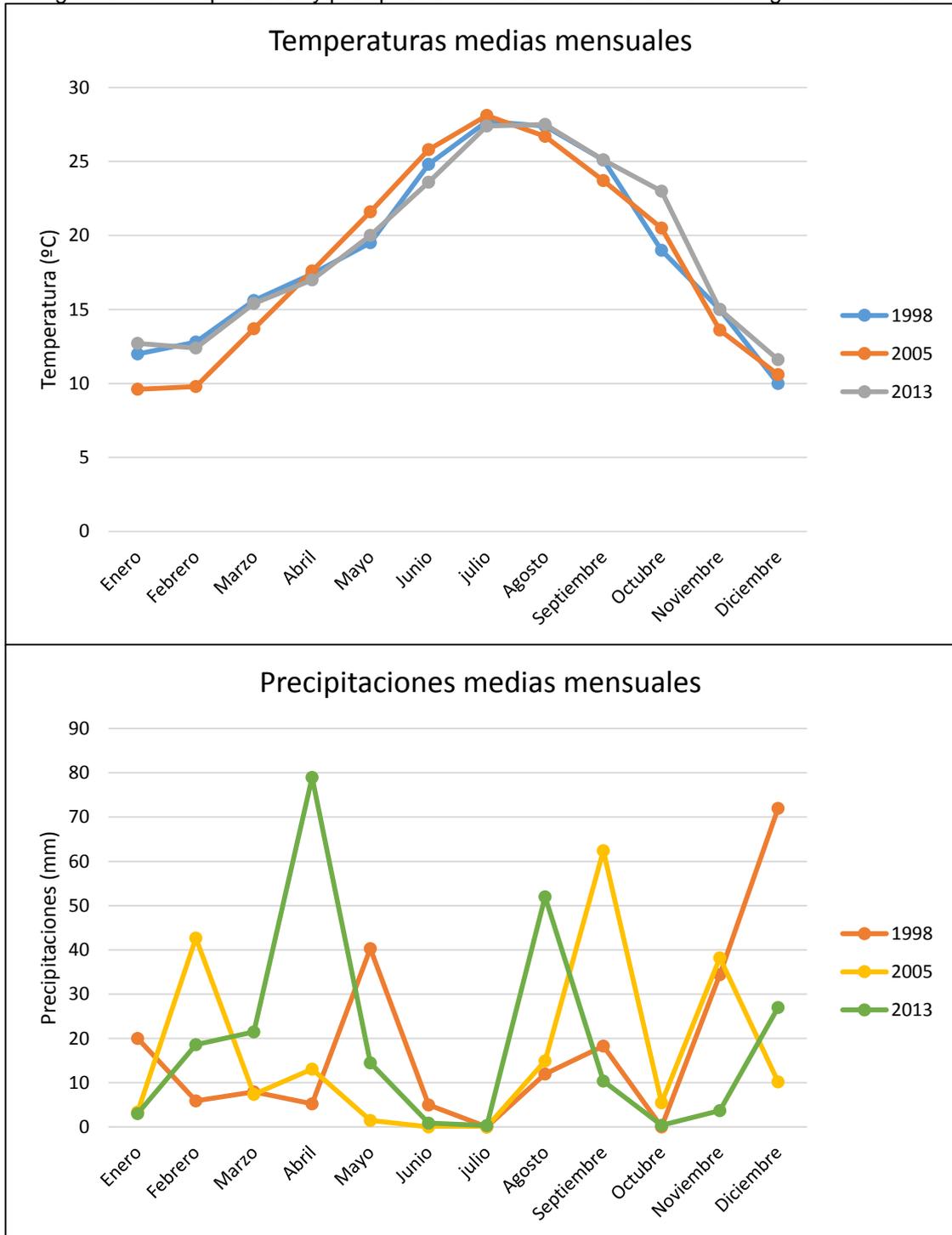
Fuente: Elaboración propia a partir de los datos publicados en ERMCC, (2008) y anuario de estadística del MAGRAMA, (2014)

Figura 3.12: Evolución de las precipitaciones medias anuales de la Región de Murcia los últimos 43 años



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos publicados en ERMCC, (2008) y anuario de estadística del MAGRAMA, (2014)

Figura 3.13: Temperaturas y precipitaciones medias mensuales en la Región de Murcia



Fuente: Elaboración propia a través de CREM, (2015)

Bibliografía

- AEMET, 2014. Agencia Estatal de Meteorología. Disponible en: <http://www.aemet.es/es/noticias/2014/10/hidrologico2013-2014>. Extraído el 19/12/2014.
- Anuario de estadística del MAGRAMA, 2014. Disponible en <http://www.magrama.gob.es/es/estadistica/temas/publicaciones/anuario-de-estadistica/>. Extraído el 17/11/2014.
- Bladé, I., Castro, Y., 2010. Tendencias atmosféricas en la Península Ibérica durante el periodo instrumental en el contexto de la variabilidad natural. *El Clima en España: pasado, presente y futuro*, 25-42.
- Bonsal, B.R., Zhang, X., Vincent, L.A., Hogg, W.D., 2001. Characteristics of daily and extreme temperatures over Canada. *Journal of Climate*, 14, 1959-1976.
- Bradley, R.S., Briffa, K.R., Cole, J.E., Hughes, M.K., Osborn, T.J., 2003. The climate of the last millennium. *Paleoclimate, Global Change and the Future*. Alverson, Springer Verlag, Berlín, Heidelberg, New York, 105-141.
- Brunet, M., Saladié, O., Jones, P.D., Sigró, J., Aguilar, E., Moberg, A., Lister, D., Walther, A., López, D., Almarza, C., 2006. The development of a new dataset of Spanish daily adjusted temperature series (SDATS) 1850-2003. *International Journal of Climatology*, 26, 13, 1777-1802. doi: 10.1002/joc.1338.
- Brunet, M., Jones, P.D., Sigró, J., Saladié, O., Aguilar, E., Moberg, A., Della-Marta, P., Lister, D., Walther, A., López, D., 2007. Temporal and spatial temperature variability and change over Spain during 1850-2005. *Journal of Geophysical Research*, 112, D12117, doi: 10.1029/2006JD008249.
- CREM, 2015. Centro Regional de Estadística de Murcia. Disponible en: <http://www.carm.es/econet/sicrem/PU7/sec31.html#> y <http://www.carm.es/econet/sicrem/PU7/sec33.html>. Extraído el 4/02/2015.
- Crowley, T.J., Lowery, T.S., 2000. How warm was the Medieval Warm Period. *Ambio*, 29, 51-54.
- Douguedroit, A., Norrant, C., 2003. Annual and seasonal trends of the precipitation in the Mediterranean during the twentieth century, in H.J., Bolle (Ed.). *Mediterranean climate variability and trends*. Springer Publishing Company, 159-163.
- ERMCC, 2008. Estrategia de la Región de Murcia frente al Cambio Climático. Disponible en: <http://www.ecorresponsabilidad.es/pdfs/orcc/ermcc.pdf>. Extraído el 23/12/2014.
- Giorgi, F., 2002. Variability and trends of sub-continental scale surface climate in the twentieth century. Part I: Observations. *Climate Dynamics*, 18, 675-691.
- Groisman, P.Y., *et al.*, 1999. Changes in the probability of heavy precipitation: Important indicators of climate change. *Climate Change*, 42, 243-283.

- Heino, R., Brazdil, R., Forland, E., Tuomenvirta, H., Alexandersson, H., Beniston, M., Pfister, C., Rebetez, M., Rosenhagen, G., Rosner, S., Wibig, J., 1999. Progress in the study of climate extremes in northern and central Europe. *Climate Change*, 42, 151-181.
- Held, I.M., Soden, B.J., 2006. Robust responses of the hydrological cycle to global warming. *J. Climate*, 19, 5686-5699.
- IPCC, 2007. Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 996 pp.
- Jones, P.D., Mann, M.E., 2004. Climate Over Past Millennia, *Reviews of Geophysics*, 42.
- Keigwin, L.D., Boyle, E.A., 2000. Detecting Holocene changes in thermohaline circulation. *PNAS*, vol. 97, 4, 1343-1346.
- Lund, D.C., Lynch-Stieglitz, J., Curry, W.B., 2006. Gulf Stream density structure and transport during the past millennium. *Nature*, 444, doi: 10.1038/nature05277.
- Luterbacher, J., Dietrich, D., Xoplaki, E., Grosjean, M., Wanner, H., 2004. European seasonal and annual temperature variability, trends and extremes since 1500, *Science*, 303, 1499-1503.
- Meehl, G.A., Stocker, T.F., Collins, W.D., Friedlingstein, P., Gaye, A.T., Gregory, J.M., Kitoh, A., Knutti, R., Murphy, J.M., Noda, A., Raper, S.C.B., Watterson, I.G., Weaver, A.J., Zhao, Z.C., 2007. Global Climate Projections. *Climate Change 2007. The Physical Science Basis, Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press.
- Moreno, J.M., Aguiló, E., Alonso, S., *et al.*, 2005. Evaluación Preliminar de los Impactos en España por Efecto del Cambio Climático. Capítulo 1: El clima de España: pasado, presente y escenarios de clima para el siglo XXI. MARM, Universidad Castilla La Mancha (UCLM).
- NRC, 2006. Surface Temperature Reconstructions for the Last 2.000 Years. Committee on Surface Temperature Reconstructions for the Last 2.000 Years. National Research Council. ISBN: 0-309-66144-7.
- New, M., Todd, M., Hulme, M., Jones, P., 2001. Precipitation measurements and trends in the twentieth century. *International Journal of Climatology*, 21, 1899-1922.
- Norrant, C., Douguedroit, A., 2003. Tendances récentes des précipitations et des pressions de surface dans le Bassin méditerranéen. *Annales de Géographie*, 631, 298-305.
- Norrant, C., Douguedroit, A., 2006. Monthly and daily precipitation trends in the Mediterranean (1950-2000). *Theoretical and Applied Climatology*, 83, 89-106.

- Oldenborgh Van, G.J., Drijfhout, S.S., Van Ulden, A., Haarsma, R., Sterl, A., Severijns, C., Hazeleger, W., Dijkstra, H., 2009. Western Europe is warming much faster than expected *Climate of the Past*, 5, 1, 1-12.
- Osborn, T., Briffa, K., 2006. The Spatial Extent of 20th-Century Warmth in the Context of the Past 1200 Years. *Science*, 311, 831-834.
- Trenberth, K.E., Dai, A., Rasmussen, R., Parsons, D., 2003. The changing character of precipitation. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 84, 1205-1217.
- Trenberth, K.E., Jones, P.D., Ambenje, P., Bojariu, R., Easterling, D., Klein, A., Parker, D., Rahimzadeh, F., Renwick, J.A., Rusticucci, M., Soden, B., Zhai, P., 2007. Observations: Surface and Atmospheric Climate Change. *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press.
- Trouet, V., Esper, J., Graham, N.E., Baker, A., Scourse, J.D., Frank, D.C., 2009. Persistent positive North Atlantic Oscillation mode dominated the Medieval Climate Anomaly. *Science*, 324, 78-80.
- Vose, R.S., Easterling, D.R., Gleason, B., 2005. Maximum and minimum temperature trends for the globe: An update through 2004. *Geophysical Research Letters*, 32, L23822, doi: 10.1029/2004GL024379.

4 Efectos del Cambio Climático

4.1 Efectos del cambio climático a nivel global

Como es fácil de entender, el cambio climático no afecta por igual a todas las partes del mundo; pero, a pesar de la diferente incidencia, en el periodo 1985-2000 se produjeron, de acuerdo con Mills *et al.*, (2001), más de 560.000 muertes y más de 1 billón de dólares en pérdidas económicas en los más de 8.800 desastres naturales ocurridos; tres cuartas partes de los daños tuvieron relación con el clima.

Podemos destacar, según Zobia, (2005), los siguientes efectos en los distintos continentes:

4.1.1 África

Una de las zonas más vulnerables al cambio climático; son destacables los problemas derivados de la situación de los acuíferos y la falta general de precipitaciones, los problemas alimenticios asociados a la posible caída de las producciones agrícola y ganadera por aumento de las temperaturas y la desertización provocada por las acciones humana y natural, la pérdida de recursos naturales derivada de la desertización, el incremento de las enfermedades infecciosas por la proliferación de vectores animales y la contaminación de los acuíferos, o la vulnerabilidad de las zonas costeras y sus infraestructuras al incremento del nivel medio del mar.

Los escenarios de cambio climático empleados por el IPCC, (2000) plantean incrementos en la temperatura media que van desde los 0,2 °C/década en el escenario de bajas emisiones a los 0,5 °C/década en el de altas emisiones.

Asimismo, se prevén modificaciones sustanciales en los ciclos de precipitaciones tanto en las zonas ecuatoriales como las subsaharianas. El incremento de las precipitaciones en el periodo diciembre-febrero junto con la disminución de las mismas en el de junio-agosto puede tener consecuencias importantes en los cultivos.

4.1.2 Oceanía

Estas zonas de la tierra se ven altamente influenciadas por los océanos que la rodean; así pues, y de acuerdo con el IPCC, (2001c, Grupo de Trabajo I), fenómenos del tipo de El Niño/Oscilación Meridional (ENSO), que verían incrementada su presencia, afectarían de forma especial a esta zona del hemisferio Sur. De hecho, Nueva Zelanda y Australia han sufrido graves inundaciones a causa de ENSO. Ese mismo trabajo señala que, con una confianza media, se producirá una reducción en los tiempos de retorno o de repetición de las lluvias torrenciales, inundaciones y tormentas, así como una modificación en el comportamiento habitual de las tormentas tropicales y de los ciclones, que podrían tender a agravarse.

Asimismo, los escenarios de incremento de presencia de los gases de efecto invernadero suponen para la región un aumento de las temperaturas, que en determinadas zonas interiores de Australia puede ser muy importante. A esto habría que sumar el efecto de la disminución de las precipitaciones en esas mismas zonas del interior, con la consiguiente desertización.

Según Coleman, (2002) el 80% de la población vive en 50 Km de costa; Abbs, (2002) señala que el 25% del incremento de población en Australia en el periodo 1991-1996 se ha producido en sólo 3 Km de costa. Esto nos indica la gran concentración y exposición al riesgo de la población del país.

4.1.3 Asia

Cabe distinguir en este continente dos zonas: la situada tierras adentro, en la región euroasiática, y que comparte con aquella características como la tendencia a la desertización de zonas altamente vulnerables a la erosión de la lluvia y el viento, la aparición cada vez con mayor frecuencia de fenómenos térmicos extremos, el aumento de las precipitaciones invernales y la disminución de las mismas en primavera-verano.

Por otro lado, el extremo oriental y sur-oriental de Asia, conformado fundamentalmente por los archipiélagos japonés y malayo que, al igual que Oceanía, se encuentran enormemente afectados por las condiciones meteorológicas en los océanos que les rodean.

El impacto de los tifones en Japón es actualmente la segunda causa de siniestralidad natural en el mundo después de los huracanes en los Estados Unidos, de acuerdo con ABI, (2005), y asciende a entre 15.000 y 20.000 millones de dólares anuales en daños.

El citado informe ABI, (2005) señala que no es descartable un incremento de los daños asegurados en un entorno del 70%, de acuerdo con los modelos de análisis empleados en el informe; esto supondría duplicar los daños producidos en la temporada 2004 de tifones, la más costosa de los 100 últimos años.

4.1.4 América

Si ya en términos geográficos es complicado hablar de una única zona, en términos climatológicos es prácticamente imposible. Ciñéndonos pues en primer lugar al subcontinente suramericano, podemos señalar en los cambios del uso del suelo una de las principales causas de cambio en el ecosistema, con las consiguientes alteraciones climatológicas.

Zobaa, (2005) señala la dificultad de medir correctamente la mutua influencia de estas modificaciones en el ecosistema y en el clima, pero destaca como elementos a considerar y vigilar en un futuro próximo los acuíferos y en general los aportes de agua dulce, la deforestación provocada por el hombre de la selva del Amazonas (con efectos no sólo locales, sino a escala global), las modificaciones en el nivel medio del mar y la salud humana.

En lo que se refiere al subcontinente norteamericano, la habitual presencia de huracanes se hará más intensa; tal y como se ha podido comprobar en la temporada 2005, la cual ha sido la más violenta de la historia reciente con las sucesivas oleadas de Katrina, Rita y la tormenta tropical Delta, que llegó a azotar zonas distantes a miles de Kilómetros.

Un estudio debido a Emanuel, (2005) señala que tanto la velocidad como la duración de los huracanes se han incrementado en más de un 50% en los últimos 30 años; el autor identifica una alta correlación entre la velocidad del viento y la temperatura de la

superficie del mar, alimentando la teoría según la cual el calentamiento del mar serviría de combustible a los huracanes.

Sin embargo, existen contradicciones entre los científicos, así, mientras que el IPCC, (2001c) plantea un incremento del número de tormentas tropicales casi con total seguridad, al mismo tiempo da por supuesto la formación de más fenómenos del tipo de El Niño. Por otro lado, otras investigaciones señalan que la oscilación desde una fase de El Niño a una de La Niña puede ser una de las pautas habituales, incrementándose los extremos en ambas; de ocurrir una situación como ésta, la formación de huracanes en fases extremas de La Niña podría dar lugar a condiciones perfectas para la formación de huracanes devastadores; véase Timmerman *et al.*, (1999).

Tal y como señala Ross, (2000), el permafrost²⁰ ártico desaparecería prácticamente por completo por efecto de un incremento de 1°C en la temperatura media; este efecto puede ser muy importante, pues en el permafrost se han construido tanto viviendas como tuberías de conducción de gas y petróleo; las primeras, con unos cimientos que apenas se hunden en el subsuelo helado, y que ante el incremento de la temperatura están empezando a agrietarse debido a la falta de cimentación adecuada; las segundas, preparadas para trabajar en condiciones extremas, donde la dilatación de los materiales es secundaria al no existir apenas variación térmica, y que, en determinadas zonas, empiezan a plantear problemas de seguridad.

Asimismo, la fusión del hielo ártico ha pasado de unos 60 días a unos 70 días en sólo 20 años y la superficie helada del Océano Ártico está disminuyendo a un ritmo del 3% por década, por lo que en 2100 la capa helada será el 40% de lo que es hoy, según señala Ross, (2000).

Esto puede provocar el empleo comercial del Paso Norte como alternativa al paso internacional de mercancías por el Canal de Panamá en menos de 30 años, con el consiguiente efecto beneficioso sobre el consumo y costes de combustible; sin embargo, puede provocar problemas entre Canadá y su vecino del Sur, que nunca ha reconocido la soberanía del primero sobre tal paso, así como problemas medioambientales graves en la zona.

4.1.5 Europa

La gravedad de los impactos del cambio climático varía según las regiones. En Europa, las regiones más vulnerables son el Sur, la cuenca mediterránea, las regiones ultraperiféricas y el Ártico. Por otra parte, las zonas montañosas, en particular los Alpes, las islas, las zonas costeras y urbanas y las llanuras aluviales densamente pobladas afrontan problemas especiales. Fuera de Europa, los países en desarrollo (incluidos los pequeños estados insulares) van a seguir siendo especialmente vulnerables.

Los efectos del cambio climático en Europa ya son considerables y pueden medirse. Casi todas las regiones europeas se van a ver afectadas negativamente por el cambio climático, este cambio va a afectar profundamente a los ecosistemas, la salud humana, el desarrollo económico y las infraestructuras. Debido a la no linealidad de los impactos

²⁰ Zonas permanentemente heladas, sin ciclo de hielo-deshielo.

climáticos y a la sensibilidad de los ecosistemas europeos, los cambios de temperatura, por mínimos que sean, pueden tener consecuencias muy importantes.

Estos impactos negativos que se prevén en Europa incluyen un riesgo creciente de riadas en el interior y de inundaciones más frecuentes en zonas costeras y de un aumento en la erosión (debido a tormentas y aumentos del nivel del mar). La gran mayoría de los organismos y ecosistemas tendrán dificultades para adaptarse al cambio climático. En las zonas montañosas, se tendrá que hacer frente al retroceso de los glaciares, a la reducción de la cubierta de nieve y del turismo de invierno y a importantes pérdidas de especies.

Según Pachauri y Reisinger, (2007), en el Sur de Europa, se prevé que el cambio climático empeore las circunstancias (altas temperaturas y sequías) en una región ya vulnerable frente a la variabilidad climática y que disminuya la disponibilidad del agua, el potencial hidroenergético, el turismo veraniego y, en general, la productividad de los cultivos. También se anticipa un aumento de los riesgos para la salud debido a las olas de calor y un aumento de la frecuencia de los incendios forestales.

Muchos sectores económicos son fuertemente dependientes de las condiciones climáticas y van a sentir directamente las consecuencias del cambio climático en sus actividades y empresas, como son la agricultura, la silvicultura, la pesca, el turismo de playa y de esquí y la sanidad.

Las condiciones climáticas cambiantes van a afectar al sector de la energía, a las pautas de consumo energético, a las grandes infraestructuras de transporte con larga vida útil (autopistas, vías férreas, vías navegables, aeropuertos, puertos y estaciones de ferrocarril), a su funcionamiento y los medios de transporte asociados.

Todo ello demuestra que, aunque el cambio climático pueda tener algunos aspectos positivos (por ejemplo, en la producción agraria de algunas partes de Europa), sin embargo, los aspectos negativos son mucho mayores.

Las condiciones meteorológicas actuales tienen efectos claros en los sistemas naturales, sociales y económicos europeos de forma que se aprecia, con una alta confianza de acuerdo con IPCC, (2001c), una importante sensibilidad y vulnerabilidad al cambio climático en tales sistemas.

Las dos zonas más susceptibles de verse afectadas por el cambio climático, con mayores dificultades de adaptación, son la subártica y la Sur. En ellas, los procesos de desertización, la presencia de extremos térmicos más acentuados y la modificación del ciclo pluviométrico son elementos destacables. En el resto del continente, es altamente probable la repetición cada vez con mayor frecuencia de fenómenos de lluvias torrenciales y de tormentas, que suponen la tercera causa de siniestralidad natural en el mundo.

Uno de los informes acerca de los impactos del cambio climático en Europa lo ha publicado la Agencia Europea del Medioambiente (EEA, 2004). El citado informe plantea la descripción y análisis de un total de 22 indicadores agrupados en 8 categorías distintas. De acuerdo con las conclusiones del informe, no cabe duda que el cambio está dándose, que el calentamiento de los últimos 50 años se debe fundamentalmente a

razones de índole artificial, y que incluso si se redujesen las emisiones de gases de efecto invernadero, la inercia alcanzada produciría un calentamiento durante las próximas décadas o siglos.

4.2 Efectos del cambio climático a nivel nacional

España, por su situación geográfica y sus características socioeconómicas, es un país muy vulnerable al cambio climático, como así se viene poniendo de manifiesto en los más recientes análisis e investigaciones. (PNACC, 2006).

Según Abanades *et al.*, (2007) se pone de manifiesto que Europa se ha calentado en promedio aproximadamente 1°C en el último siglo, a un ritmo mayor que el promedio global, y España se ha calentado en promedio más que el promedio europeo (entre 1,2°C y 1,5°C).

Muchos análisis de impactos, vulnerabilidad y de evaluación de riesgos futuros del cambio climático se basan en modelos de impacto que requieren escenarios cuantitativos de datos climáticos a una resolución temporal y espacial adecuada. La generación de los escenarios climáticos regionalizados para el siglo XXI es un elemento clave del PNACC y una pieza imprescindible y fundamental sin la cual no se puede progresar. (PNACC, 2008).

Para España es prioritario e imprescindible disponer de estos escenarios climáticos regionales, ya que son el punto de partida para analizar los posibles impactos y evaluar estrategias de mitigación y de adaptación. (ERMCC, 2008).

Las proyecciones estimadas de la temperatura media a lo largo del siglo XXI, indican un incremento progresivo de la temperatura superficial a lo largo del siglo, en concreto el incremento térmico proyectado en invierno sería bastante similar en todas las regiones, mientras que en primavera el calentamiento tendería a ser algo mayor en la mitad Sur de la Península, y en otoño y verano sería más alto en las regiones del interior que en las áreas costeras. (ERMCC, 2008).

Con respecto a las precipitaciones, en todas las regiones se proyecta una tendencia progresiva a la disminución, que será más acusada a partir de mitad de siglo. En el periodo 2011-2040 se proyectan disminuciones del total anual de precipitación con valores en torno al 5% en la mitad Norte y Levante, y cercanos al 10% en el Suroeste Peninsular. (ERMCC, 2008).

Es incuestionable que los recientes cambios del clima han influido ya en muchos sistemas físicos y biológicos, y que los riesgos proyectados del cambio climático irán en aumento y serán altos. Como ya se ha visto, España es especialmente vulnerable al cambio climático y sus impactos pueden tener consecuencias especialmente graves entre otras, en lo referente a la disminución de los recursos hídricos y la regresión de la costa, a las pérdidas de la diversidad biológica y alteraciones en los ecosistemas naturales, a los aumentos en los procesos de erosión del suelo y pérdidas de vidas y bienes derivadas de la intensificación de los sucesos adversos asociados a fenómenos climáticos extremos, tales como incendios forestales, olas de calor y eventuales inundaciones. (ERMCC, 2008).

Por todo ello, las necesidades de adaptación, a corto y largo plazo, al cambio climático deben ser integradas en las políticas sectoriales. Una adaptación planificada y complementaria a las acciones de mitigación es importante, pues puede disminuir significativamente la vulnerabilidad a los impactos, así como la reducción de los costes derivados. (ERMCC, 2008).

En relación con España, uno de los análisis más detallados de la evolución climática de nuestro país puede observarse en De Castro *et al.*, (2005). Los autores señalan que, en cuanto a la temperatura, existe un crecimiento sostenido tanto en las máximas como en las mínimas de 0,6°C de media por década desde los años 70 en todas las regiones, excepto Galicia, con importantes variaciones regionales y que el calentamiento se detecta principalmente en invierno.

Las precipitaciones, no presentan un patrón de comportamiento claramente definido en el corto plazo tal y como se analiza en el Capítulo “Condicionantes del Cambio Climático”; y en periodos más largos, de más de 100 años, tampoco, salvo en ciertos registros meridionales; parece existir una reducción significativa en la precipitación en algunas comarcas, así como una reducción en la precipitación invernal en la cornisa cantábrica. (López y De Paz, 2007).

Tendremos una mayor frecuencia en las anomalías térmicas respecto de la situación actual, una mayor frecuencia en los días con temperaturas extremas (especialmente en verano), así como una más pronunciada reducción en las precipitaciones en primavera que en el resto de estaciones. (López y De Paz, 2007).

Ayala, (2004) plantea que el cambio climático en España ya se puede apreciar. Así, en relación con el incremento de las temperaturas, señala que en el periodo 1971-2000 las medias lo habrían hecho en alrededor de 1,5°C, lo que supondría un aumento, hoy por hoy, de un 27% superior al máximo incremento previsto para 2030, de acuerdo con los modelos de circulación referidos en Parry *et al.*, (2000).

Esto supone un agravamiento de las expectativas de subida para la mitad de siglo, pues se corregirían a valores de incremento mínimo de entre 2,5 y 3,5°C, esto es, entre uno y dos grados más de las previsiones obtenidas. (López y De Paz, 2007).

En 36 de los 38 observatorios analizados por Parry *et al.*, (2000), la temperatura en el periodo señalado se había incrementado de forma estadísticamente significativa. En cuanto a la precipitación, el autor no aprecia modificaciones sustanciales en términos anuales, mientras que en la precipitación estacional de invierno, principal fuente de recurso hídrico del país, se detecta una tendencia decreciente estadísticamente significativa.

Otros efectos detectados serían un descenso de la humedad relativa del aire, del número anual de días de nieve, un aumento del número total de días en el año con temperaturas superiores a los 20°C, un incremento de las temperaturas mínimas y máximas y un incremento del nivel medio del mar. (López y De Paz, 2007).

Uno de los principales problemas a los que se enfrenta España desde siempre es el de la sequía. Según Rodríguez, (2003) la precipitación media anual en España sería de 684 mm, de la que aproximadamente las dos terceras partes se perderían por

evapotranspiración. Los recursos naturales del país sólo permitirían cubrir alrededor del 9% de las necesidades.

Es interesante observar la reciente evolución de los periodos secos y húmedos. De acuerdo con el autor citado, el 5 de diciembre de 1995 se daba oficialmente por concluido el cuatrienio de sequía, el más duro de los ocurridos en España en los últimos años. Los embalses se encontraban al 28,7%, pero sólo al 15,4% los de uso consuntivo; la energía hidráulica se encontraba al 26,5% de su capacidad.

En sólo dos meses, con unas precipitaciones en diciembre de 1995 y enero de 1996 que representaron el 178% y el 205% de la serie histórica de precipitaciones, los embalses recuperaron sus niveles, hasta alcanzar un volumen embalsado que representaba más del 60% de su capacidad, y más del 50% los de uso consuntivo; el volumen de agua embalsada representó el máximo absoluto de un mes de enero de los 20 años anteriores. (López y De Paz, 2007).

La pluviosidad de los años hidrológicos 1995/96, 1996/97 y 1997/98 fue muy superior a la media, de forma que se alcanzó un récord histórico de agua embalsada el 9 de junio de 1998, con un volumen de 42346 hm³, equivalentes al 82% de la capacidad total, el 80% de la capacidad para uso consuntivo, y el 87% de la capacidad de uso hidroeléctrico. (López y De Paz, 2007).

Así, podemos ver cómo efectivamente pasamos, en un periodo de menos de tres años, de una de las peores sequías de la reciente historia de España a la mejor situación que nuestros embalses hayan visto jamás. Tal y como señala Rodríguez, (2003), la principal característica del régimen hidrológico español es el de su irregularidad, tanto espacial como temporal.

En Almarza, (2003) se encuentra una interesante descripción del fenómeno climático extremo en España. Tras señalar que el carácter catastrófico de un fenómeno meteorológico depende también de las consecuencias del suceso en sí (que se pueden ver agravadas por las características geomorfológicas de la zona, por la distribución de la población, por la ocupación de los cauces, de las llanuras de inundación y de los conos de deyección de los torrentes), plantea que uno de los principales problemas para identificar y estudiar los fenómenos climatológicos en España, de índole extrema o no, es el de la necesidad de acudir a registros no oficiales, dado que éstos tienen una muy corta vida.

España, por su situación geográfica y características socioeconómicas, es vulnerable al cambio climático. Los efectos que proporcionan el cambio climático pueden ser efectos positivos y efectos negativos, predominando los negativos sobre los positivos de manera general. El ser humano es uno de los causantes de los impactos que genera el cambio climático, pero no el único (Figura 4.1). (Moreno *et al.*, 2005).

Figura 4.1: Marco esquemático de los originantes e impactos antropógenos del cambio climático y de las respuestas a ese cambio



Fuente: Pachauri y Reisinger, (2007)

4.3 Efectos del cambio climático en los diferentes sectores

A continuación, analizaremos algunos de los sectores donde el cambio climático juega un papel importante a distintas escalas tanto a nivel nacional como a nivel regional, es decir, en la Región de Murcia.

4.3.1 Efectos en los ecosistemas terrestres

“La Tierra tarda un año y medio en regenerar los recursos que la población mundial consume en doce meses y en absorber el CO₂ que se produce ese mismo año”. (WWF, 2012).

Asimismo, Hoffmann *et al.*, (2010) refleja que estudios recientes muestran como el 20% de los vertebrados mundiales se encuentran amenazados, junto con un 20% de mamíferos, 12% de aves y 32% de anfibios.

Según el “Informe de Evaluación de los Recursos Forestales Mundiales. Principales Resultados”, realizado en el año 2010 por la FAO, cerca de 13 millones de hectáreas de bosque fueron convertidas en tierras destinadas a otros usos o se han perdido debido a causas naturales todos los años durante el último decenio. Como consecuencia de esta reducción del área mundial de bosque, las existencias de carbono en la biomasa forestal se redujeron en una cantidad estimada en 0,5 gigatoneladas (Gt) de carbón por año durante el periodo 2005-2010.

Esta pérdida de biodiversidad lleva implícita, según los autores Hooper *et al.*, (2005) una merma en la estabilidad de los ecosistemas, pues las especies tienen un papel fundamental en su funcionamiento, lo que conlleva una disminución en los servicios que la naturaleza suministra al ser humano. (McNeely, 2005, Díaz *et al.*, 2007).

Como se puede apreciar en la Figura 4.2, el ser humano ejerce de manera directa una serie de presiones sobre los ecosistemas y la biodiversidad del planeta, como son la alteración y fragmentación de hábitats, sobreexplotación de los recursos, etc., recibiendo, sin embargo, innumerables beneficios, que podrían agruparse en servicios de suministros, de regulación, de apoyo y culturales.

Figura 4.2: Interconexiones entre personas, biodiversidad, salud de los ecosistemas y suministro de servicios ecosistémicos



Fuente: WWF, (2012)

“El bienestar de todos los pueblos del mundo está intrínsecamente relacionado con los servicios de los ecosistemas y depende directamente de ellos” (Comisión Europea, 2008). Sabedora de esto, la Comisión Europea menciona, en la Estrategia Europa 2020²¹, la importancia de actuar con mecanismos que permitan evitar la pérdida neta de ecosistemas y servicios ecosistémicos, empleando para ello sistemas de compensación de daños, entre otros.

Está ampliamente demostrado que el régimen de generación de recursos y servicios que necesitan los ecosistemas para satisfacer la demanda de la sociedad actual es superior a la capacidad de renovación de los mismos. De este modo, para que sea posible la sostenibilidad del modelo económico actual, no es suficiente con minimizar el

²¹ Europa 2020. Una estrategia para un crecimiento inteligente, sostenible e integrador. Disponible en: http://ec.europa.eu/commission_2010-2014/president/news/documents/pdf/20100303_1_es.pdf. Extraído el 5/12/2014.

impacto de las organizaciones, ni siquiera repararlo, es preciso que sea compensado (Álvarez y González, 2012).

Sin embargo, esta compensación ha de ser eficiente tanto económica como ecológicamente, tratando de alcanzar niveles similares o superiores a los dañados. Así, ambos autores opinan que es necesaria la existencia de un sistema económico efectivo que permita alcanzar dicho objetivo.

El sistema económico ha valorado tradicionalmente sólo algunos de los bienes que nos proporcionan los ecosistemas como la madera, la alimentación, los combustibles, etc., olvidando los servicios ambientales, tales como áreas de reserva de vida, ecoturismo, etc. (Rábade *et al.*, 2008).

Ante esta situación en la que el mercado no es capaz de reflejar los costes de uso de los servicios ambientales, los agentes mercantiles han esquilado el capital natural, no haciendo frente a los efectos negativos de pérdida de biodiversidad que se derivan de sus acciones, debiendo asumir la sociedad los costes que se generan. (Rábade *et al.*, 2008).

El hecho de no considerar en los modelos económicos tradicionales las externalidades derivadas de los beneficios y costes ambientales, convierten al sistema en insostenible. (Álvarez y González, 2012).

Según Moreno *et al.*, (2005), el cambio climático afectará a la estructura y funcionamiento de los ecosistemas terrestres, alterará la fenología y las interacciones entre especies, favorecerá la expansión de especies invasoras y plagas y aumentará el impacto de las perturbaciones tanto naturales como de origen humano. Las zonas y sistemas más vulnerables al cambio climático son las islas y los ecosistemas aislados, como son las islas edáficas y los sistemas de alta montaña, y los ecotonos o zonas de transición entre sistemas.

Según Pachauri y Reisinger, (2007), la resiliencia²² de numerosos ecosistemas, se verá probablemente superada en el presente siglo por una combinación sin precedentes de cambio climático, perturbaciones asociadas (por ejemplo, inundaciones, sequías, incendios incontrolados, insectos, acidificación del océano), y otros elementos que son generadores del cambio mundial (por ejemplo, cambio de uso de la tierra, polución, fragmentación de los sistemas naturales, sobreexplotación de recursos).

Durante el presente siglo, la incorporación de carbono neto de los ecosistemas terrestres alcanzará probablemente un máximo antes de mediados del siglo, para, seguidamente, debilitarse o incluso invertirse, amplificando de ese modo el cambio climático. (Pachauri y Reisinger, 2007).

Para la Región de Murcia, los ecosistemas terrestres se verán sensiblemente alterados en su composición, estructura, función y, con ello, en algunos de los servicios que prestan. El cambio climático alterará la fenología y las interacciones entre especies, favorecerá la expansión de especies invasoras y plagas, y aumentará el impacto de las perturbaciones, tanto naturales como de origen humano. (ERMCC, 2008).

²² La capacidad de los ecosistemas de absorber perturbaciones, sin alterar significativamente sus características.

4.3.2 Efectos en los ecosistemas acuáticos continentales

Con un gran nivel de certeza se puede asegurar que el cambio climático hará que parte de los Ecosistemas Acuáticos Continentales Españoles (EACE) pasen de ser permanentes a estacionales; algunos desaparecerán. La biodiversidad de muchos de ellos se reducirá y sus ciclos biogeoquímicos se verán alterados. La magnitud de estos cambios aún no puede precisarse. Los ecosistemas más afectados serán: ambientes endorreicos²³, lagos, lagunas, ríos y arroyos de alta montaña (1600-2500 metros), humedales costeros y ambientes dependientes de las aguas subterráneas. (Moreno *et al.*, 2005).

La importancia de los EACE radica, entre otros motivos, en su gran diversidad de ecotipos y en que son, en su mayoría, ambientes distintos de los europeos; templados y fríos, con multitud de lugares endorreicos y ecosistemas temporales, así como floras y faunas singulares y muy específicas. (Moreno *et al.*, 2005).

Los ecosistemas acuáticos de Doñana, el espacio más emblemático en la conservación de la naturaleza en España, se verá afectado por el cambio climático en su hidroperíodo, ciclos biogeoquímicos, tasas de colmatación de las marismas y composición de sus comunidades biológicas, disminuyendo su biodiversidad. Se considera que las posibilidades de adaptación de los ecosistemas acuáticos continentales españoles al cambio climático son limitadas. (Moreno *et al.*, 2005).

Para la Región de Murcia, la naturaleza de muchos de los ecosistemas acuáticos continentales se verá también modificada. Así, algunos de ellos pasarán de ser permanentes a estacionales y otros desaparecerán, y en todos los casos se reducirá su tamaño y se alterará su composición y funcionamiento y los humedales costeros se verán en peligro por el ascenso del nivel del mar. (ERMCC, 2008).

4.3.3 Efectos en los ecosistemas marinos y el sector pesquero

La Directiva 2008/56/CE del parlamento europeo y del consejo de 17 de junio de 2008²⁴ por la que se establece un marco de acción comunitaria para la política del medio marino (Directiva marco sobre la estrategia marina), establece que los Estados miembros deben adoptar las medidas necesarias para lograr o mantener un buen estado medioambiental del medio marino a más tardar en el año 2020. Para esto cada Estado miembro debe elaborar una estrategia marina para cada región o subregión marina (o subdivisión menor que cada estado pueda determinar). De acuerdo con esta Directiva, las regiones y subregiones en que se dividen las aguas marinas europeas son las siguientes:

²³ Son zonas que no evacuan cantidades significativas de agua ni por desagüe superficial ni por infiltración, es decir, que evapora en su superficie toda el agua que colecta de su cuenca hidrográfica.

²⁴ Disponible en: http://www.magrama.gob.es/es/costas/legislacion/directiva_2008-56-ce_tcm7-211327.pdf. Extraído el 12/01/2015.

a) Mar Báltico.

b) Océano Atlántico Nororiental. Subregiones:

- El Mar del Norte en sentido amplio, incluidos el Kattegat y el Canal de la Mancha.
- El Mar Céltico.
- El Golfo de Vizcaya y las costas ibéricas.
- En el Océano Atlántico, la región biogeográfica macaronésica, definida por las aguas que circundan las Azores, Madeira y las Islas Canarias.

c) Mar Mediterráneo. Subregiones:

- El Mediterráneo Occidental.
- El Mar Adriático.
- El Mar Jónico y el Mediterráneo Central.
- El Mar Egeo Oriental.

d) Mar Negro.

La Comisión ha aprobado la Decisión de la Comisión 2010/477/UE, sobre los criterios y las normas aplicables al buen estado ambiental de las aguas marinas. Dicha Decisión contiene los criterios e indicadores asociados que permiten evaluar el buen estado ambiental, en relación a los 11 descriptores recogidos en el Anexo I de la Directiva. La Directiva marco de estrategia marina se aplica a las aguas, el lecho marino y el subsuelo situados más allá de la línea de base que sirve para medir la anchura de las aguas territoriales y que se extienden hasta el límite exterior de la zona en que cada Estado miembro ejerce derechos jurisdiccionales. Además, se aplica a las aguas costeras, su lecho marino y su subsuelo en la medida en la que la Directiva 2000/60/CE no haya abordado los aspectos del estado medioambiental del medio marino. En España, la transposición de la Directiva marco sobre la estrategia marina se ha llevado a cabo a través de la Ley 41/2010, de 29 de diciembre, de protección del medio marino (BOE nº 317, 30 de diciembre de 2010)²⁵. La ley es fiel al texto europeo e incluye, además, otros aspectos de protección del medio marino previamente no desarrollados en la legislación española, como la Red de Áreas Marinas Protegidas de España y la regulación de los vertidos en el mar. Se establecen 5 demarcaciones marinas (noratlántica, suratlántica, Estrecho y Alborán, levantino-balear y canaria). (MAGRAMA, 2015 (g)).

El cambio climático va a ejercer una presión añadida sobre los sectores de la pesca y la acuicultura. Los efectos serán también graves en los ecosistemas marinos y costeros. (Comisión Europea, 2009).

El cambio climático va a ser cada vez más responsable de pérdidas de ecosistemas, incluidos los marinos, y de biodiversidad, lo que afectará a las especies y tendrá impactos considerables sobre los ecosistemas y los servicios que estos prestan y de los

²⁵ Disponible en: <https://www.boe.es/boe/dias/2010/12/30/pdfs/BOE-A-2010-20050.pdf>. Extraído el 12/01/2015.

que depende la sociedad. Los ecosistemas desempeñan un papel directo en la regulación del clima, y, por ejemplo, las turberas, los humedales y las profundidades oceánicas permiten el almacenamiento de grandes cantidades de carbono. (Comisión Europea, 2009).

Los ecosistemas de marismas y las dunas ofrecen protección contra las tormentas y los océanos pueden deteriorarse debido a la acidificación. Algunas prácticas de usos del suelo y algunas decisiones de planificación (por ejemplo, construir en llanuras aluviales), así como la explotación insostenible del mar (por ejemplo, la sobrepesca) han aumentado la vulnerabilidad al cambio climático de ecosistemas y de sistemas socioeconómicos y han reducido, en consecuencia, su capacidad de adaptación. (Comisión Europea, 2009).

Aunque la importancia de la pesca y la acuicultura suele ser infravalorada, las consecuencias del cambio climático para estos sectores y para las comunidades costeras y ribereñas en general son difíciles de desconocer. Al mismo tiempo, las actividades pesqueras y acuícolas contribuyen a las emisiones de gases de efecto invernadero, si bien de forma relativamente atenuada, y ofrecen algunas oportunidades para acciones de mitigación. (FAO, 2012).

El cambio climático repercutirá en el suministro de alimentos que provienen del sector de la pesca y la acuicultura. La calidad de los alimentos tendrá un papel muy importante ya que la presión a que serán sometidos los recursos alimenticios será mayor, y ello determinará que la disponibilidad y acceso a los recursos pesqueros se convierta en una cuestión de desarrollo cada vez más crítica. (FAO, 2012).

Los efectos del cambio climático diferirán para ecosistemas de afloramiento o de zonas estratificadas, así como de zonas costeras u oceánicas. Se prevé una reducción de la productividad de las aguas españolas, dadas sus características de mares subtropicales o templados cálidos. Los cambios afectarán a muchos grupos de organismos, desde fitoplancton y zooplancton a peces y algas. Habrá cambios en las redes tróficas marinas, afectando a las especies recursos, sobre todo en su fase larvaria y en el reclutamiento. (Moreno *et al.*, 2005).

La distribución de las especies cambiará, con aumento de especies de aguas templadas y subtropicales y disminución de especies boreales. Es posible un aumento de especies invasoras. Los cultivos marinos no subsidiados con alimento pueden verse afectados por la reducción de la productividad marina. Son esperables incrementos en la aparición de especies de fitoplancton tóxico o de parásitos de especies cultivadas, favorecidas por el incremento térmico de las aguas costeras. (Moreno *et al.*, 2005).

El cambio climático repercute directamente en el funcionamiento de los organismos. Los trastornos se advierten en las diversas etapas del ciclo biológico y se manifiestan en la fisiología, morfología y comportamiento de los individuos. Las repercusiones climáticas también afectan a las poblaciones, que evidencian perturbaciones en los procesos de transporte que influyen en los patrones de dispersión y reclutamiento. Los efectos a nivel de las comunidades se revelan a través de especies interactuantes (tales como los depredadores, los competidores, etc.), e incluyen cambios tanto en la abundancia como en la intensidad de las interacciones entre estas especies. La combinación de las repercusiones inmediatas da origen en las especies a respuestas ecológicas

emergentes, por ejemplo a alteraciones en la distribución, la biodiversidad y los procesos micro-evolutivos. (Harley *et al.*, 2006).

El Tercer Informe de Evaluación del IPCC (McLean y Tsyban, 2001) identificó los impactos del cambio climático en la acuicultura; dichos impactos fueron reiterados en el Cuarto Informe de Evaluación (Easterling *et al.*, 2007). Los impactos negativos incluyen:

- El estrés debido al aumento de las temperaturas y a la demanda de oxígeno.
- La incertidumbre en el suministro de agua dulce.
- Los acontecimientos climáticos extremos.
- El aumento del nivel de los mares.
- La mayor frecuencia de enfermedades y episodios de toxicidad.
- La incertidumbre en el suministro de harina de pescado producida por las pesquerías de captura.

La temperatura del Mar Mediterráneo está previsto que aumente entre 1,1 y 4,6°C, a lo que hay que sumar los 0,4°C que ya han subido en los últimos años. (ERMCC, 2008).

En el medio marino, el aumento de la temperatura del agua, así como los cambios en la mezcla de éstas debido, entre otros, a los cambios en la circulación costera, harán que disminuya su productividad, y que haya cambios en las redes tróficas así como variaciones en la distribución de las especies. (ERMCC, 2008).

Los cambios en los ecosistemas marinos y el sector pesquero afectarán a muchos grupos de organismos, desde fitoplancton y zooplancton a peces y algas. (ERMCC, 2008).

La distribución de las especies cambiará, con aumento de especies de aguas templadas y subtropicales y disminución de especies boreales, este hecho ya ha sido constatado por el Instituto de Ciencias del Mar: “el pasado año el calentamiento del Mediterráneo causó un desplazamiento hacia el Norte de especies marinas que hasta ahora habitaban en el Sur”. (ERMCC, 2008).

4.3.4 *Efectos en la biodiversidad vegetal*

Se proyectan cambios en la distribución de los pisos bioclimáticos²⁶, con riesgo de extinción de algunas especies y pérdida de biodiversidad. Cambios en la fenología y las interacciones entre especies, con un aumento de la expansión de especies invasoras y plagas. Las migraciones altitudinales/latitudinales de formaciones vegetales se intensificarán. (Picatoste, 2015).

En el año 2007, con motivo del Encuentro de Ministros de Medio Ambiente del G8+5 en la ciudad alemana de Potsdam, surgió la Iniciativa Potsdam para la Biodiversidad 2010²⁷, que puso de manifiesto a escala global el impacto económico de la pérdida de

²⁶ Según Rivas, (1987), se entiende por piso bioclimático cada uno de los espacios que se suceden altitudinalmente, con las consiguientes variaciones de temperatura.

²⁷ Ver: <http://www.elmundo.es/elmundo/2007/03/16/ciencia/1174057631.html>. Extraído el 12/01/2015.

biodiversidad y el deterioro de los ecosistemas, así como la interdependencia que hay entre la protección del clima y la protección de las especies. (Martínez, 2013).

La Federación Española de Municipios y Provincias en su Informe Sumideros de Carbono a Nivel Local, (2011)²⁸ afirma que “los tres mayores retos medioambientales a los que nuestra sociedad se enfrenta: el cambio climático, la lucha contra la deforestación y la pérdida de biodiversidad biológica, están íntimamente relacionados, por lo que algunas de las técnicas de solución a los mismos son comunes”. (Martínez, 2013).

A raíz de esta iniciativa, la Comisión Europea opta por desarrollar una Estrategia²⁹ para detener la pérdida de biodiversidad y servicios ecosistémicos en la Unión Europea para el año 2020. La Estrategia plantea como objetivo principal a alcanzar en el año 2020 detener la pérdida de la biodiversidad y la degradación de los servicios ecosistémicos en la Unión Europea y restaurarlos en la medida de lo posible, incrementando al mismo tiempo su contribución a la lucha contra la pérdida de biodiversidad mundial. A la vez plantea una visión hacia el año 2050, año en el que la biodiversidad de la Unión Europea y los servicios ecosistémicos que ofrece deben estar protegidos, valorados y restaurados. (Martínez, 2013).

Los impactos directos del cambio climático sobre la diversidad vegetal se producirán a través de dos efectos antagónicos: el calentamiento y la reducción de las disponibilidades hídricas. La “mediterraneización”³⁰ del Norte Peninsular y la “aridización”³¹ del Sur son las tendencias más significativas. Los impactos indirectos más importantes son los derivados de cambios edáficos, cambios en el régimen de incendios y ascenso del nivel del mar. Las interacciones con otros componentes del cambio global y la modificación de las interacciones entre especies constituyen otra fuente potencial de impactos sobre los que empiezan a acumularse evidencias. La vegetación de alta montaña, los bosques y arbustos caducifolios sensibles a la sequía estival, los bosques esclerófilos³² del Sur y Suroeste Peninsular y la vegetación litoral se cuentan entre los tipos más vulnerables. La simplificación estructural de la vegetación y el predominio de las extinciones locales sobre las recolonizaciones son tendencias recurrentes de los distintos impactos. Las pérdidas de diversidad florística tienen una relevancia especial en el caso español, puesto que nuestro país alberga una proporción muy elevada de la diversidad vegetal europea. (Moreno *et al.*, 2005).

²⁸ Disponible en: <http://www.redciudadesclima.es/uploads/documentacion/c2dd700737802664a97469104e56f17d.pdf>. Extraído el 12/01/2015.

²⁹ Disponible en: http://www.magrama.gob.es/es/biodiversidad/temas/conservacion-de-la-biodiversidad/conservacion-de-la-biodiversidad-en-la-union-europea/cb_ue_estrategia_bio_UE_2020.aspx. Extraído el 12/01/2014.

³⁰ Zonas que tienen tendencia a adquirir características que le son propias a los lugares situados en el mediterráneo.

³¹ Desertización o aridización: Proceso por el que un territorio que no posee las condiciones climáticas de los desiertos, principalmente una zona árida, semiárida o subhúmeda seca, termina adquiriendo las características de éstos.

³² Se caracteriza por especies con el tipo de hoja perenne, dura, que les permiten resistir las sequías veraniegas del clima mediterráneo.

4.3.5 *Efectos en la biodiversidad animal*

La Directiva 92/43/CE relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestre (o Directiva Hábitats) crea en 1992 la Red Natura 2000: (MAGRAMA, 2015 (a)).

“Se crea una red ecológica europea coherente de zonas especiales de conservación, denominada Natura 2000. Dicha red, compuesta por los lugares que alberguen tipos de hábitats naturales que figuran en el Anexo I y de hábitats de especies que figuran en el Anexo II, deberá garantizar el mantenimiento o, en su caso, el restablecimiento, en un estado de conservación favorable, de los tipos de hábitats naturales y de los hábitats de las especies de que se trate en su área de distribución natural” (artículo 3.1, Directiva Hábitats). (MAGRAMA, 2015 (a)).

Natura 2000 está vinculada asimismo a la Directiva 2009/147/CE relativa a la conservación de las aves silvestres, o Directiva Aves, al incluir también los lugares para la protección de las aves y sus hábitats declarados en aplicación de esta Directiva. (MAGRAMA, 2015 (a)).

El objetivo de la Red Natura 2000 es por tanto garantizar la conservación, en un estado favorable, de determinados tipos de hábitat y especies en sus áreas de distribución natural, por medio de zonas especiales para su protección y conservación. (MAGRAMA, 2015 (a)).

La Red está formada por las Zonas Especiales de Conservación (ZEC) -y por los Lugares de Importancia Comunitaria (LIC) hasta su transformación en ZEC-, establecidas de acuerdo con la Directiva Hábitats, y por las Zonas de Especial Protección para las Aves (ZEPA), designadas en aplicación de la Directiva Aves. (MAGRAMA, 2015 (a)).

Según el MAGRAMA, 2015 (d), en la Región de Murcia (Figura 4.3) tenemos a fecha de actualización de datos del 2013, 206.673,05 hectáreas de ZEPA que supone un 18,3% del total de la superficie de la Región (1.131.314,90 hectáreas).

De esas 206.673,05 hectáreas, 192.940,15 hectáreas son de superficie terrestre y 13.732,90 hectáreas son de superficie marina, es decir, un 93% y un 7% respectivamente. (MAGRAMA, 2015 (d)).

Figura 4.3: ZEPA Región de Murcia

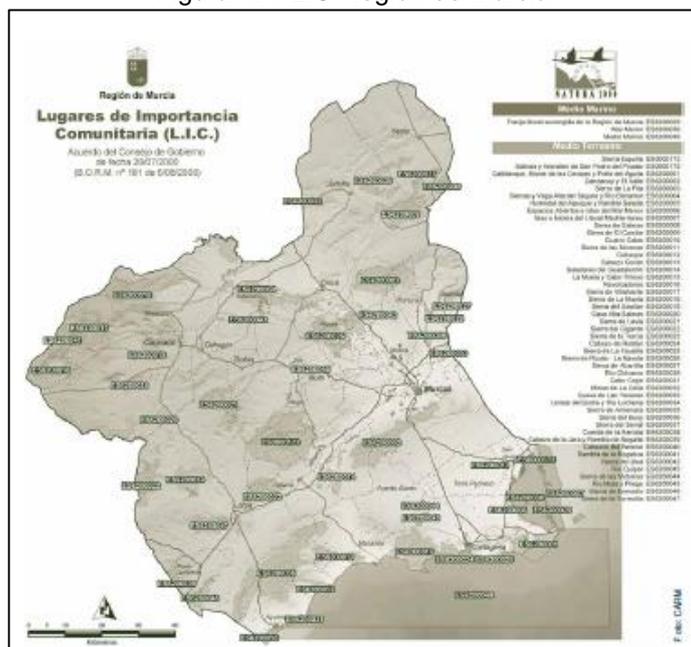


Fuente: Brugarolas, C., (2015)

Según el MAGRAMA, 2015 (e), en la Región de Murcia (Figura 4.4) tenemos a fecha de actualización de datos del 2013, 194.059,69 hectáreas de LIC que supone un 17% del total de la superficie de la Región (1.131.314,90 hectáreas).

De esas 194.059,69 hectáreas, 167.475,99 hectáreas son de superficie terrestre y 26.583,69 hectáreas son de superficie marina, es decir, un 86% y un 14% respectivamente. (MAGRAMA, 2015 (e)).

Figura 4.4: LIC Región de Murcia



Fuente: Brugarolas, C., (2015)

Las Directivas Hábitats y Aves han sido transpuestas a nuestro ordenamiento jurídico interno por medio de la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad, que constituye el marco básico de Natura 2000 en España. (MAGRAMA, 2015 (a)).

La diversidad biológica o biodiversidad es "la variabilidad de organismos vivos de todas las clases, incluida la diversidad dentro de las especies, entre las especies y de los ecosistemas" (Convenio de Diversidad Biológica). (MAGRAMA, 2015 (b)).

Además de su valor intrínseco, la biodiversidad es fundamental para la existencia del ser humano en la Tierra y usada de un modo sostenible es una fuente ilimitada de recursos y servicios muy variados. La biodiversidad está estrechamente ligada a la salud y el bienestar de las personas y constituye una de las bases del desarrollo social y económico. La conservación de la biodiversidad y el mantenimiento y la restauración de los ecosistemas son igualmente relevantes en la lucha contra el cambio climático, uno de los principales retos ambientales que afronta la humanidad. (MAGRAMA, 2015 (b)).

La conservación y el uso sostenible de la biodiversidad son elementos clave para avanzar hacia un modelo de economía verde y un desarrollo sostenible, que minimice el impacto de las actividades humanas y reconozca el valor y la relevancia que tienen los servicios de los ecosistemas para el desarrollo y el bienestar. (MAGRAMA, 2015 (b)).

La protección de la biodiversidad es por tanto un reto colectivo que debe abordarse desde una perspectiva global y con un enfoque integrador, considerando a todos los actores sociales y sectores económicos. (MAGRAMA, 2015 (b)).

El cambio climático se considera una de las cinco presiones principales que impulsan la pérdida de la biodiversidad en el mundo, junto con la pérdida de hábitats, la sobreexplotación, la contaminación y las especies exóticas invasoras. (MAGRAMA, 2015 (c)).

Debido al cambio climático, se prevén múltiples efectos sobre la diversidad biológica que agravarán sus problemas de conservación, por lo que las medidas o acciones dirigidas a conservar y usar de modo sostenible la biodiversidad deben tener en cuenta las necesidades de adaptación al cambio climático. Asimismo, deben considerarse y potenciarse las sinergias positivas entre las políticas de conservación de la biodiversidad y las de mitigación y adaptación al cambio climático, pilares fundamentales en los que se basa la lucha global contra el cambio climático. (MAGRAMA, 2015 (c)).

La Unión Europea propone como instrumentos para combatir los efectos del cambio climático sobre la biodiversidad y los servicios de los ecosistemas, medidas que favorezcan la integridad de los ecosistemas y su resiliencia, así como que fomenten la conservación, promuevan la conectividad y la permeabilidad de los espacios naturales, especialmente los protegidos. (MAGRAMA, 2015 (c)).

En España se han puesto en marcha diversos proyectos y actividades relacionadas con el cambio climático y sus efectos sobre la biodiversidad, entre los que destacan el proyecto de Evaluación de Impactos, Vulnerabilidad y Adaptación al Cambio Climático

de la Biodiversidad en España y la Red de Seguimiento de Cambio Global en la Red de Parques Nacionales. (MAGRAMA, 2015 (c)).

España es posiblemente el país más rico en especies animales de la UE, y es el que posee el mayor número de endemismos. El cambio climático producirá: (Moreno *et al.*, 2005).

- Cambios fenológicos en las poblaciones, con adelantos (o retrasos) en el inicio de actividad, llegada de migración o reproducción.
- Desajustes entre depredadores y sus presas debidos a respuestas diferenciales al clima.
- Desplazamiento en la distribución de especies terrestres hacia el Norte o hacia mayores altitudes, en algunos casos con una clara reducción de sus áreas de distribución; en ríos, desplazamiento de especies termófilas³³ aguas arriba y disminución de la proporción de especies de aguas frías; en lagunas y lagos, la altitud, la latitud y la profundidad tienen efectos similares sobre las comunidades en relación con la temperatura.
- Mayor virulencia de parásitos.
- Aumento de poblaciones de especies invasoras.

Entre un 20 y un 30%, aproximadamente de las especies vegetales y animales estudiadas, hasta la fecha, estarán probablemente expuestas a un mayor riesgo de extinción si los aumentos del promedio mundial de temperatura exceden de entre 1,5 y 2,5°C. (Pachauri y Reisinger, 2007).

Se predice la extinción de animales y plantas, ya que los hábitats cambiarán tan rápido que muchas especies no se podrán adaptar a tiempo. (MAGRAMA, 2014 (a)).

La biodiversidad murciana se verá muy afectada y estará sometida a variaciones en sus condiciones de tal magnitud, que muchas especies pueden verse en riesgo de extinción, al no poder desplazarse hacia zonas favorables para su desarrollo conforme el clima vaya cambiando. El peligro es tal, que en la Región pueden verse afectados porcentajes muy importantes (de hasta la mitad o más) de las especies vegetales. En algunos grupos animales de los que hay información (reptiles y anfibios) el impacto puede ser incluso mayor (hasta el 97% de las especies pueden verse afectadas). (ERMCC, 2008).

4.3.6 *Efectos en los recursos hídricos*

Los recursos hídricos sufrirán en España disminuciones importantes como consecuencia del cambio climático. Para el horizonte de 2030 son esperables, disminuciones medias de aportaciones hídricas, en régimen natural, entre un 5 y un 14%, mientras que para el 2060 se prevé una reducción global de los recursos hídricos del 17% como media de la Península. Estas cifras pueden superar el 20 a 22% para los escenarios previstos para final de siglo. Junto la disminución de los recursos se prevé

³³ Organismos vivos que pueden soportar condiciones extremas de temperatura relativamente altas, por encima de los 45°C.

un aumento de la variabilidad interanual de los mismos. El impacto se manifestará más severamente en las Cuencas del Guadiana, Canarias, Segura, Júcar, Guadalquivir, Sur y Baleares. (Moreno *et al.*, 2005).

Provocará, además, cambios importantes en la calidad y disponibilidad de los recursos hídricos, con consecuencias para muchos sectores, como el de la producción de alimentos, en los que el agua desempeña un papel fundamental. Más del 80% de los terrenos agrícolas son de secano. La producción de alimentos depende también de la disponibilidad de recursos hídricos para regadío. La poca disponibilidad de agua es ya un problema en muchas partes de Europa, y es probable que la situación siga deteriorándose como consecuencia del cambio climático; se prevé que las regiones europeas con gran escasez de agua van a pasar del 19% actual al 35% antes de la década de 2070. Eso podría agravar, además, las presiones migratorias. (Comisión Europea, 2009).

Las aportaciones hídricas también se van a ver afectadas directamente por el cambio climático. Se espera un aumento de la demanda en los sistemas de regadío, proporcional a los aumentos de temperatura. (Piqueras, 2007).

En la Región de Murcia, la disminución del caudal del Río Segura llegaría hasta un 50%. (ERMCC, 2008).

La sensibilidad de los recursos hídricos al aumento de la temperatura y la disminución de precipitaciones anuales es muy alta, precisamente en las zonas con temperaturas medias altas y con precipitaciones bajas. Las zonas más críticas son las semiáridas, en las que las aportaciones pueden reducirse hasta un 50% sobre el potencial actual. (ERMCC, 2008).

En la Región de Murcia, el cambio climático, con aumento de la temperatura y una disminución de la precipitación, causará una disminución de aportaciones hídricas y un aumento de la demanda en los sistemas de regadío. (ERMCC, 2008).

A nivel regional, existen evidencias de alteraciones del régimen hidrológico, con incrementos de escorrentía, también se ha contrastado una intensificación de los fenómenos extremos como las sequías. (ERMCC, 2008).

La incertidumbre es característica en lo que respecta a la disponibilidad de recurso de agua en la Cuenca del Segura, con un régimen pluviométrico marcadamente mediterráneo, donde las aportaciones hídricas hacen que los recursos disponibles sean claramente insuficientes (déficit estructural). Sea por causas naturales o como consecuencia de cambios climáticos provocados por la actividad humana, estos episodios particularmente secos parecen haberse hecho más frecuentes y persistentes en los últimos tiempos. (ERMCC, 2008).

Sirvan como muestra de sequías pluviométricas de larga duración la registrada entre los años hidrológicos 1979/80 y 1984/85, o la que se inició al principio de la década de los 90 y finalizó en 1995. (ERMCC, 2008).

Es por ello que resulta urgente acometer una serie de estudios y actuaciones que permitan reducir la incidencia de las sequías sobre los diferentes usos del agua en la cuenca. Dichas actividades han de estar principalmente orientadas a conseguir una

optimización de la gestión de los recursos disponibles, antes y durante los estados de sequía. (ERMCC, 2008).

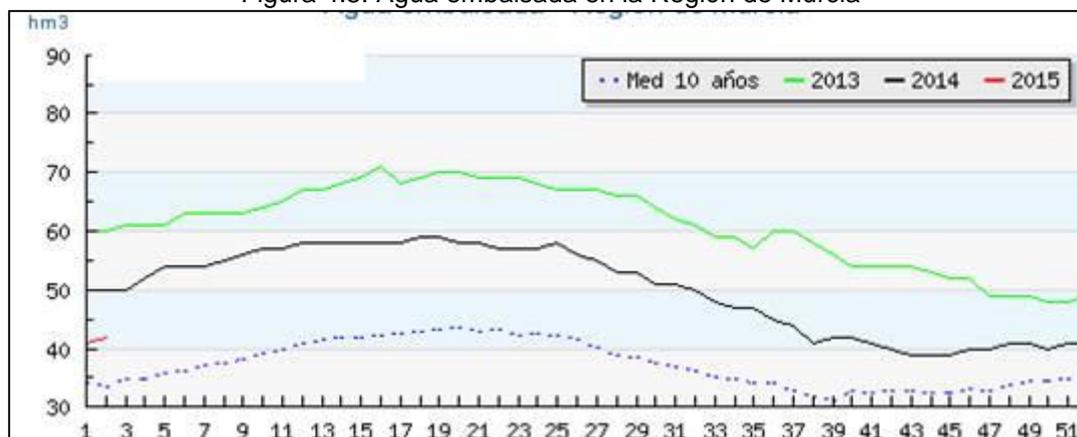
Junto al impacto del cambio climático, los recursos hídricos se verán afectados por otros factores de presión tales como el aumento de la demanda urbana, agrícola, e hidroeléctrica, la intensificación de ciertos procesos de deterioro de la calidad del agua y el incremento de la intervención humana. (ERMCC, 2008).

En la Cuenca del Río Segura, la mayor irregularidad del régimen de precipitaciones ocasionará un aumento en la irregularidad del régimen de crecidas fluviales y de crecidas relámpago, y por tanto del riesgo de inundaciones. (ERMCC, 2008).

En la Figura 4.5, vemos el estado de los pantanos y embalses en la Región de Murcia. Si nos fijamos, el volumen de agua embalsada de 2013 está por encima que el de 2014.

“Una sequía histórica se cierne desde hace ocho meses sobre el Sureste de España, especialmente sobre algunas zonas de la Región de Murcia, Valencia y Alicante, donde se ha registrado, de septiembre a mayo, el periodo más seco desde que se tienen registros de lluvias, hace 150 años. Así lo explica la portavoz de la AEMET, Ana Casals, quien señala que sí se puede hablar de una sequía histórica en cuanto a los datos, pero no todavía en cuanto a duración en el tiempo, ya que no ha acabado el año pluviométrico. (La Opinión, 2014).

Figura 4.5: Agua embalsada en la Región de Murcia



Fuente: Estado de los pantanos y embalses de España, (2015)

4.3.7 Efectos en los recursos edáficos

Extensas zonas de España están actualmente amenazadas por procesos de desertización; el cambio climático incrementará este problema, especialmente en regiones áridas y semiáridas de la cuenca mediterránea. (Picatoste, 2015).

Se espera una disminución generalizada del carbono orgánico en el suelo como consecuencia del incremento de temperatura y del aumento de la sequía. Las áreas en las cuales esta pérdida puede ser mayor es el Norte de España. (Picatoste, 2015).

El cambio climático va a afectar al suelo al reducir la materia orgánica, que contribuye enormemente a su fertilidad. (Comisión Europea, 2009).

Una parte importante de la superficie del territorio español está amenazada actualmente por procesos de desertificación, especialmente por el impacto de los incendios forestales, la pérdida de fertilidad de suelos de regadío por salinización y la erosión. Las proyecciones del cambio climático agravarían dichos problemas de forma generalizada y especialmente en la España de clima mediterráneo seco y semiárido. Las proyecciones de cambio climático probablemente producirán una disminución del carbono de los suelos españoles, lo cual afectaría de forma negativa a las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos. (Moreno *et al.*, 2005).

El suelo es otro recurso que ha sido estudiado en las proyecciones del cambio climático. Se van a ver agravados problemas ya presentes en los suelos españoles como la desertificación, la pérdida de fertilidad o los incendios forestales, teniendo en cuenta las características geomorfológicas y climáticas de partida. Esto provocará que muchas zonas cultivadas se vuelvan inadecuadas para continuar con las actividades agrícolas, aumentando la aridez del suelo. (Piqueras, 2007).

Las propiedades de los suelos son muy sensibles a los cambios de uso de suelo y con frecuencia se producen impactos manifiestos a corto plazo. Por lo tanto, las propuestas de gestión de los suelos para la adaptación y/o la mitigación del cambio climático deben considerar simultáneamente los usos de los suelos y sus posibles cambios. (ERMCC, 2008).

Una parte importante de la superficie del territorio español está amenazada actualmente por procesos de desertificación, fomentados por las actividades humanas bajo condiciones de aridez. (ERMCC, 2008).

Los dos componentes fundamentales de la desertificación son la erosión y la salinización del suelo. Los impactos previsibles del cambio climático afectarán especialmente a la salinización de los suelos de regadío y al riesgo de erosión de los suelos (en combinación con el previsible aumento de los incendios forestales). El impacto de la salinización se concentrará en las regiones españolas de clima más seco, como la Región de Murcia. (ERMCC, 2008).

El territorio murciano pierde al año más de 28 millones de toneladas de suelo (estimación según método USLE³⁴), con una media regional superior a las 25 toneladas anuales por hectárea, pérdida que puede calificarse como alta. Un 60% del territorio regional sufre pérdidas de suelo no admisibles, es decir, superiores a 12 tn/ha/año, porcentaje muy superior a la media española (42%). Algo más de la tercera parte del territorio (34%) sufre altas o graves pérdidas de suelo superiores a 25 tn/ha/año. (MAGRAMA, 2013).

Hay que destacar que el 69% de los terrenos con graves o muy graves pérdidas del suelo (superiores a 50 tn/ha/año) son forestales. Asimismo, de las casi 90.000 hectáreas con graves o muy graves problemas erosivos, el 70% se produce sobre terrenos privados (93% sobre cultivos y 70% sobre terrenos forestales). (MAGRAMA, 2013).

³⁴ El método de la USLE sirve para estimar la erosión producida en un punto de la cuenca.

En relación con los usos del suelo, los sistemas forestales presentan pérdidas admisibles en un 40% de su superficie, lo que significa que existen problemas erosivos en un 60% calificándose el 35% como altos o graves. Dentro de los sistemas forestales, el monte arbolado tiene problemas erosivos en un 47% de su superficie, con tan sólo un 20% calificado de altos o graves. Sin embargo, los de arbolado ralo³⁵ tienen problemas erosivos en un 73% de su superficie, con un 55% de altos o graves, y los desarbolados en un 65% y 41% respectivamente. (MAGRAMA, 2013).

En cuanto a los sistemas agrícolas, éstos presentan cifras muy similares a los sistemas forestales, pues tienen problemas erosivos en un 41% de su superficie, con una tercera parte de ella (33%) de los calificados como altos o graves. Los cultivos de regadío presentan problemas erosivos en un 24% de su superficie, mientras que los cultivos de secano tienen problemas erosivos en un 70% de su superficie, con casi un 40% calificado de altos o graves. La mayor parte de éstos en superficies de cultivos arbóreos, fundamentalmente vides, almendros y olivos. (MAGRAMA, 2013).

Como resumen, podemos decir que los problemas erosivos más graves del territorio de la Región de Murcia, entre los sistemas forestales, se presentan en matorrales, espartizales, eriales y pastizales abiertos más o menos degradados y con pendientes más o menos acusadas. Entre los cultivos agrícolas, los altos niveles erosivos aparecen en los cultivos marginales y abandonados, fundamentalmente sobre cultivos arbóreos, sobre todo de almendros, olivos y vides, situados en zonas de pie de monte con pendientes más o menos acusadas en la transición a las zonas sedimentarias de valle. (MAGRAMA, 2013).

Los usos del suelo y, especialmente, los cambios de uso del suelo, son la causa que determina si éste será fuente o sumidero de carbono. El cambio climático ejercerá una influencia sobre el contenido en carbono orgánico del suelo de manera directa, sobre los procesos de acumulación y mineralización, e indirectamente, a partir de su influencia sobre los cambios de uso del suelo. Los modelos del ciclo del carbono sugieren una disminución generalizada del carbono orgánico del suelo como consecuencia del aumento de la temperatura y de la sequía proyectados por los modelos de cambio climático, lo cual aumentaría el riesgo de erosión y desertificación. (ERMCC, 2008).

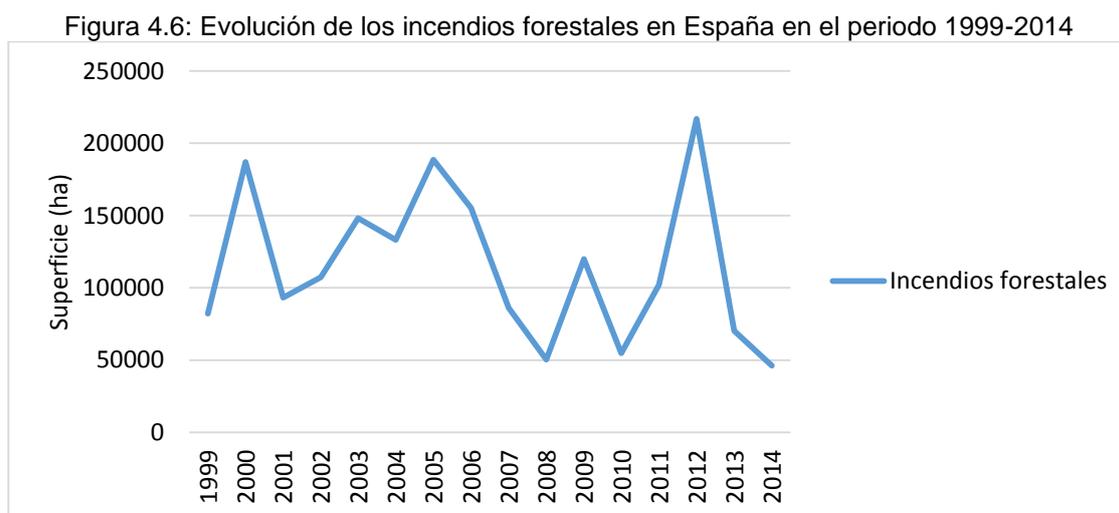
Los suelos pueden ser fuente y sumidero de carbono, por lo tanto, los suelos contribuyen a regular el ciclo del carbono y sus consecuencias en el cambio climático. (ERMCC, 2008).

Los incendios tienen una capacidad destructiva enorme, sobre todo, en las épocas de calor. A pesar de que la mayoría de los incendios son causados por las personas, es importante tener en cuenta que el problema de los incendios forestales se agravará con las condiciones del cambio climático. Si la temperatura de la superficie es más alta, la humedad del suelo y del aire más baja, y se intensifican las olas de calor el resultado es que aumentarán de forma drástica las condiciones favorables para que éstos se produzcan. (ERMCC, 2008).

³⁵ Cubierta arbórea que se sitúa entre el 5% y el 20% de la superficie.

El aumento de los incendios forestales, como consecuencia del cambio climático, también puede llegar a producir pérdidas en el contenido de carbono orgánico del suelo, con un mayor impacto en los primeros centímetros del suelo, lo que produce pérdidas importantes de carbono en este horizonte. (ERMCC, 2008).

En la siguiente Figura 4.6, vemos la superficie quemada a causa de los incendios en hectáreas de bosques. Si nos fijamos en ella, tenemos en el periodo 1999-2000, 2005-2006 y a partir del 2012 una superficie quemada considerable. A partir de 2005 hay una caída de la superficie importante pasando de las casi 200.000 hectáreas de 2005 a 50.000 hectáreas en 2008. A partir de 2012, hay otra caída, llegando nuevamente a las 50.000 hectáreas en 2014.



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos publicados en el anuario de estadística del MAGRAMA, (2014)

4.3.8 Efectos en el sector forestal

Se esperan impactos tan importantes como aumento de la erosión, desertización, aumento del número e intensidad de los incendios, cambio en la fisiología de las especies, desplazamiento de las especies, variaciones en la productividad,... (Picatoste, 2015).

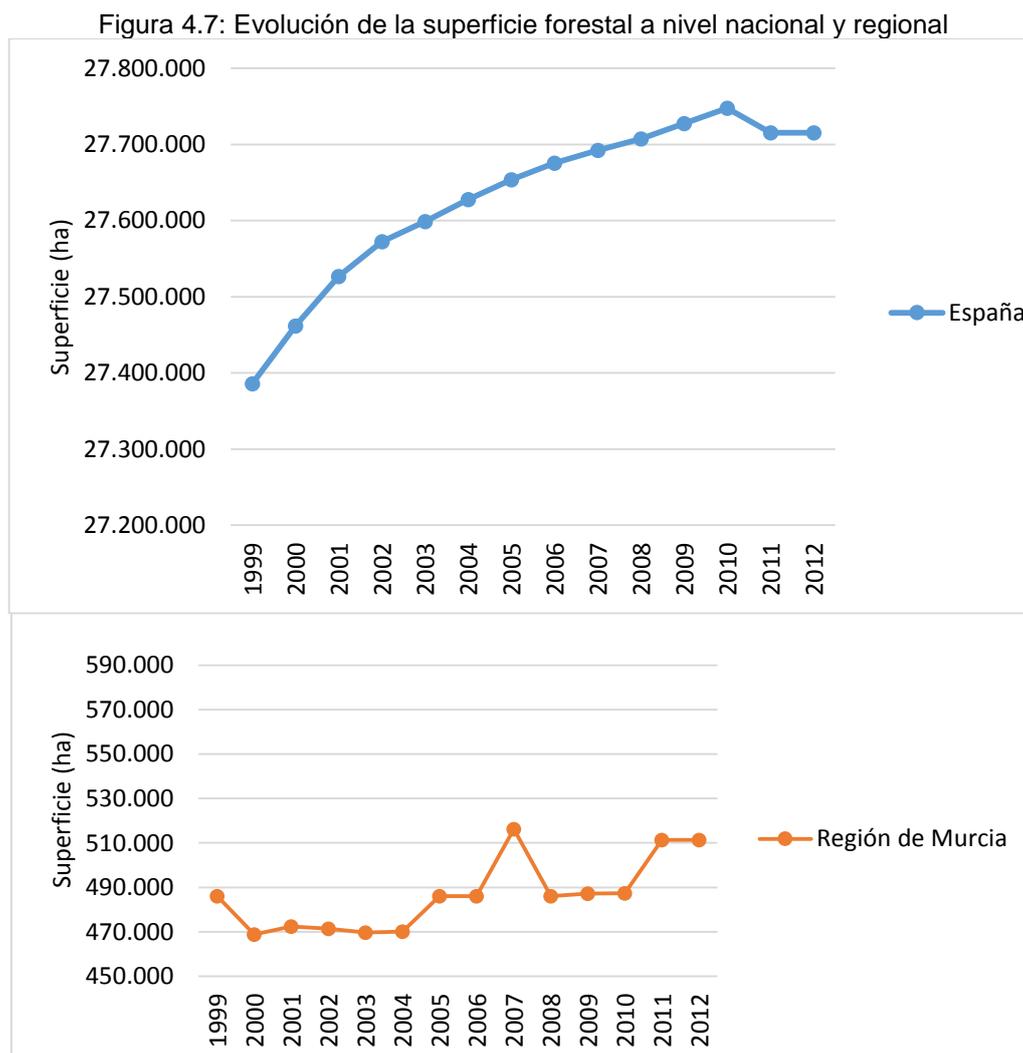
La reserva hídrica de los suelos forestales se reducirá, provocando cambios en la composición y distribución de las masas forestales; también aumentará el riesgo de incendios forestales, y de plagas y enfermedades en bosques. (Picatoste, 2015).

Según Picatoste, (2015), los impactos en bosques son los siguientes:

- Algunas especies perforadoras y determinados defoliadores pueden llegar a completar hasta dos ciclos de vida por año y/o incrementar su área de distribución.
- Se proyectan cambios en la dinámica y distribución de los depósitos de carbono forestales (aéreos y subterráneos).
- Los bosques españoles pueden llegar a ser emisores netos de carbono en la segunda mitad del siglo XXI.
- Se espera una simplificación estructural de la vegetación, con predominio de las extinciones locales sobre las recolonizaciones.

- Las áreas y taxones identificados como más vulnerables son: poblaciones de *Abies pinsapo*, poblaciones aisladas meridionales de *Pinus sylvestris*, *P. nigra* y *P. uncinata*, así como bosques mediterráneos de ambientes xéricos³⁶ entre otros.

Si nos fijamos en la Figura 4.7, vemos que en líneas generales la superficie forestal nacional va en aumento debido a las repoblaciones que se han producido y a la disminución de las hectáreas de bosques afectadas por incendios estos años atrás, según apunta la Figura 4.6. Por otro lado, a nivel regional, la superficie forestal ha permanecido constante a principios del siglo XXI con un ligero incremento estos últimos años sobrepasando las 500.000 hectáreas.



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos publicados en el anuario de estadística CARM, (2015)

Entre los posibles efectos del cambio climático sobre el sector forestal cabe citar cambios en la productividad y salud de los bosques, así como en el área de distribución geográfica de algunas especies de árboles. (Comisión Europea, 2009).

Las plagas y enfermedades forestales pueden jugar un papel fundamental en la fragmentación de las áreas forestales. Algunas especies perforadoras o defoliadoras pueden llegar a completar dos ciclos biológicos en un año o aumentar su área de

³⁶ Se dice de los hábitats y ambientes caracterizados por condiciones de sequedad muy acusadas.

colonización como consecuencia de los inviernos más benignos. La fisiología de la mayor parte de especies forestales se puede ver profundamente afectada. Existe un riesgo elevado de que muchos de nuestros ecosistemas forestales se conviertan en emisores netos de carbono durante la segunda mitad del presente siglo. Las zonas culminales de las montañas, los ambientes más secos y los bosques de ribera son algunas de las zonas que pueden resultar más vulnerables al cambio climático. (Navarrete, 2007).

Las especies forestales se verán afectadas en su composición y estructura, aumentando las pérdidas por mortalidad de los individuos, disminuyendo su capacidad de fijación de carbono atmosférico o su productividad con el tiempo. Asimismo, la reserva de agua en el suelo disminuirá conforme aumente la temperatura y la demanda evaporativa de la atmósfera, suponiendo un importante factor de estrés para el arbolado. En las zonas con déficit hídrico, como es el caso de la Región de Murcia, esto puede ocasionar cambios en la densidad de las especies. (ERMCC, 2008).

4.3.9 *Efectos en el sector agrario*

El sector agroalimentario murciano es uno de los pilares básicos del crecimiento de la economía regional. Es un sector competitivo y eminentemente exportador. Sus características más sobresalientes se resumen en un notable proceso de especialización agrícola, un elevado índice de empleo agrario y una aportación al PIB regional de un 4,87%. (INFO, 2013).

Si nos fijamos en la Figura 4.8, los principales cultivos son: las hortalizas con una superficie de 51.924 hectáreas que da una producción de 1.613.953 toneladas (tn) en 2013. Destaca la superficie de lechuga con 14.893 hectáreas, seguida de brócoli con 11.499 hectáreas. Estos cultivos suponen el 51% de la superficie cultivada dedicada a hortalizas. La producción de lechuga es de 370.279 tn mientras que la de brócoli es de 206.982 tn. Esto supone el 36% de la producción de hortalizas.

En producción estival, destaca el melón con una superficie en 2013 de 6.260 hectáreas obteniendo una producción de 223.837 tn. Uniendo el melón a las dos hortalizas anteriores, obtenemos el 50% de la producción de hortalizas.

Por otro lado, tenemos en la Figura 4.9 los principales cultivos leñosos. Destaca la superficie dedicada a los frutales no cítricos con 100.959 hectáreas obteniendo una producción de 418.030 tn en 2013. Le sigue en importancia los cítricos con una superficie de 38.361 hectáreas obteniendo una producción de 680.360 tn en 2013, sobre todo el limonero. La superficie de frutales no cítricos representa el 52% de la superficie cultivada mientras que los cítricos el 20%. Ambas suponen el 72% de la superficie de cultivos leñosos.

Le siguen en importancia el viñedo con 30.916 hectáreas que da una producción de 244.437 tn y el olivar con 22.098 hectáreas que da una producción de 46.133 tn en 2013, principalmente aceituna de almazara.

Además, la producción ganadera contribuye a la generación de CO₂, y por ello, como un subsector del sector agrario es necesario su incorporación. Tenemos la producción animal; donde el sector porcino es el mayoritario (Figura 4.10) con producciones por encima de 300.000 tn (Figura 4.11).

Tabla 4.1: Posibles efectos positivos y negativos en la producción de los cultivos		
Factores de cambio	Posibles beneficios	Posibles efectos negativos
Aumento de las temperaturas	Periodos de crecimiento más largos Periodos de crecimiento más rápidos	Aumento de estrés térmico por temperaturas ambientales, de plagas y enfermedades
Variación de la precipitación	Aumento de la productividad de los cultivos Disminución de la demanda de agua Garantías de abastecimiento de agua	Aumento de inundaciones y salinización Aumento de la frecuencia de sequías Aumento de plagas y enfermedades Aumento de la erosión
Aumento de gases de efecto invernadero	Incremento de la fertilidad por mayor concentración de CO ₂	Efectos negativos de otros gases
Uso de fertilizantes	Incrementa la producción y el rendimiento de los cultivos	Contaminación de acuíferos por nitratos y otros elementos
Uso de plaguicidas	Destinadas a prevenir, destruir o controlar cualquier plaga	Perjudiciales para la salud humana
Fuente: Pardo y Rodríguez, (2010)		

En el sector de la agricultura, los cambios climáticos previstos van a afectar a los rendimientos de las cosechas y a la gestión ganadera e influir en la elección de los lugares dedicados a la producción. La probabilidad y gravedad crecientes de fenómenos meteorológicos extremos, van a hacer aumentar considerablemente el riesgo de malas cosechas. (Comisión Europea, 2009).

Según Picatoste, (2015) los impactos en agricultura son los siguientes:

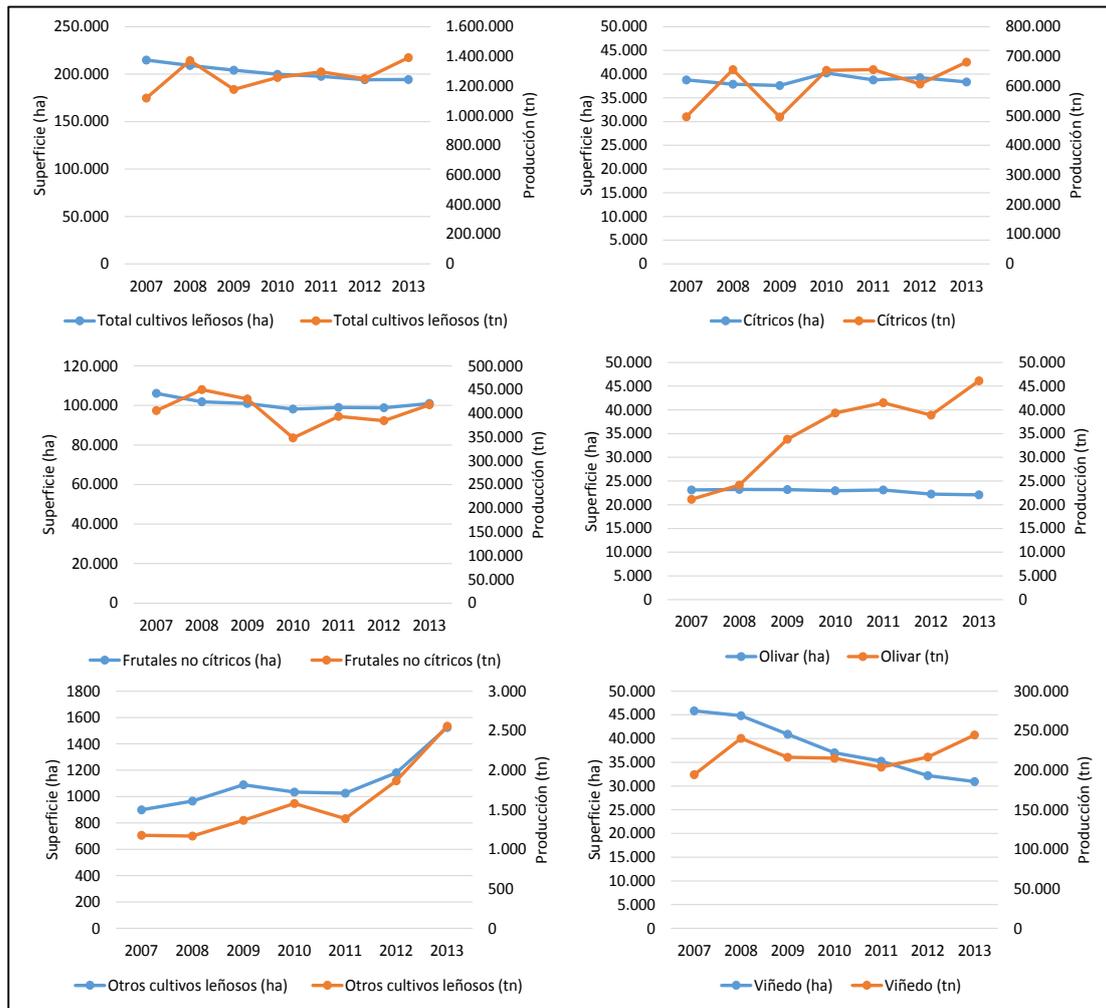
- Los impactos serán amplios y muy diversos, ya que este medio se encuentra muy vinculado a los ecosistemas que lo rodean.
- Los efectos en la agricultura serán contrapuestos y no uniformes en las regiones españolas. Los agrosistemas identificados como más vulnerables son: cultivos extensivos de secano en zonas áridas y semiáridas, olivares, regadíos y cultivos forzados bajo plásticos.
- Los cultivos españoles aumentarán su vulnerabilidad frente a plagas y enfermedades.

Figura 4.8: Superficie y producción de los principales cultivos herbáceos para la Región de Murcia



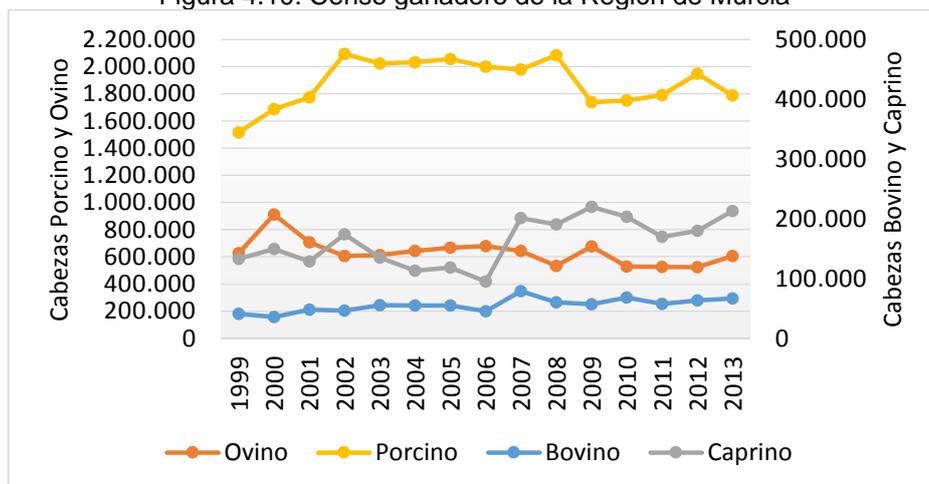
Fuente: Elaboración propia a través de los datos publicados en la estadística agraria regional CARM, (2015)

Figura 4.9: Superficie y producción de los principales cultivos leñosos para la Región de Murcia



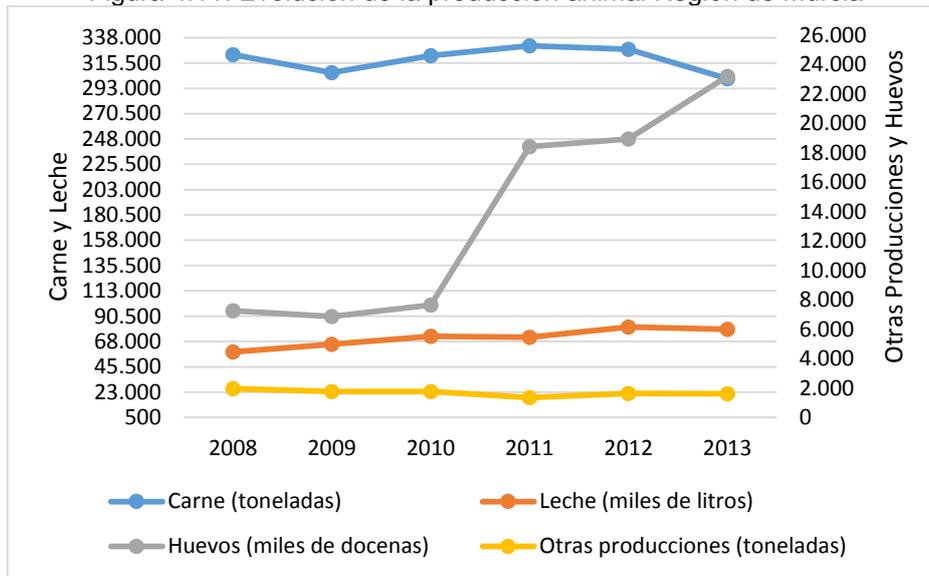
Fuente: Elaboración propia a través de los datos publicados en la estadística agraria regional CARM, (2015)

Figura 4.10: Censo ganadero de la Región de Murcia



Fuente: Elaboración propia a través de los datos publicados en la estadística agraria regional CARM, (2015)

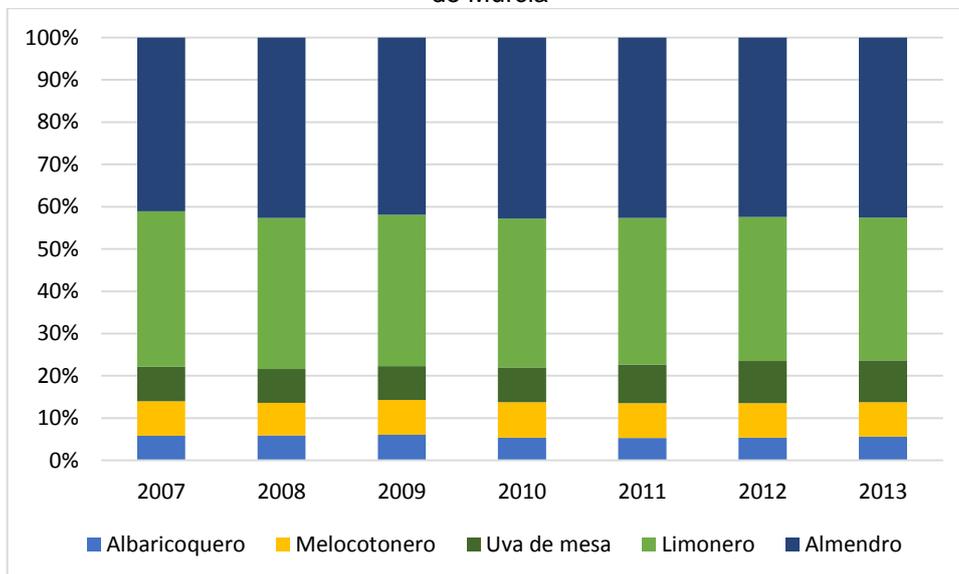
Figura 4.11: Evolución de la producción animal Región de Murcia



Fuente: Elaboración propia a través de los datos publicados en la estadística agraria regional CARM, (2015)

En la Figura 4.12, se han representado en términos porcentuales las superficies de los principales cultivos leñosos. La mayor superficie la encontramos en limonero. Esta superficie se encuentra en zonas de regadío. Por otro lado, el almendro como cultivo en secano. Entre el limonero y el almendro tenemos un 70% siendo el 30% restante dedicado al albaricoquero, melocotonero y uva de mesa.

Figura 4.12: Porcentaje de superficie que representan los principales cultivos leñosos Región de Murcia



Fuente: Elaboración propia a través de los datos publicados en la estadística agraria regional CARM, (2015)

“Es obvio que el clima ejerce una enorme influencia en la población y en su medio, determinando la fauna y la flora de cada lugar, la cantidad de agua dulce disponible y las especies cultivadas. Por ello, no es sorprendente lo que todos los indicios confirman: el sector agrario será uno de los sectores más afectados por el cambio climático”. (Piqueras, 2007).

Se prevén aumentos de la frecuencia y gravedad de acontecimientos extremos como inundaciones, tormentas de granizo o sequías, todos ellos son riesgos permanentes que afectan a la agricultura y a la ganadería. (Piqueras, 2007).

Además, y por la parte que nos corresponde, las regiones del sudeste de Europa, del centro y las regiones mediterráneas se consideran las zonas más vulnerables al cambio climático. En estas zonas se prevén considerables efectos negativos, como cambios en el uso del suelo. Por el contrario, las regiones del Norte de Europa y algunas occidentales podrán beneficiarse durante un tiempo del cambio del clima. (Piqueras, 2007).

Las principales variables climáticas que afectan a los cultivos son la temperatura, la radiación solar, la disponibilidad del agua y la concentración de CO₂. Las variables temperatura y precipitación han sido estudiadas con detenimiento en el Capítulo "Condicionantes del Cambio Climático". Los impactos del cambio climático en la agricultura y ganadería europea y sobre los recursos naturales, como el hídrico, han sido recientemente analizados por la Comisión Europea. (Piqueras, 2007).

El efecto que puede tener un cambio climático inminente generaría un aumento de la demanda de agua para la agricultura en todas las regiones, debido al aumento de la evapotranspiración de los cultivos como respuesta al aumento de las temperaturas. (Ibáñez, 2011).

Además, una de las grandes incertidumbres sería la incidencia de las posibles plagas y enfermedades en los cultivos, ya que están condicionados por el clima, la luz, la temperatura y el agua; elementos necesarios para su crecimiento y desarrollo. (Ibáñez, 2011).³⁷

El efecto del cambio climático en los cultivos de una región en concreto, puede resultar positivo o negativo dependiendo de las características del clima y de los cultivos que en ese territorio se cultiven. (Ibáñez, 2011).

La evaluación de los futuros escenarios en sistemas y modelos de crecimiento de cultivos es una de las formas más utilizadas para el estudio del impacto del cambio climático. De esta manera, se puede analizar el comportamiento productivo durante el ciclo de cultivo bajo variables diferentes (precipitaciones, temperatura...). (Piqueras, 2007).

La producción agrícola podría disminuir aunque los efectos no serán por igual en todos los territorios. Como las concentraciones globales de CO₂ en la atmósfera aumentarán, esto influenciará de forma positiva a las plantas cultivadas (los estomas se estrechan y se reducen las pérdidas de agua, mejorando el rendimiento en el uso de agua), estimulando la fotosíntesis. Además, las temperaturas más suaves en invierno permitirán mayores productividades en esta época, compensando las pérdidas de otras estaciones. (Piqueras, 2007).

³⁷ Según Ibáñez, (2011), casi la mitad de la producción mundial de alimentos se destruye como consecuencia de insectos, malas hierbas y enfermedades agrarias (hongos patógenos, bacterias y virus).

Pero todo pro tiene su contra, y en este caso el incremento de las temperaturas puede aumentar la evapotranspiración. Las tasas fotosintéticas se verán afectadas negativamente, incrementándose las necesidades de riego en algunos casos. Al mismo tiempo, el aumento de la temperatura conlleva el aumento de las fitopatologías por los insectos dañinos y se incrementará la capacidad de resistencia de las plagas durante el invierno -al eliminarse su control natural por heladas- que serán más virulentas para los cultivos de primavera. (Piqueras, 2007).

Existe variabilidad en cuanto al alcance de plagas y enfermedades de los cultivos según la geografía española. La modificación de las temperaturas puede producir el desplazamiento a latitudes mayores de algunas enfermedades. Todos estos factores provocarán fluctuaciones en los rendimientos de los cultivos y en la oferta local de alimentos. (Piqueras, 2007).

Sobre la ganadería, el cambio climático puede influir en la reproducción, el metabolismo y la sanidad animal, debido a respuestas diferenciales al clima. El aumento de temperatura influye en muchos aspectos, que van desde alteraciones en las horas activas de pastoreo o una mayor incidencia de procesos infecciosos en los que el clima influye en los ciclos vitales de los vectores. Por tanto, se puede esperar que se produzcan desequilibrios en dichos ciclos, desajustándose estas afecciones patógenas en su localización espacial y temporal. Un aspecto positivo reseñable es la reducción de costes destinados a la protección del ganado durante los inviernos, ya que las temperaturas se suavizarán, aunque los aumentos de temperatura media son significativamente mayores en los meses de verano que en los de invierno. (Piqueras, 2007).

Según Picatoste, (2015), los impactos en ganadería son los siguientes:

- La implicación del cambio climático es compleja por la diversidad de sistemas ganaderos; puede afectar de múltiples formas (reproducción, metabolismo, sanidad, etc.).
- Los efectos se pueden resumir en dos parámetros: ingestión y bienestar animal.
- Se esperan efectos sobre la disponibilidad de recursos forrajeros a lo largo del año, que condiciona la ingestión y la rentabilidad de las explotaciones ganaderas.
- Se proyectan efectos en los procesos parasitarios e infecciosos, cuyos agentes etiológicos y/o vectores están estrechamente ligados al clima.

Los cambios en las concentraciones de CO₂, en los valores de las temperaturas del aire (y de suelo), así como las variaciones en las precipitaciones estacionales, tendrán efectos contrapuestos y no uniformes en los sistemas agrarios españoles. El cambio climático puede afectar a la ingestión y el bienestar de los animales y, en consecuencia, a la rentabilidad de las ganaderías. Desde el punto de vista de sanidad animal, cabe esperar que los efectos del cambio climático se observen en todos aquellos procesos parasitarios e infecciosos cuyos vectores, tengan una estrecha relación con el clima. (Moreno *et al.*, 2005).

En la siguiente Tabla 4.2, vemos los rendimientos de los cultivos más importantes de la Región de Murcia, expresados en Kg/ha, de los últimos 7 años como son la lechuga, el brócoli, el melón y la alcachofa, entre los cultivos de tipo hortícola, y el limonero, albaricoquero, melocotonero y la uva de mesa, entre los cultivos leñosos.

En los cultivos hortícolas, los rendimientos que más destacan son los de la lechuga en producción invernal y el melón en producción estival. En los cultivos leñosos, los rendimientos que más destacan son la uva de mesa y el melocotonero seguido de cerca por el limonero; el albaricoquero posee un menor rendimiento respecto a los otros tres.

A continuación, si los rendimientos de cada uno de los cultivos tanto herbáceos como leñosos los cruzamos con la temperatura media anual de cada año (ver Figura 4.13), vemos la evolución de estos cultivos en función de la temperatura.

La gráfica es una función del tipo $y = f(x)$ donde x es el término independiente que representa la temperatura e y representa el término dependiente que en nuestro caso es el rendimiento. Según la temperatura que tengamos, tendremos un determinado rendimiento. Además se ha realizado un ajuste lineal del tipo $y = mx - n$ donde m es la pendiente de la recta y n es el coeficiente de posición, es decir, el número que señala el punto donde la recta interceptará al eje de las ordenadas. Esta n representa variables como las labores culturales correctas, el agua, el abonado, etc. Por otro lado, hemos obtenido el coeficiente de determinación R^2 que nos indica la bondad del ajuste.

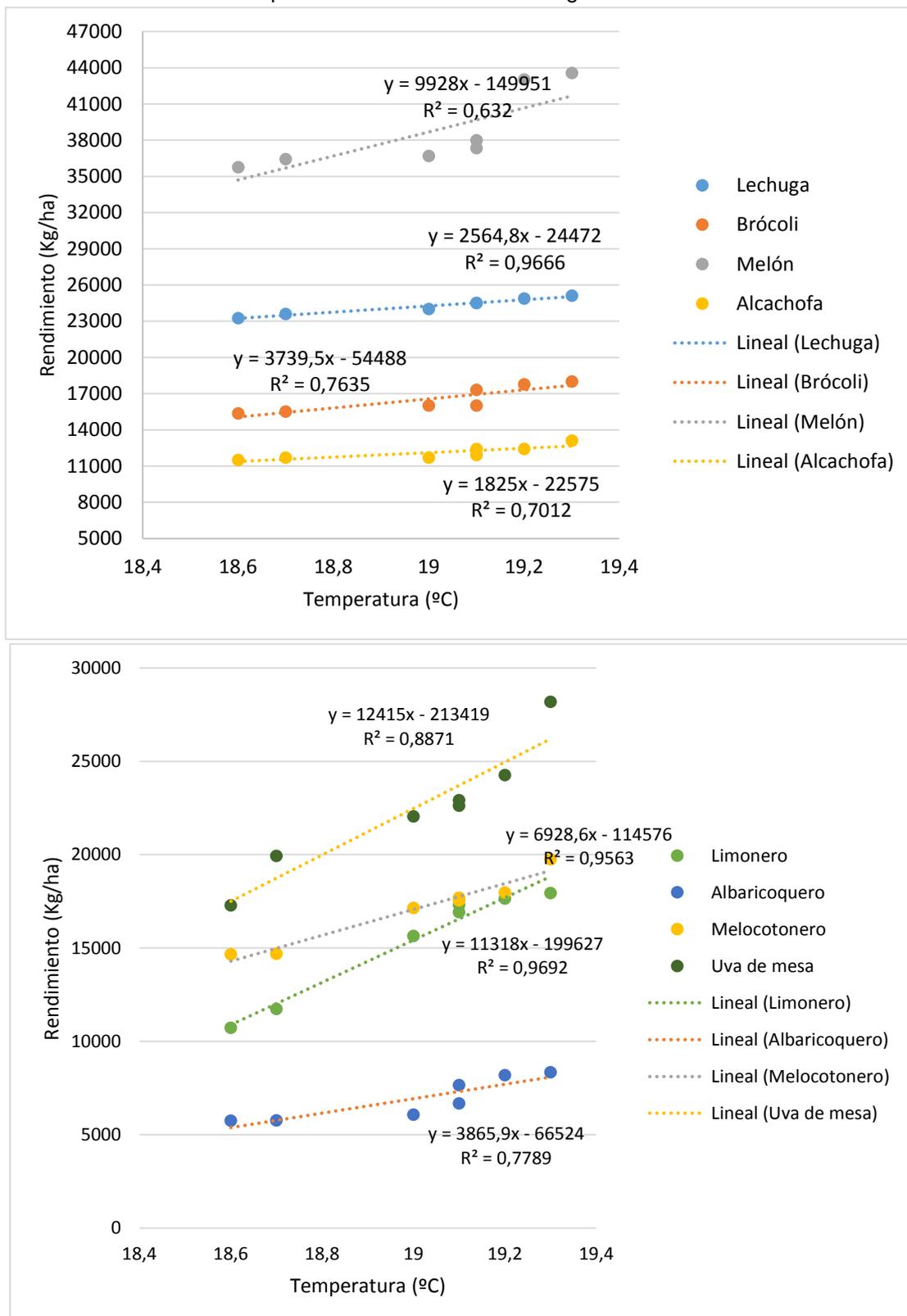
En los cultivos herbáceos, la lechuga es la que mejor evoluciona con las temperaturas, seguido del brócoli, la alcachofa y por último el melón. En los cultivos leñosos, destacan el limonero y el melocotonero como cultivos mejor adaptados a la evolución de la temperatura.

Tabla 4.2: Rendimientos de los principales cultivos herbáceos y leñosos de la Región de Murcia

Cultivos		2007		2008		2009		2010		2011		2012		2013	
		Rdto (Kg/ha)	Tª (°C)												
Herbáceos	Lechuga	23.591	19,1	25.102	19	24.002	19,2	23.250	19,1	24.500	19,3	24.500	18,6	24.863	18,7
	Brócoli	15.350	19,1	17.771	19	17.316	19,2	16.000	19,1	15.500	19,3	16.000	18,6	18.000	18,7
	Melón	43.559	19,1	43.009	19	37.977	19,2	36.426	19,1	36.696	19,3	37.346	18,6	35.757	18,7
	Alcachofa	12.400	19,1	12.400	19	13.100	19,2	11.500	19,1	11.700	19,3	11.700	18,6	11.900	18,7
Leñosos	Limonero	10.728	19,1	17.310	19	11.736	19,2	16.927	19,1	17.657	19,3	15.643	18,6	17.947	18,7
	Albaricoquero	5.768	19,1	7.662	19	6.085	19,2	5.758	19,1	6.679	19,3	8.354	18,6	8.200	18,7
	Melocotonero	17.144	19,1	19.753	19	17.692	19,2	14.667	19,1	17.559	19,3	14.690	18,6	17.971	18,7
	Uva de mesa	17.294	19,1	24.267	19	22.052	19,2	22.629	19,1	19.932	19,3	22.922	18,6	28.183	18,7

Fuente: Elaboración propia a través de los datos publicados en la estadística agraria regional CARM, (2015)

Figura 4.13: Rendimientos de los principales cultivos hortícolas y leñosos y su evolución con la temperatura media anual en la Región de Murcia



Fuente: Elaboración propia a través de los datos publicados en la estadística agraria regional CARM, (2015)

Según las predicciones, la productividad de los cultivos aumentará ligeramente en latitudes medias a altas para aumentos de la temperatura media de hasta 1 a 3°C en función del tipo de cultivo, para seguidamente disminuir por debajo de ese nivel en algunas regiones. (Pachauri y Reisinger, 2007).

En latitudes inferiores, especialmente en regiones estacionalmente secas y tropicales, la productividad de los cultivos disminuiría para aumentos de la temperatura local aún menores (de entre 1 y 2°C), que incrementarían el riesgo de hambre. (Pachauri y Reisinger, 2007).

4.3.10 Efectos en las zonas costeras

Van a aumentar las tasas de erosión costera, y la protección que brindan las defensas existentes puede resultar insuficiente. En este contexto merecen una consideración especial las islas y las regiones ultra-periféricas. (Comisión Europea, 2009).

Las zonas más vulnerables al cambio climático son las zonas costeras, húmedales, zonas de alta montaña, pastizales húmedos y cursos de agua permanentes que pasarán a estacionales y que tendrán un caudal más irregular o incluso desaparecerán. (Moreno *et al.*, 2005).

El aumento del nivel del mar puede afectar muy negativamente a las áreas de agricultura periurbana en zonas costeras (sobre todo en el litoral mediterráneo). (Picatoste, 2015).

Los principales problemas del cambio climático en las zonas costeras españolas se relacionan con el posible ascenso del Nivel Medio del Mar (NMM). Las proyecciones de los modelos varían entre 10 y 68 cm para final de siglo. Para finales de siglo es razonable esperar un aumento de 50 cm en el NMM, con 1 m como escenario más pesimista. Ante una subida generalizada del NMM las zonas más vulnerables son los deltas y playas confinadas o rigidizadas. Esto podrá causar pérdidas de un número importante de playas, sobre todo en el Cantábrico. Buena parte de las zonas bajas costeras se inundarán (Deltas del Ebro, Llobregat, La Manga del Mar Menor, Costa de Doñana). (Moreno *et al.*, 2005).

Las costas estarían expuestas a mayores riesgos, y en particular a la erosión, por efecto del cambio climático y del aumento de nivel del mar. Este efecto se vería exacerbado por la creciente presión ejercida por la presencia humana sobre las áreas costeras. (Pachauri y Reisinger, 2007).

En Murcia, la costa alberga elevados valores ambientales y mantiene una serie de actividades económicas de notable importancia, entre las que destaca el sector turístico. (ERMCC, 2008).

La Dirección General de Costas (DGC) está realizando la evaluación del impacto del cambio climático sobre las zonas costeras y, en la Región de Murcia, ha identificado las zonas más vulnerables por efecto del aumento del nivel medio del mar o por modificaciones en el oleaje: La Manga del Mar Menor, Cabo Tiñoso y Mazarrón. (ERMCC, 2008).

Entre las presiones del cambio climático y sus posibles impactos en el medio físico costero murciano pueden citarse las siguientes: (ERMCC, 2008).

- Un aumento del nivel del mar que puede producir inundación, erosión costera, aumento de la intrusión salina y pérdida de humedales costeros.
- Un aumento de la temperatura del agua del mar puede conducir a cambios en el sistema circulatorio y al aumento de las proliferaciones de algas.
- Una variación en el oleaje puede dar lugar a importantes cambios en los procesos de erosión costera, formas de las playas o pérdida de la funcionalidad y estabilidad de obras marítimas.

En términos generales, el nivel medio del mar ha venido aumentando globalmente en el mundo entre 1961 y 2003 con una tasa media de $1,8 \pm 0,5$ mm/año, aunque con importantes diferencias regionales. En la Región, los datos disponibles indican que el nivel del mar ha aumentado durante la segunda parte del siglo XX, algo menos de 2 y 3 mm/año. (ERMCC, 2008).

4.3.11 Efectos en el riesgo de crecidas fluviales

La variabilidad hidrológica en las cuencas atlánticas aumentará en el futuro debido a la intensificación de la fase positiva del índice de Oscilación del Atlántico Norte (NAO). Esto puede hacer que la frecuencia de avenidas disminuya, aunque no su magnitud. En las cuencas mediterráneas y del interior, la mayor irregularidad del régimen de precipitaciones ocasionará un aumento en la irregularidad del régimen de crecidas y de crecidas relámpago. (Moreno *et al.*, 2005).

4.3.12 Efectos en el riesgo de inestabilidad de laderas

Los deslizamientos y aludes se concentran en las principales cordilleras montañosas, especialmente en los Pirineos, la Cordillera Cantábrica y las Cordilleras Béticas. La inestabilidad de laderas produce, en la actualidad, pérdidas de cientos de millones de euros anuales, sobre todo en vías de comunicación y, en menor medida, en núcleos de población. El número de víctimas mortales por deslizamientos se ha reducido en las últimas décadas, pero el producido por aludes de nieve ha aumentado debido a una mayor frecuencia de público en la montaña. (Moreno *et al.*, 2005).

Estas pérdidas son debidas al gasto que conlleva la reparación de las infraestructuras y el coste en tomar medidas de precaución para evitar que las laderas sean inestables. Entre las medidas que se han puesto en marcha se encuentran las plantaciones de especies vegetales adaptadas al clima de la zona, con un potente sistema radicular que impide que se desprendan laderas, y redes o levantamientos de muretes en las infraestructuras que pasan por puertos de montaña entre otras.

A la espera de confirmación por modelos climáticos más afinados, el aumento de las lluvias torrenciales conllevará un mayor número de deslizamientos superficiales y corrientes de derrubios, cuyos efectos pueden verse agravados por los cambios de uso del suelo y un menor recubrimiento vegetal. (Moreno *et al.*, 2005).

Como consecuencia de ello, se espera un aumento de la erosión en las laderas y la pérdida de calidad de las aguas superficiales, por el aumento de la turbidez y un mayor ritmo de colmatación de los embalses. (Moreno *et al.*, 2005).

4.3.13 Efectos en el riesgo de incendios forestales

Las altas temperaturas y la falta de agua en el suelo aumentarán el riesgo de incendio, lo que inducirá a una mayor y más duradera desecación de los combustibles. Por lo tanto, al encontrarse estas zonas forestales más secas, el poder de inflamación de los combustibles aumentará. Los índices medios de peligro subirán y, en particular, la frecuencia de situaciones extremas. La duración media de la temporada de peligro incrementará. Los incendios causados por rayos aumentarán así como las causadas por negligencias. La frecuencia, intensidad y magnitud de los incendios serán más frecuentes. (Moreno *et al.*, 2005).

Para prevenir los incendios, se están poniendo en marcha iniciativas por parte de empresas³⁸ como el empleo de cipreses como barrera de extinción de fuegos. Los cipreses cumplen una serie de características morfológicas; ayudan a evitar la propagación de incendios. Entre sus características, destaca el grado de concentración de agua de las hojas del ciprés, así como los aceites esenciales de estos árboles, que les propician unas propiedades ignífugas superiores frente a otras especies de árboles. Además, el ciprés reduce la presencia del sotobosque y las malezas, auténtico combustible para la propagación del fuego. Para ello, se ha puesto en marcha el proyecto europeo “CypFire”, cofinanciado por fondos FEDER y se desarrolla en colaboración con 12 centros de (I+D+i) de 9 países del arco mediterráneo (Italia, Francia, Portugal, Grecia, Malta, España, Túnez, Israel y Turquía).³⁹

4.3.14 Efectos en el sector energético

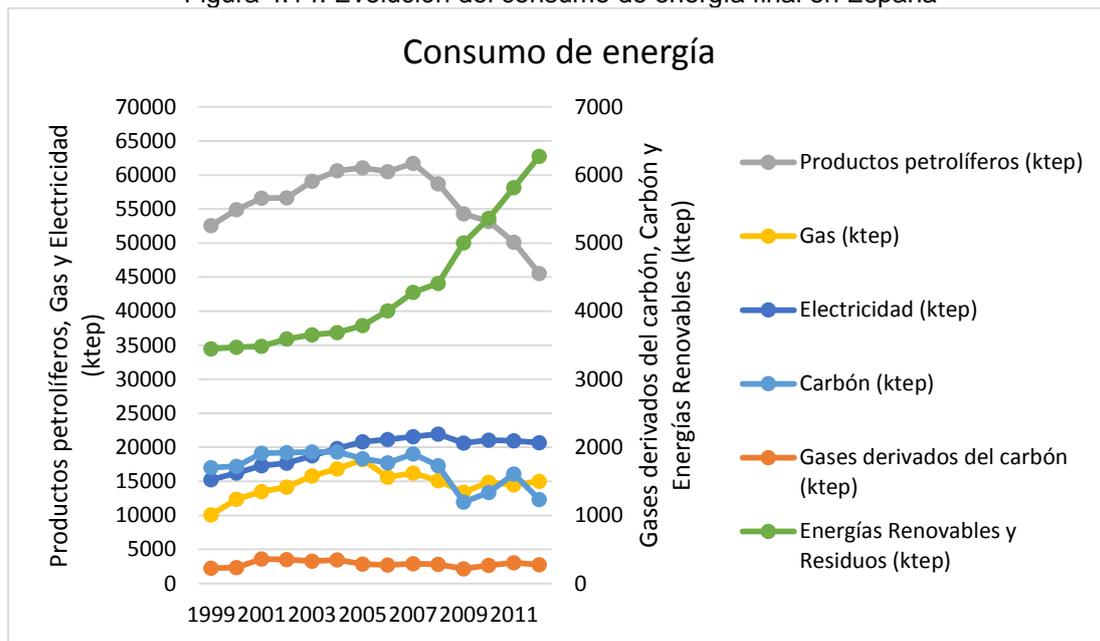
Si nos fijamos en la Figura 4.14, vemos las distintas formas de consumo de energía expresados en ktep⁴⁰. Los productos derivados del petróleo son los que más consumo tienen seguidos de la electricidad y el gas. En menor medida tenemos los consumos de energías renovables y el carbón y derivados.

³⁸ Ver: http://www.imelsa.es/es_ES/. Extraído el 28/01/2015.

³⁹ Los resultados y aplicaciones del proyecto “CypFire” en relación a la creación de barreras cortafuegos de ciprés mediterráneo han quedado recogidos en la publicación “El sistema ciprés de barreras cortafuegos: selvicultura preventiva”.

⁴⁰ Tonelada Equivalente de Petróleo (tep): Es una de las unidades grandes de energía. Sirve también de parámetro (comparación) de los niveles de emisión de anhídrido carbónico (también conocido como dióxido de carbono o CO₂) a la atmósfera que se generan al quemar diversos combustibles. Su valor equivale a la energía que rinde una tonelada de petróleo. En nuestro caso viene expresado en Kilo Tonelada Equivalente de Petróleo (ktep).

Figura 4.14: Evolución del consumo de energía final en España



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos publicados en MAGRAMA, (2014 (b))

En el sector energético, el cambio climático va a tener un efecto directo tanto en la oferta como en la demanda de energía. El impacto previsto del cambio climático sobre las precipitaciones y el deshielo de los glaciares provocará que la producción de energía hidráulica aumente un 5% o más en el Norte de Europa y que disminuya un 25% o más en el Sur. (Comisión Europea, 2009).

También se prevén menos precipitaciones y que se produzcan olas de calor, lo cual influirá negativamente en el proceso de refrigeración en las centrales térmicas. El aumento de la demanda de refrigeración en verano y el impacto de fenómenos meteorológicos extremos afectarán en particular a la distribución de electricidad. (Comisión Europea, 2009).

Si nos fijamos en la Figura 4.15, durante el año 2011, las energías renovables evitaron más emisiones de CO₂ que en 2010. Sin embargo, debido a la reducción del precio de la tonelada de CO₂, los ahorros por este concepto fueron menores. En el año contemplado, se evitó la emisión de 33,4 millones de toneladas de CO₂ que supusieron un ahorro total de 429 millones de euros. (APPA, 2013).

La utilización de biocarburantes en el transporte evitó la emisión de 4,5 millones de toneladas de CO₂ a la atmósfera. Las energías limpias también evitaron la emisión de otros gases, quizá menos conocidos pero más nocivos para la salud. En 2011, se evitó la emisión de 27,6 millones de toneladas de NO_x (óxidos de nitrógeno) y 45,3 millones de toneladas de SO₂. (APPA, 2013).

La menor generación renovable y la obligatoriedad de utilizar carbón nacional hicieron que, durante 2011, se redujeran un 6,8% las importaciones de hidrocarburos fósiles evitadas. En el ejercicio, las energías renovables evitaron la importación de 11,7 millones de tep, valoradas en 2.101 millones de euros. (APPA, 2013).

Figura 4.15: Emisiones de CO₂ y ahorro a nivel nacional



Fuente: APPA, (2013)

Bajo un escenario de incremento de temperaturas y disminución de precipitaciones se prevé un incremento de la demanda eléctrica que deberá cubrirse sin poder recurrir a energía hidráulica, pues ésta se reducirá; se prevé asimismo un incremento de la demanda de petróleo y de gas natural, y una reducción del aporte (actualmente escaso) de la biomasa. Sólo la energía solar (en sus diversas formas) se vería beneficiada por el incremento de las horas de insolación. Caso de producirse un incremento de los episodios de viento fuerte, podrían darse incrementos en la producción de electricidad de origen eólico. (Moreno *et al.*, 2005).

Es importante apostar por las energías renovables que según Valcárcel, “más del 20% de la energía total que se produce en la Región procede de fuentes renovables”. (Europapress, 2013).

El conjunto de tecnologías que satisfacen la demanda energética en la Región, está compuesto por 3.200 megavatios (MW) de potencia en ciclos combinados, 290 MW de solar fotovoltaica, 190 MW de parques eólicos, 153 de cogeneración, 14 MW de biogás, 41 MW de minihidráulica y 1,4 de termosolar. Además, tiene capacidad de producir 318.000 toneladas de biocarburantes. (INFO, 2012).

Murcia es la primera provincia de España en densidad de potencia fotovoltaica instalada por kilómetro cuadrado y la que más energía solar, limpia y sostenible genera, principalmente gracias a las infraestructuras de transporte de energía eléctrica existentes, que permite la evacuación con facilidad. Al amparo de ello, más de 50 Pequeñas y Medianas Empresas (Pymes) se han creado o reforzado y otras tantas foráneas se han instalado o han desarrollado intereses e inversiones en Murcia. (INFO, 2012).

En materia de renovables, la Región es la quinta Comunidad Autónoma en producción de energía eléctrica fotovoltaica, con cerca de 300 MW de potencia instalada, lo que la sitúa a la cabeza nacional de producción de energía de estas características. (INFO, 2012).

Asimismo, La Región de Murcia es la tercera Comunidad Autónoma considerando la generación fotovoltaica por unidad de PIB. Esta fuente de energía se suma al resto de renovables con la que cuenta la Región y que en su conjunto producen 1.030 GWh de energía eléctrica, lo equivalente a lo que consume la mitad de los hogares de la Región. (INFO, 2012).

Esta fuente de generación eléctrica permite que, pese a que se produce energía que consumen otras comunidades, las emisiones de CO₂ por habitante en la Región de Murcia, son un 26% inferior al resto de la media nacional. (INFO, 2012).

4.3.15 Efectos en el sector turístico

La actividad turística generó en 2011 unos 2.719 millones de euros en la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia, lo que sitúa la participación del turismo en la economía de la Región en el 9,8% del PIB. (IMPACTUR, 2011).

El número de puestos de trabajo generados de manera directa e indirecta por la actividad turística en la Región de Murcia ascendió a 55.792 personas, representando un 10,2% del empleo total en la comunidad en 2011. (IMPACTUR, 2011).

En la Región de Murcia, las zonas donde mayor concentración de turistas existe son en La Manga del Mar Menor, Mazarrón y alrededores y Águilas. El sector servicios es uno de los más importantes para la Región y la llegada de turistas supone una fuente de ingresos interesante.

Si nos fijamos en la Tabla 4.3, el total de turistas que visitaron nuestra Región en la costa fueron 414.210 personas y alrededor de 1.532.453 pernoctaciones. Un 22,5% no son residentes en España. Los turistas residentes en España son los que tuvieron un mayor número de pernoctaciones con un 76% sobre el total.

Un mayor número de pernoctaciones implica una estancia más duradera. Estancia en la que se realiza una sobreexplotación de los recursos al haber en un corto espacio de tiempo más población de la habitual.

	Viajeros (2013-2014)			Pernoctaciones (2013-2014)		
	Total	Residentes en España	No residentes en España	Total	Residentes en España	No residentes en España
La Manga	153.600	122.986	30.614	815.660	642.304	173.357
Resto Mar Menor	189.256	141.521	47.735	550.925	390.918	160.007
Subtotal La Manga + Resto Mar Menor	342.856	264.507	78.349	1.366.585	1.033.222	333.364
Mazarrón	32.067	25.051	7.016	78.469	60.428	18.042
Águilas	35.621	28.567	7.054	80.020	62.842	17.179
Subtotal Águilas + Mazarrón	71.354	56.408	14.946	165.868	128.720	37.150
Total Costa	414.210	320.915	93.295	1.532.453	1.161.942	370.514

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos publicados en IMPACTUR, (2011)

Este turismo busca principalmente el sol y la playa. También existe el turismo rural pero es un turismo que se integra con la naturaleza y por tanto es menos agresivo desde el punto de vista de nuestro estudio.

Por tanto, el turismo que nos interesa es aquel situado en las costas murcianas donde en los meses estivales se produce un aumento de población que dará como resultado consumos de agua, alimentos, electricidad o gas entre otras.

El turismo puede verse afectado por la reducción de la cubierta de nieve en zonas alpinas y por el aumento de las temperaturas en las regiones mediterráneas. Las formas insostenibles de turismo pueden agravar los efectos negativos del cambio climático. (Comisión Europea, 2009).

Esos fenómenos tienen fuertes repercusiones sobre la economía y la sociedad. Se producen también daños a las infraestructuras (edificios, transportes y suministro de agua y electricidad), lo que supone una amenaza concreta en zonas densamente pobladas. La situación se podría empeorar por el aumento del nivel del mar. Habrá que aplicar un planteamiento más estratégico y a largo plazo a la ordenación territorial y marina, así como a las políticas de transporte, desarrollo regional, industria, turismo y energía. (Comisión Europea, 2009).

Los impactos del cambio climático sobre el espacio geográfico-turístico pueden producir alteraciones en sus ecosistemas. La escasez de agua provocaría problemas de funcionalidad o viabilidad económica de ciertos destinos. El incremento de las temperaturas puede modificar los calendarios de actividad, aumentando los viajes en las interestaciones. La elevación del nivel del mar amenazaría la localización actual de determinados asentamientos turísticos y de sus infraestructuras. (Moreno *et al.*, 2005).

El cambio climático producirá efectos tanto en la estacionalidad del turismo como en las zonas de destino y de origen de los turistas. Por un lado, en los destinos, el cambio climático afectará al propio espacio geográfico-turístico: la elevación del nivel del mar amenazaría tanto al recurso físico (playas) como a algunas infraestructuras; la naturaleza de los entornos turísticos cambiará; el aumento de las temperaturas modificará las condiciones de confort, siendo éstas decisivas para las preferencias turísticas. Estos cambios en el índice de confort pueden conducir a que los turistas prefieran otros destinos o épocas del año más favorables. (ERMCC, 2008).

En definitiva, los impactos en el sector del turismo pueden ser especialmente relevantes, si se tiene en cuenta que el turismo es una importante fuente de ingresos en la economía murciana. (ERMCC, 2008).

4.3.16 Efectos en el sector del seguro

La detección de los efectos del cambio climático en el seguro español se centra en el análisis de la siniestralidad de las coberturas de inundaciones, tormentas, heladas, granizo y sequía, siendo el ramo más afectado el de daños. También se tienen en cuenta las tormentas y las inundaciones; eventos más numerosos y de mayor factura. Las indemnizaciones por inundaciones en el período 1971-2002 se han incrementado, seguramente por el aumento del índice de aseguramiento, de las exposiciones y de los capitales asegurados. Las estadísticas del seguro agrario demuestran que la mitad oriental de la península es la zona más sensible a un cambio climático. (Moreno *et al.*, 2005).

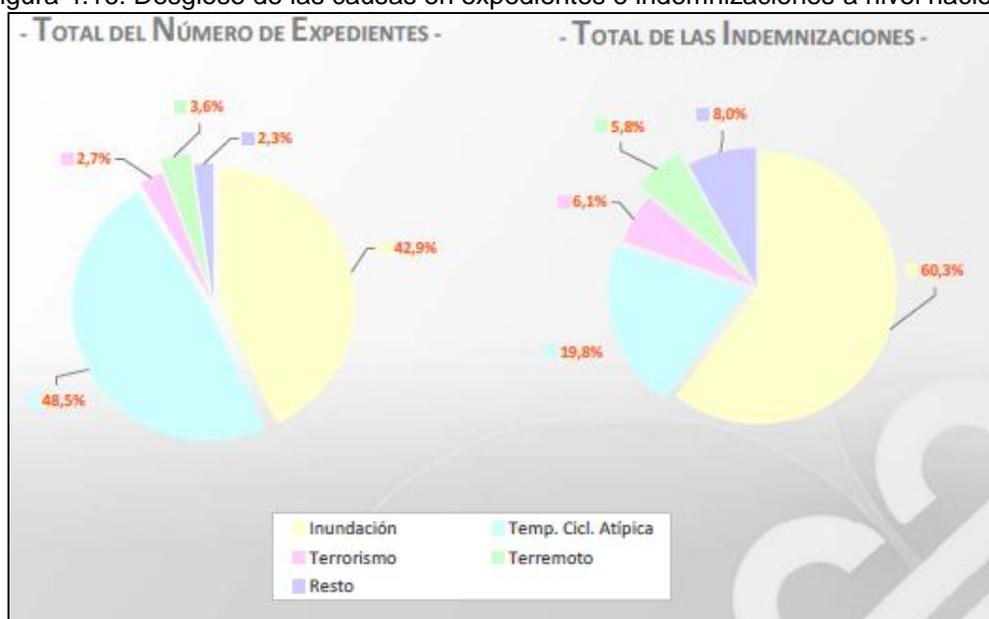
Si nos fijamos en las estadísticas de riesgos extraordinarios acontecidos entre 1971-2013, vemos que las inundaciones y las tempestades ciclónicas atípicas (Tabla 4.4) son donde más levantamiento de expedientes (Figura 4.16) se ha producido, así como las mayores indemnizaciones recibidas frente a otros acontecimientos como terremotos u otros.

Inundación	68,9%
Terremoto	8,2%
Tempestad ciclónica atípica	16%
Caída de cuerpos siderales y aerolitos	-
Terrorismo	5,7%
Motín	-
Tumulto popular	1,2%
Hechos o actuaciones de las fuerzas armadas	-
Varios	-
Total	100%

Fuente: MINECO, (2014)

Ha de tenerse en cuenta que los daños directos de lluvia, pedrisco y nieve cubiertos por el Consorcio de Compensación de Seguros hasta 1987 (y que actualmente están limitados a los que produzca la inundación), están incluidos en la causa “Tempestad Ciclónica Atípica”. Por ello, resulta interesante conocer los porcentajes de participación de cada causa en la siniestralidad total con las coberturas actuales (Tabla 4.4). (MINECO, 2014).

Figura 4.16: Desglose de las causas en expedientes e indemnizaciones a nivel nacional



Fuente: MINECO, (2014)

En el sector asegurador, los impactos vendrán especialmente marcados por el mayor riesgo que supone para el sector la intensificación tanto en frecuencia como en magnitud, de los sucesos extremos que tienen mayor coste, tales como inundaciones, o sequías, entre otros. Cuanto mayor sea la siniestralidad, más posibilidades hay de que se reduzca la asegurabilidad de los capitales, y se ponga en riesgo los esquemas actuales del seguro. (ERMCC, 2008).

En la Tabla 4.5 queda reflejado los datos más relevantes del seguro agrario. Si nos fijamos, existe una superficie y producciones aseguradas importantes debido a la importancia del sector que tiene en la Región de Murcia. Los efectos del cambio climático en el sector agroalimentario por las irregularidades de las precipitaciones o las temperaturas, pueden dar lugar a un mayor número de coberturas, lo que hasta ahora no se ha solicitado por considerarse situaciones poco probable de que sucedan. Esto hará que aumente el coste de la póliza de seguro.

Tabla 4.5: Datos del seguro agrario Región de Murcia respecto a España

Seguros Agrarios		2013		2014		Var. (%) 2014/13		% CCAA/España. 2014
		R. de Murcia	España	R. de Murcia	España	R. de Murcia	España	
Nº. Pólizas		9.315	489.718	8.532	444.727	-8,4%	-9,2%	1,9%
Superficie (hectáreas)		90.621	7.021.920	74.080	5.550.044	-18,3%	-21,0%	1,3%
Nº. Animales Asegurados. (miles cabezas)		9.776	290.588	13.323	289.728	36,3%	-0,3%	4,6%
Producción Asegurada (miles tn)		1.277,6	31.925	1.238,0	29.171	-3,1%	-8,6%	4,2%
Capital Asegurado	Millones €	789,6	11.523	799,9	10.987	1,3%	-4,6%	7,3%
Coste Neto Seguro		55,0	644,1	50,6	580,4	-7,8%	-9,9%	8,7%
Subvención ENESA		16,6	206,5	13,9	176,2	-16,1%	-14,7%	7,9%
Subvención. CCAA		0,3	45,8	0,3	35,5	12,0%	-22,4%	0,8%
Indemnizaciones		65,3	474,4	41,8	472,3	-36,1%	-0,4%	8,8%

Fuente: MAGRAMA, (2015 (f))

4.3.17 Efectos en la salud humana

Unas condiciones meteorológicas cambiantes van a tener, además, efectos profundos sobre la sanidad humana, la salud animal y vegetal. Al intensificarse la frecuencia de fenómenos extremos, podrían aumentar las muertes y enfermedades relacionadas con el clima. El cambio climático también podría acelerar la propagación de enfermedades infecciosas graves transmisibles por vectores, incluidas las zoonosis. El cambio climático supondrá una amenaza para el bienestar de los animales y podría afectar también a la salud vegetal, al favorecer la aparición o migración de organismos nocivos que podrían perjudicar gravemente al comercio de animales, plantas y productos derivados. (Comisión Europea, 2009).

Desde el 2008, la Organización Mundial de la Salud (OMS) viene demostrando su capacidad de liderazgo en la concienciación de los peligros que supone el cambio climático para la salud. En concreto, la OMS facilita pruebas científicas y orientaciones técnicas y ha puesto en marcha métodos innovadores para proteger la salud frente a los riesgos climáticos. (OMS, 2014).

La OMS ha advertido que la salud de millones de personas podría verse amenazada por el aumento de la malaria, la desnutrición y las enfermedades transmitidas por el agua. (MAGRAMA, 2014 (a)).

El cambio climático constituye una nueva e importante amenaza para la salud, y modifica la manera en que debemos considerar la protección de las poblaciones vulnerables. La OMS cuenta con un plan activo para proteger la salud del cambio climático, que se guía por una resolución de la Asamblea Mundial de la Salud. (OMS, 2014).

Desde el punto de vista de los posibles impactos en salud humana, habría que considerar los efectos que sobre la mortalidad van a tener las temperaturas extremas causando mortalidad por problemas cardiovasculares y respiratorios, fundamentalmente a través de las olas de calor, que se apuntan como más frecuentes en intensidad y duración en los próximos años. (Moreno *et al.*, 2005).

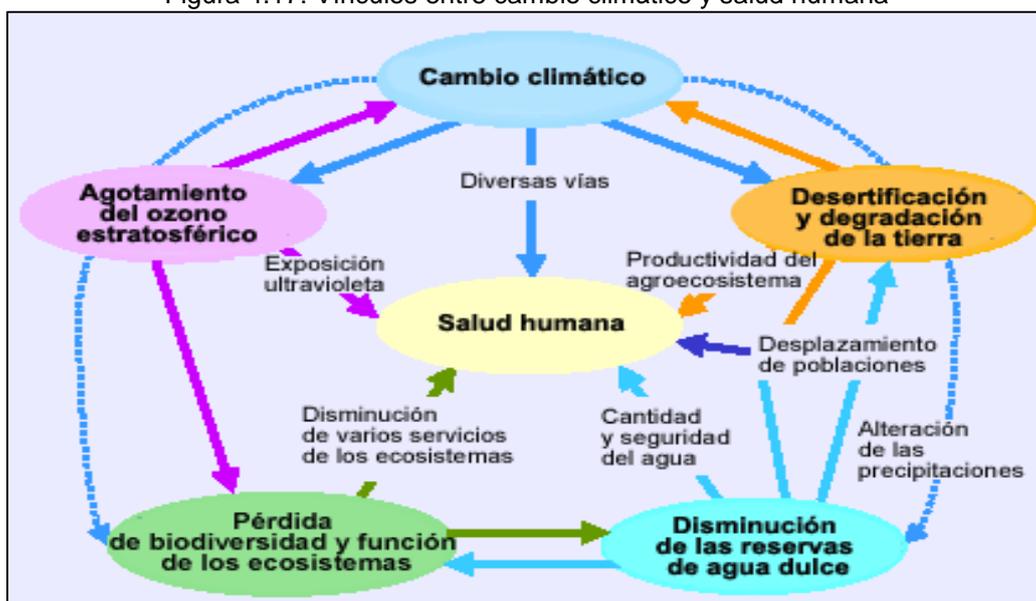
Por otro lado, debido al aumento de las concentraciones del ozono en niveles bajos de áreas urbanas y el aumento previsible de las partículas finas serían los principales impactos relacionados con la contaminación atmosférica y la frecuencia de enfermedades cardiorrespiratorias; y a estos impactos en salud, habría que añadir la extensión geográfica a nuestro país de vectores ya establecidos o por la implantación e instalación de vectores subtropicales adaptados a sobrevivir a climas menos cálidos y más secos. (Moreno *et al.*, 2005).

Otros riesgos potenciales del cambio climático para la salud humana incluyen el incremento de los desastres climáticos (por ejemplo, las muertes y los traumatismos asociados a inundaciones). Pueden aparecer también otros riesgos debido a la distinta dinámica de algunos vectores de enfermedades (como los del paludismo o la fiebre del dengue). (OMS, 2002).

La estacionalidad y la incidencia de diversas infecciones relacionadas con los alimentos o de transmisión hídrica, el rendimiento de los cultivos, la variedad de plagas y patógenos que afectan a las plantas y a los animales, la salinización de zonas costeras y fuentes de agua dulce debido al aumento del nivel del mar, la formación de esporas, pólenes y contaminantes del aire de origen fotoquímico y el riesgo de que estallen conflictos a raíz del agotamiento de determinados recursos naturales son causas que pueden comprometer el bienestar de las personas. (OMS, 2002).

La situación sanitaria de millones de personas resultaría afectada, ya que agravaría la malnutrición y el número de defunciones, enfermedades y lesiones. (Pachauri y Reisinger, 2007).

Figura 4.17: Vínculos entre cambio climático y salud humana



Fuente: OMS, (2015)

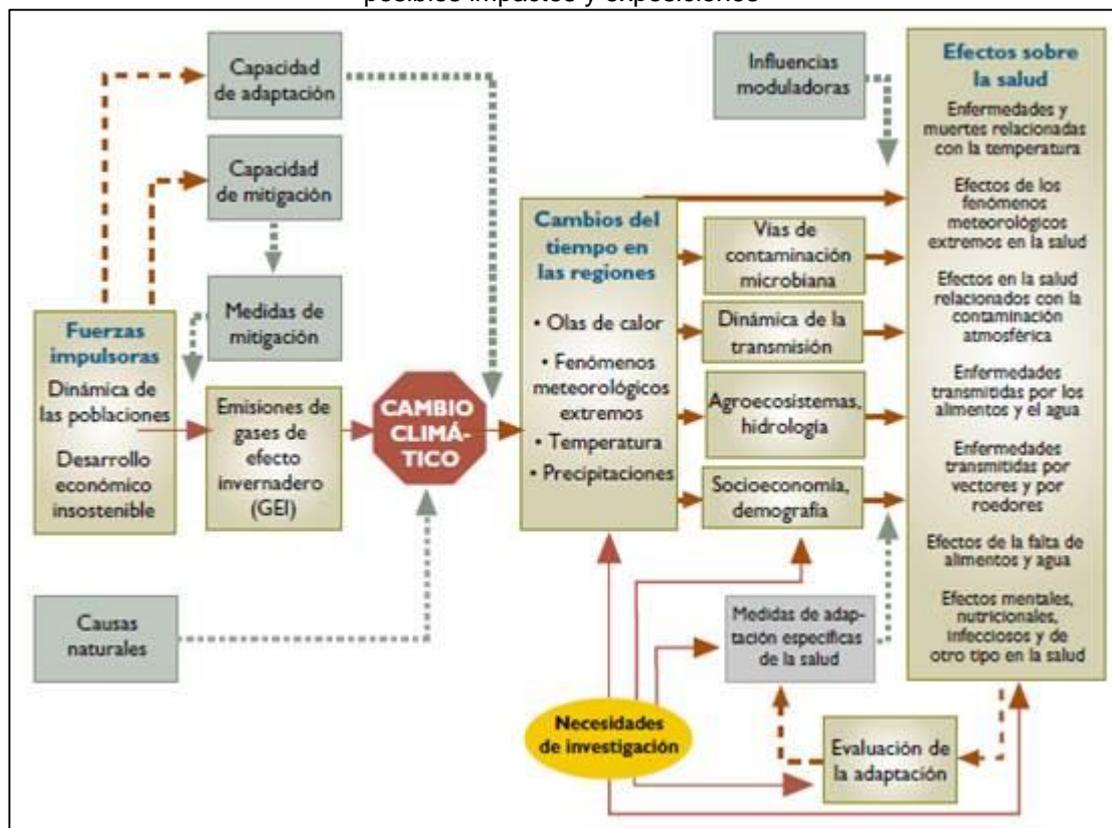
Tendría también efectos beneficiosos sobre la salud humana, por ejemplo, los inviernos más suaves reducirían el pico invernal de mortalidad de los países templados, mientras que, en las regiones actualmente cálidas, unas temperaturas aún más altas podrían reducir la viabilidad de las poblaciones de mosquitos transmisores de enfermedades. (OMS, 2003).

Sin embargo, los científicos consideran que la mayoría de las repercusiones del cambio climático en la salud serían adversas. (OMS, 2003).

Los efectos del cambio climático en la salud humana estarán condicionados previsiblemente por complejas interacciones de factores físicos, ecológicos y sociales. Como es lógico, el impacto de esos efectos será más acentuado en las sociedades o los individuos que dispongan de pocos recursos o carezcan de medios tecnológicos y donde la adaptación de las infraestructuras y las instituciones (por ejemplo del sector sanitario) resulte más difícil. Por consiguiente, es fundamental comprender mejor el papel de los factores socioeconómicos y tecnológicos en la génesis y la mitigación de esos impactos. (OMS, 2002).

Debido a esa complejidad, las actuales estimaciones sobre las posibles repercusiones del cambio climático en la salud se basan en modelos que presentan un grado de incertidumbre considerable. (OMS, 2002).

Figura 4.18: Cambio climático y salud: cadena causal desde las fuerzas impulsoras hasta los posibles impactos y exposiciones

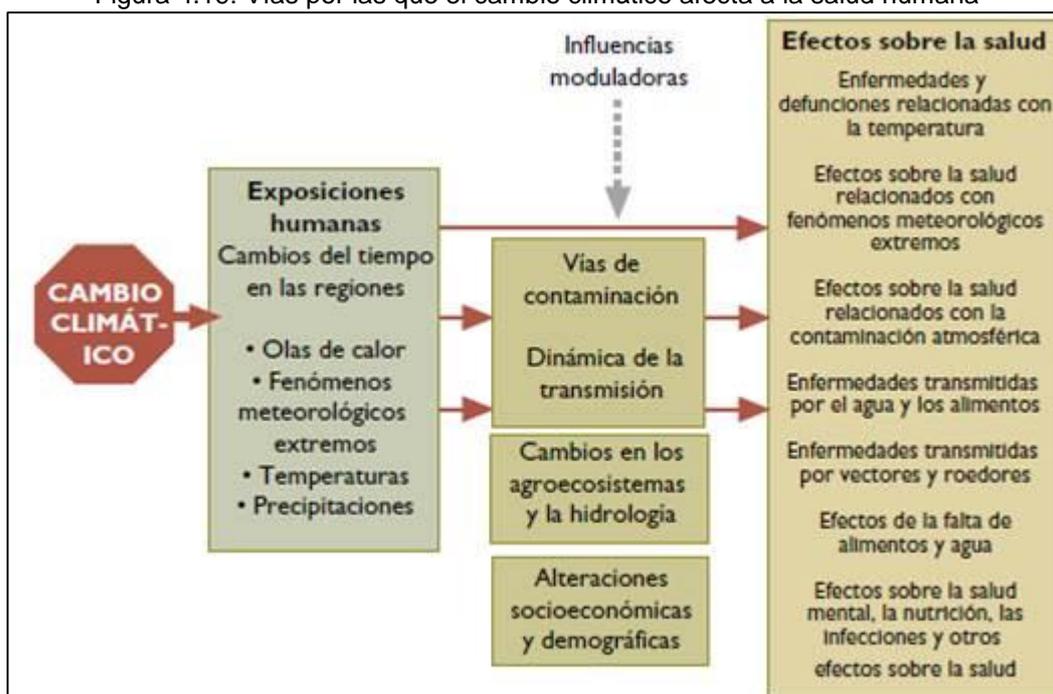


Fuente: OMS, (2003)

Se ha estimado que en 2000 el cambio climático fue responsable de aproximadamente un 2,4% de las enfermedades diarreicas registradas en el mundo entero, del 6% de los casos de paludismo que se dieron en algunos países de renta media y del 7% de los casos de fiebre del dengue aparecidos en algunos países industrializados. (OMS, 2002).

Es probable que los cambios climáticos de los últimos decenios ya hayan influido en algunos resultados sanitarios. Sin embargo, el intenso "ruido de fondo" debido a los cambios experimentados por otros factores causales, dificulta la identificación de los cambios pequeños; una vez detectados, la atribución causal se afianza si se efectúan observaciones similares en poblaciones diferentes. (OMS, 2003).

Figura 4.19: Vías por las que el cambio climático afecta a la salud humana



Fuente: OMS, (2003)

En definitiva, el reto para los responsables políticos va a ser comprender esos impactos del cambio climático y desarrollar y aplicar medidas para garantizar un nivel óptimo de adaptación. Las estrategias centradas en la gestión y conservación de recursos hídricos, edáficos y biológicos para mantener y restaurar ecosistemas sanos que funcionen correctamente y resistentes al cambio climático, son una vía para controlar el impacto y pueden contribuir también a prevenir catástrofes. (Comisión Europea, 2009).

Hay datos que indican que aprovechar la capacidad de la naturaleza de absorber o controlar impactos en zonas urbanas y rurales puede ser un modo de adaptación más eficaz que centrarse simplemente en la infraestructura física. La «infraestructura verde»⁴¹ puede desempeñar un papel esencial en la adaptación proporcionando recursos básicos para fines sociales y económicos en condiciones climáticas extremas. Por ejemplo, puede mejorar la capacidad de almacenamiento de carbono y agua del

⁴¹ La infraestructura verde es la red interconectada de espacios naturales, incluidos algunos terrenos agrícolas, como vías verdes, humedales, parques, reservas forestales y comunidades de plantas autóctonas, así como espacios marinos que regulan de forma natural los caudales de aguas pluviales, las temperaturas, el riesgo de inundaciones y la calidad del agua, el aire y los ecosistemas.

suelo y conservar el agua en los sistemas naturales para aliviar el efecto de las sequías y prevenir las inundaciones, la erosión del suelo y la desertificación. (Comisión Europea, 2009).

En la Región de Murcia, según ERMCC, (2008), los impactos en la salud humana son:

- Cambios en la mortalidad en relación con olas de calor, que se prevé que sean más frecuentes en intensidad y duración en los próximos años.
- Efectos relacionados con eventos meteorológicos extremos, como precipitaciones extremas e inundaciones.
- Contaminación atmosférica y aumento de sus efectos sobre la salud, dado el previsible aumento de las partículas finas y del ozono en la atmósfera.
- Enfermedades transmitidas por vectores infecciosos, el posible riesgo vendría por la extensión geográfica de vectores ya establecidos o por la importación e instalación de vectores subtropicales adaptados a sobrevivir en climas menos cálidos y más secos.
- Aumento de los casos de asma y alergias debido a una polinización más prolongada.

En el verano de 2012 los hospitales murcianos comunicaron haber atendido 14 casos de golpe de calor, el 50% precisaron ingreso. Uno de los 14 casos notificados falleció, siendo la letalidad de los casos atendidos en los hospitales de golpe de calor del 7%. (CARM, 2012).

El factor de riesgo más frecuente este verano, al igual que el año pasado, fue la exposición a altas temperaturas durante actividades de ocio tales como deportes, caminar o exposición en la playa (64% del total de casos registrados). (CARM, 2012).

La segunda categoría más frecuente es la exposición laboral (29% del total de casos registrados). En el verano de 2012 se han registrado el doble de casos de golpes de calor atendidos en hospitales o por el 061 respecto a la mediana del quinquenio previo. (CARM, 2012).

En el periodo 2004-2012 la media de edad de los casos ha sido de 43,8 años (mediana 42), y el 86% son hombres. El 40% de los casos de golpe de calor registrados tenían antecedente de exposición laboral, siendo este el factor de riesgo más frecuente con una letalidad del 16%. (CARM, 2012).

Bibliografía

- Abanades, J.C., Cuadrat, J.M., De Castro, M., Fernández, F., *et al.*, 2007. Cambio Climático en España: Estado de Situación. Informe para el Presidente del Gobierno elaborado por expertos en cambio climático.
- Abbs, D., 2002. Climate change and Australia`s coastal communities. Informe Técnico, CSIRO Atmospheric Research.
- ABI, 2005. Financial Risks of Climate Change. Informe Técnico. Association of British Insurers, Londres, Reino Unido.
- Almarza, C., 2003. El marco climático de los riesgos meteorológicos en España. En: García-Legaz y Valero, 2003. Capítulo 6, 108-138.
- Álvarez, D., González, I., 2012. Bancos de hábitat: Una solución de futuro. Ecoacsa. Reserva de Biodiversidad. Disponible en: http://www.mercadosdemedioambiente.com/biblioteca/bancosbiodiversidad/100_bancos-de-habitat/. Extraído el 12/01/2015.
- Anuario de estadística CARM, 2015. Estadística agraria regional. Disponible en: [http://www.carm.es/web/pagina?IDCONTENIDO=1174&IDTIPO=100&RASTRO=c1415\\$m](http://www.carm.es/web/pagina?IDCONTENIDO=1174&IDTIPO=100&RASTRO=c1415$m). Extraído el 26/01/2015.
- Anuario de estadística del MAGRAMA, 2014. Disponible en <http://www.magrama.gob.es/es/estadistica/temas/publicaciones/anuario-de-estadistica/>. Extraído el 17/11/2014.
- APPA, 2013. Provocado por el gobierno: Apagón renovable. Revista APPA nº 34. Disponible en: <http://www.appa.es/descargas/Appainfo34-web.pdf>. Extraído el 30/01/2015.
- Artículo de Europapress, 2013. Valcárcel inaugura nuevo parque eólico en Altiplano, que sitúa a la Región en referente en producción energía renovable. Disponible en: <http://www.europapress.es/murcia/noticia-valcarcel-inaugura-nuevo-parque-eolico-altiplano-situa-region-referente-produccion-energia-renovable-20130131145657.html>. Extraído el 10/02/2015.
- Artículo de La Opinión, 2014. La peor sequía en 150 años. Disponible en: <http://www.laopiniondemurcia.es/comunidad/2014/05/18/peor-sequia-150-anos/559927.html>. Extraído el 20/01/2015.
- Artículo del Mundo, 2007. El G8 y los países emergentes aprueban una iniciativa sobre biodiversidad. Disponible en: <http://www.elmundo.es/elmundo/2007/03/16/ciencia/1174057631.html>. Extraído el 12/01/2015.
- Ayala, F.J., 2004. El cambio climático en España: Una realidad con efectos en la economía y el sector asegurador. Gerencia de Riesgos y Seguros, 86, 17-24.

- BOE, 2010. Ley 41/2010, de 29 de diciembre, de Protección del Medio Marino. Disponible en: <https://www.boe.es/boe/dias/2010/12/30/pdfs/BOE-A-2010-20050.pdf>. Extraído el 12/01/2015.
- Brugarolas, C., 2015. El Patrimonio Natural de la Región de Murcia. Cuadernos de Biodiversidad. Consejería de Agricultura, Agua y Medio Ambiente. Murcia. 1-7. Disponible en: http://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/1122/1/cuadbiod13_3.pdf. Extraído el 19/01/2015.
- CARM, 2012. Informe de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia sobre el plan de acciones preventivas contra los efectos del exceso de temperaturas sobre la salud. Disponible en: http://www.murciasalud.es/recursos/ficheros/257155-calor_2012.pdf. Extraído el 10/02/2015.
- Coleman, T., 2002. The impact of climate change on insurance against catastrophes. Informe Técnico. Insurance Australia Group.
- Comisión Europea, 2008. La economía de los ecosistemas y la biodiversidad. Luxemburgo: Oficina de las Publicaciones Oficiales de la Unión Europea.
- Comisión Europea, 2009. Libro Blanco. Adaptación al cambio climático: Hacia un marco europeo de actuación. Bruselas. Disponible en: http://www.europarl.europa.eu/meetdocs/2009_2014/documents/com/com_com%282009%290147_/com_com%282009%290147_es.pdf. Extraído el 12/01/2015.
- De Castro, M., Martín, J., Alonso, S., 2005. El clima de España: pasado, presente y escenarios de clima para el siglo XXI. En: Moreno *et al.*, 2005. Capítulo 1, 1-64.
- Díaz, S., Lavorel, S., De Bello, F., Quétier, F., Grigulis, K., Robson, T.M., 2007. Incorporating plant functional diversity effects in ecosystem service assessments. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104: 20684-20689.
- Directiva 2008/56/CE del parlamento europeo y del consejo de 17 de junio de 2008 por la que se establece un marco de acción comunitaria para la política del medio marino (Directiva marco sobre la estrategia marina). Texto pertinente a efectos delEEE. Disponible en: http://www.magrama.gob.es/es/costas/legislacion/directiva_2008-56-ce_tcm7-211327.pdf. Extraído el 12/01/2015.
- Easterling, W., Aggarwal, P., Batima, P., Brander, K., Erda, L., Howden, M., Kirilenko, A., Morton, J., Soussana, J.F., Schmidhuber, S., Tubiello, F., 2007. Food, fibre and forest products. En: Parry, M.L., Canziani, O.F., Palutikof, J.P., Van Der Linden, P.J., Hanson, C.E., Eds. *Climate Change 2007: Impacts, adaptation and vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge, UK, Cambridge University Press. 273-313.
- EEA, 2004. Impacts of Europe's changing climate. An indicator-based assessment. Informe Técnico 2/2004, Agencia Europea del Medioambiente.

- Emanuel, K., 2005. Increasing destructiveness of tropical cyclones over the past 30 years. *Nature*, 436, 686-688.
- ERMCC, 2008. Estrategia de la Región de Murcia frente al Cambio Climático. Disponible en: <http://www.ecorresponsabilidad.es/pdfs/orcc/ermcc.pdf>. Extraído el 23/12/2014.
- Estado de los pantanos y embalses de España, 2015. Disponible en: <http://www.embalses.net/comunidad-14-region-de-murcia.html>. Extraído el 20/01/2015.
- Estrategia de biodiversidad de la UE para 2020. Disponible en: http://ec.europa.eu/archives/commission_2010-2014/president/news/documents/pdf/20100303_1_es.pdf. Extraído el 5/12/2014.
- Estrategia de biodiversidad de la UE para 2020. Disponible en: http://www.magrama.gob.es/es/biodiversidad/temas/conservacion-de-la-biodiversidad/conservacion-de-la-biodiversidad-en-la-union-europea/cb_ue_estrategia_bio_UE_2020.aspx. Extraído el 12/01/2014.
- FAO, 2010. Evaluación de los Recursos Forestales Mundiales. Principales Resultados. Roma. Disponible en: <http://foris.fao.org/static/data/fra2010/KeyFindings-es.pdf>. Extraído el 27/12/2014.
- FAO, 2012. Consecuencias del cambio climático para la pesca y la acuicultura. Visión de conjunto del estado actual de los conocimientos científicos. Documento técnico de pesca y acuicultura, 530. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/015/i0994s/i0994s.pdf>. Extraído el 12/01/2015.
- Harley, C.D., Hughes, R., Hultgren, K.M., Miner, B.G., Sorte, C.J., Thornber, C.S., Rodriguez, L.F., Tomanek, L., Williams, S.L., 2006. The impacts of climate change in coastal marine systems. *Ecol. Lett.*, 9, 228-241.
- Hoffmann, M., Hilton, C., Angulo, A., Böhm, M., Brooks, T.M., *et al.*, 2010. The impact of conservation on the status of the world's vertebrates. *Science*, 330, 1503-1509.
- Hooper, D.U., Chapin, F.S., Ewel, J.J., Hector, A., Inchausti, P., Lavorel, S., Lawton, J.H., Lodge, D.M., Loreau, M., Naeem, S., Schmid, B., Setälä, H., Symstad, A.J., Vandermeer, J., Wardle, D.A., 2005. Effects of biodiversity on ecosystem functioning: a consensus of current knowledge. *Ecological Monographs*, 75, 3-35.
- Ibáñez, D., 2011. Efectos del cambio climático en las actividades agrarias y forestales. Universidad de Alicante, 1-27.
- IMPACTUR, 2011. Estudio de Impacto Económico del Turismo. Disponible en: [http://www.carm.es/web/pagina?IDCONTENIDO=44349&IDTIPO=100&RASTRO=c1095\\$m11170,44332,44333](http://www.carm.es/web/pagina?IDCONTENIDO=44349&IDTIPO=100&RASTRO=c1095$m11170,44332,44333). Extraído el 5/02/2015.
- INFO, 2012. Energías renovables en la Región de Murcia: Energía solar. Disponible en: http://www.institutofomentomurcia.es/c/document_library/get_file?uuid=700e523b-4ec1-4a1d-89c5-0e12866933e2&groupId=10131. Extraído el 10/02/2015.

- INFO, 2013. Ficha socioeconómica de la Región de Murcia. Disponible en: http://www.impulsoexterior.com/COMEX/servlet/MuestraArchivo?id_=2_7757. Extraído el 26/01/2015.
- Informe Sumideros de Carbono a Nivel Local, 2011. Federación Española de Municipios y Provincias. Disponible en: <http://www.redciudadesclima.es/uploads/documentacion/c2dd700737802664a97469104e56f17d.pdf>. Extraído el 12/01/2015.
- IPCC, 2000. Escenarios de emisiones. Naciones Unidas. Organización Meteorológica Mundial. ISBN: 92-9169-413-4.
- IPCC, 2001c. Climate Change 2001: Synthesis Report. A Contribution of Working Groups I, II and III to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge. United Kingdom and New York, NY, USA, 398 pp. ISBN 0-521-01507-3.
- López, J.M., De Paz, S., 2007. El sector asegurador ante el cambio climático: riesgos y oportunidades. Instituto de Ciencias del Seguro. Fundación Mapfre. Capítulo 1: El Cambio Climático: Principales Características, 1-30.
- MAGRAMA, 2013. Programa de Desarrollo Rural de la Región de Murcia 2007-2013. Tomo I. 6º Versión. 112-113. Disponible en: http://www.magrama.gob.es/es/desarrollo-rural/temas/programas-ue/PDR_Murcia_v6_27_junio_2013_v2_tcm7-151343.pdf. Extraído el 20/01/2015.
- MAGRAMA, 2014 (a). Información disponible: <http://www.magrama.gob.es/es/cambio-climatico/temas/que-es-el-cambio-climatico-y-como-nos-afecta/>. Extraído el 16/12/2014.
- MAGRAMA, 2014 (b). Inventarios nacionales de emisiones a la atmósfera 1990-2012. Disponible en: http://www.magrama.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/sistema-espanol-de-inventario-sei-/Documento_Resumen_Inventario_1990-2012_tcm7-336746.pdf. Extraído el 30/01/2015.
- MAGRAMA, 2015 (a). Espacios protegidos. Disponible en: http://www.magrama.gob.es/es/biodiversidad/temas/espacios-protegidos/red-natura-2000/rn_presentacion.aspx. Extraído el 13/01/2015.
- MAGRAMA, 2015 (b). Conservación de la biodiversidad. Disponible en: <http://www.magrama.gob.es/es/biodiversidad/temas/conservacion-de-la-biodiversidad/>. Extraído el 13/01/2015.
- MAGRAMA, 2015 (c). Biodiversidad y cambio climático. Disponible en: <http://www.magrama.gob.es/es/biodiversidad/temas/conservacion-de-la-biodiversidad/biodiversidad-y-cambio-climatico/>. Extraído el 13/01/2015.

- MAGRAMA, 2015 (d). Zonas de Especial Protección para las Aves (ZEPA). Disponible en: <http://www.magrama.gob.es/es/biodiversidad/temas/espacios-protegidos/red-natura-2000/zepa.aspx>. Extraído el 19/01/2015.
- MAGRAMA, 2015 (e). Lugares propuestos de Importancia Comunitaria (LIC). Disponible en: <http://www.magrama.gob.es/es/biodiversidad/temas/espacios-protegidos/red-natura-2000/lic.aspx>. Extraído el 19/01/2015.
- MAGRAMA, 2015 (f). Dossier Autonómico Región de Murcia. Disponible en: http://www.magrama.gob.es/es/ministerio/servicios/analisis-y-prospectiva/Dossier_Murcia_tcm7-183059.pdf. Extraído el 9/02/2015.
- MAGRAMA, 2015 (g). Estrategias marinas. Disponible en: <http://www.magrama.gob.es/es/costas/temas/estrategias-marinas/>. Extraído el 12/01/2015.
- Martínez, R., 2013. Estudio de Valoración Conjunta de Bancos de Conservación y Bancos de Carbono. Disponible en: http://www.orcc.es/pdfs/orcc/BANCOS_Cons_co2.pdf. Extraído el 12/01/2015.
- McLean, R.F., Tsyban, A., 2001. Coastal zones and marine ecosystems. En: McCarthy, J.J., Canziani, O.F., Leary, N.A., Dokken, D.J., White, K.S., Eds. *Climate change 2001: impacts, adaptation, and vulnerability. Contribution of Working Group II to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge, UK. Cambridge University Press. 343-380.
- McNeely, J.A., Faith, D.P., Albers, H.J., 2005. Biodiversity. En: Policy Responses (Chopra, K., Leemans, R., Kumar, P., Simons, H., Eds.). *Millennium Ecosystem Assessment*, 3, 119-172. Island Press, Washington D.C., Covelo, London.
- Mills, E., Lecomte, E., Pears, A., 2001. US Insurance industry Perspectives on Global Climate Change. Informe Técnico. LBNL-45185. Lawrence Berkeley National Laboratory.
- MINECO, 2014. Estadística Riesgos Extraordinarios: Serie 1971-2013. Consorcio de Compensación de Seguros. MINECO. Disponible en: http://www.conorseguros.es/web/c/document_library/get_file?uuid=548d4f59-b6c5-40dd-b06b-98dbcefd790f&groupId=10124. Extraído el 14/01/2015.
- Moreno, J.M., Aguiló, E., Alonso, S., *et al.*, 2005. Evaluación Preliminar de los Impactos en España por Efecto del Cambio Climático. Capítulo 1: El clima de España: pasado, presente y escenarios de clima para el siglo XXI. MARM, Universidad Castilla La Mancha (UCLM).
- Navarrete, R., 2007. Bosques y cambio climático. *El Ecologista*, 54. Disponible en: <http://www.ecologistasenaccion.es/article17910.html>. Extraído el 13/01/2015.
- OMS, 2002. Informe sobre la salud en el mundo 2002. Capítulo 4: Cuantificación de algunos riesgos importantes para la salud. 51-77. Disponible en: <http://www.who.int/whr/2002/en/Chapter4S.pdf>. Extraído el 14/01/2015.

- OMS, 2003. Cambio climático y salud humana: Riesgos y respuestas. Resumen. ISBN 92-4-359081-2. pp 7.
- OMS, 2014. Conferencia de la OMS sobre salud y clima. Disponible en: <http://www.who.int/globalchange/es/>. Extraído el 14/01/2015.
- OMS, 2015. Bienes y servicios de los ecosistemas para la salud. Disponible en: <http://www.who.int/globalchange/ecosystems/es/>. Extraído el 15/01/2015.
- Pachauri, R.K., Reisinger, A., 2007. Cambio climático 2007: Informe de Síntesis. Contribución de los Grupos de Trabajo I, II y III al Cuarto Informe de Evaluación del IPCC. Ginebra, Suiza.
- Pardo, M., Rodríguez, M., 2010. Cambio climático y lucha contra la pobreza. Fundación Carolina y Siglo XXI. Madrid. pp 217.
- Parry, M., Parry, C., Livermore, M., (Eds.) 2000. Valoración de los efectos potenciales del cambio climático en Europa. Volumen Resumen y Conclusiones. Universidad de Castilla La Mancha. Iberdrola, Toledo.
- Picatoste, J.R., 2015. Principales actuaciones en cambio climático. MAGRAMA. Disponible en: http://www.magrama.gob.es/ministerio/pags/exposiciones/cambio_climatico/www/jr_picatoste/pdf/intervencion_jr_picatoste.pdf. Extraído el 12/01/2015.
- Piqueras, M., 2007. Sector agrario y cambio climático. *El Ecologista*, 54. Disponible en: <http://www.ecologistasenaccion.es/article17906.html>. Extraído el 13/01/2015.
- PNACC, 2006. Marco para la coordinación entre administraciones públicas para las actividades de evaluación de impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático. Oficina española de cambio climático s.g. para la prevención de la contaminación y del cambio climático, MARM. Disponible en: http://www.magrama.gob.es/es/cambio-climatico/temas/impactos-vulnerabilidad-y-adaptacion/pna_v3_tcm7-12445_tcm7-197092.pdf. Extraído el 23/12/2014.
- PNACC, 2008. Primer Informe de Seguimiento. Dirección General de la OECC del MARM. Disponible en: http://www.oei.es/pdfs/inf_prog_pnacc.pdf. Extraído el 23/12/2014.
- Rábade, J., Castellano, E., Lorente, I., Cabrerizo, M., Martín, C., Picazo, I., 2008. Hacia la creación de Bancos de Hábitats en España. *Ecosostenible*, 31-40.
- Rivas, S., 1987. Memoria del MAPA de series de vegetación de España. Disponible en: http://www.magrama.gob.es/es/biodiversidad/servicios/banco-datos-naturaleza/informacion-disponible/memoria_mapa_series_veg.aspx. Extraído el 12/01/2015.
- Rodríguez, A., 2003. Implicación medioambiental de las reservas hidráulicas españolas. En: García-Legaz y Valero, 2003. Capítulo 4, 69-82.

- Ross, A., 2000. Climate change and its impacts on the insurance industry. Reflections on the Future. Institute for Catastrophe Loss Reduction, Ontario. Canadá.
- Timmerman, A., Oberhuber, J., Bacher, A., Esch, M., Latif, M., Roeckner, E., 1999. Increased El Niño frequency in a climate model forced by future greenhouse warming. *Nature*, 398, 694-696.
- World Wildlife Fund for Nature (WWF), 2012. Informe Planeta Vivo. Gland, Suiza. Disponible en:
http://awsassets.panda.org/downloads/informe_planeta_vivo_2012.pdf.
Extraído el 12/01/2015.
- Zobaa, A.F., 2005. Climate Change Risks and Financial Sector. <http://ieeexplore.ieee.org>.

5 Adaptaciones al Cambio Climático

5.1 Contexto internacional y europeo

Ante el cambio climático, se requieren dos tipos de respuestas: en primer lugar, es importante reducir las emisiones de GEI, para lo cual deben adoptarse medidas de «mitigación»; en segundo lugar, hay que actuar para hacer frente a sus impactos inevitables, es decir, tomar medidas de «adaptación». (Comisión Europea, 2009).

Recientemente, la UE ha adoptado legislación en materia de cambio climático por la que se establecen medidas concretas para cumplir su compromiso de reducir las emisiones, antes de 2020, un 20% respecto a los niveles de 1990, legislación que puede modificarse para que esa reducción sea del 30% si se llega a un acuerdo internacional para que otros países desarrollados realicen reducciones comparables y para que los países en desarrollo con economías más avanzadas contribuyan también en función de sus capacidades y responsabilidades. (Comisión Europea, 2009).

No obstante, incluso aunque se consiga limitar y, a continuación, reducir las emisiones de GEI en todo el mundo, el planeta necesitará tiempo para recuperarse de los efectos de los gases de efecto invernadero que ya están en la atmósfera. De hecho, vamos a sufrir los impactos del cambio climático durante al menos los próximos 50 años. Tenemos, por tanto, que tomar medidas para adaptarnos a ellos. (Comisión Europea, 2009).

Ya se están tomando medidas de adaptación, pero no de forma sistemática. Es preciso seguir un planteamiento de carácter más estratégico para que se adopten con tiempo medidas de adaptación que sean eficaces, que garantice una coherencia entre los distintos sectores y esferas de poder. (Comisión Europea, 2009).

La contribución del Grupo de Trabajo I del IPCC para el Quinto Informe de Evaluación, aprobado en septiembre de 2013, confirma que el calentamiento global es inequívoco. (PNACC, 2014).

Por otra parte, en el proceso de negociación de la CMNUCC, la adaptación es uno de los principales pilares del futuro acuerdo jurídicamente vinculante para los países miembros, a alcanzar en 2015, y constituye una prioridad para los países en desarrollo, dado que estos países se encuentran entre los más vulnerables y son los que sufrirán los mayores impactos por causa del cambio climático. (PNACC, 2014).

En la Tercera Conferencia Mundial del Clima, celebrada en Ginebra en el año 2009 (ver Capítulo “Antecedentes del Cambio Climático”), los gobiernos decidieron el establecimiento del Marco Mundial para los Servicios Climáticos (MMSC). Su visión es una sociedad preparada para gestionar los riesgos y oportunidades que plantean la variabilidad del clima y el cambio climático mediante el desarrollo y la incorporación de información y predicciones climáticas con base científica a la planificación, las políticas y la práctica. (PNACC, 2014).

El proceso de definición de la política europea de adaptación comenzó en 2007 con el Libro Verde sobre Adaptación, continuó su evolución con el Libro Blanco, aprobado en 2009, y ha culminado en 2013 de la Estrategia Europea de Adaptación al Cambio Climático, cuyo horizonte de acción es 2013-2020. (PNACC, 2014).

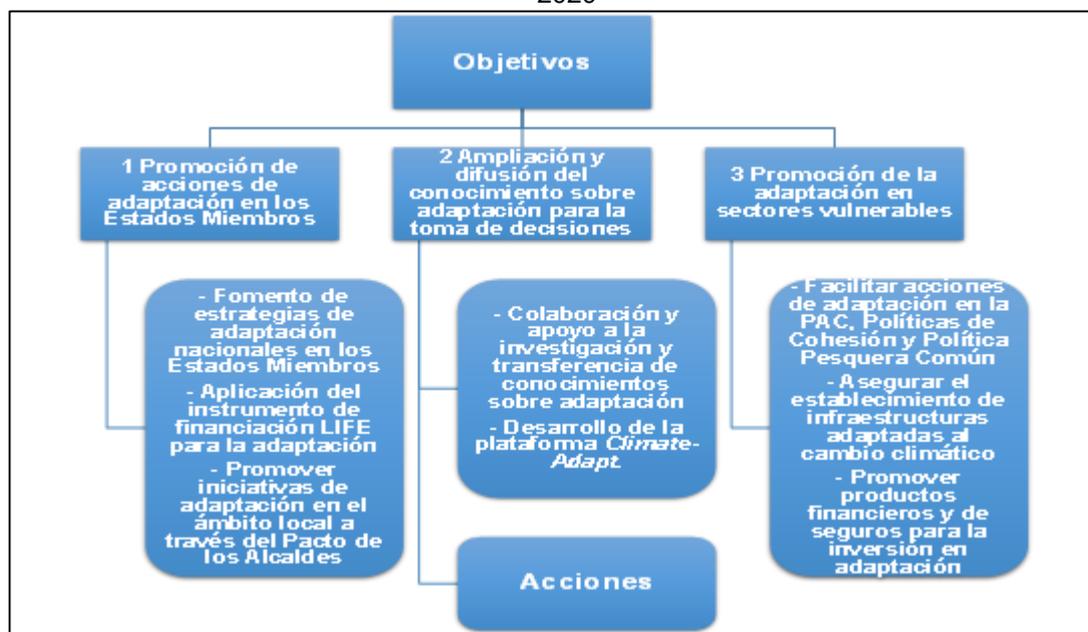
El Libro Blanco de Adaptación del año 2009 se estructuraba en cuatro pilares de acción, (i) refuerzo de la base de conocimiento, (ii) integración de la adaptación en todas las políticas de la UE, (iii) instrumentos (financieros y de otro tipo) para asegurar la efectividad de la adaptación y (iv) cooperación internacional y dimensión exterior de la adaptación. (PNACC, 2014).

Los cuatro pilares se han desarrollado satisfactoriamente, destacando entre ellos el relativo al refuerzo de la base del conocimiento, que se ha materializado en marzo de 2012 con la creación por parte de la Comisión Europea y la Agencia Europea de Medio Ambiente de la Plataforma Europea para la Adaptación, *Climate-Adapt*⁴² (PNACC, 2014).

La Estrategia Europea de Adaptación, aprobada en abril de 2013, está formada por un “paquete” de documentos que incluye la propia Estrategia -que adopta la forma de una Comunicación de la Comisión Europea-, la evaluación del impacto -obligatoria en todas las iniciativas de la UE, que justifica la necesidad de acción; evalúa los impactos social, económico y ambiental- y una serie de documentos de trabajo de la Comisión (Commission Staff Working Documents) sobre sectores o temas específicos (migración, adaptación en las costas, salud o infraestructuras) y sobre un conjunto de directrices para el desarrollo de estrategias de adaptación, la integración de la adaptación en los programas e inversiones de la Política de Cohesión y la integración de la adaptación en los Programas de Desarrollo Rural. (PNACC, 2014).

El principal objetivo de la Estrategia Europea de Adaptación es construir una Europa más resiliente frente a los impactos y mejor adaptada al cambio climático. La Estrategia se compone de tres objetivos y 8 acciones (Figura 5.1). (PNACC, 2014).

Figura 5.1: Estructura de objetivos y acciones de la Estrategia Europea de Adaptación 2013-2020



Fuente: PNACC, (2014)

⁴² Ver: <http://climate-adapt.eea.europa.eu/>. Extraído el 30/01/2015.

5.2 Contexto nacional

España ha sido uno de los países europeos pioneros en desarrollar una política de adaptación al cambio climático. En el año 2006 se aprobó el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC), tras un amplio proceso de información, consulta pública y participación que implicó a los principales órganos de coordinación en materia de cambio climático: la CCPCC y el CNC, culminando con la toma de conocimiento del PNACC por el Consejo de Ministros el 6 de octubre de ese mismo año. (PNACC, 2014).

Desde la aprobación del PNACC y su Primer Programa de Trabajo en el año 2006, la adaptación al cambio climático ha adquirido mayor relevancia mundial, ya que se ha evidenciado que será una apuesta necesaria y complementaria a las acciones de mitigación. (PNACC, 2014).

El PNACC se ejecuta mediante programas de trabajo, que definen de forma concreta las distintas actividades a llevar a cabo. El Primer Programa de Trabajo del PNACC (2006-2009), adoptado en el mismo momento de la aprobación del propio Plan, identificó 4 líneas prioritarias para iniciar su desarrollo: (PNACC, 2014).

- Generación de escenarios regionalizados de cambio climático en España.
- Evaluación del impacto del cambio climático sobre los recursos hídricos.
- Evaluación del impacto del cambio climático sobre las zonas costeras.
- Evaluación del impacto del cambio climático sobre la biodiversidad.

Estas cuatro líneas de actividad se plantearon para acoplar, por un lado, la necesidad de generar y poner a disposición los escenarios climáticos regionalizados para el desarrollo de las evaluaciones sectoriales de impactos, vulnerabilidad y adaptación y, por otro lado, priorizar la acción en tres sectores considerados de particular importancia para el sistema socioeconómico y ambiental del país: las áreas costeras, los recursos hídricos y la biodiversidad. (PNACC, 2014).

En el año 2009 se adoptó el Segundo Programa de Trabajo del PNACC (2009-2013), con un enfoque más estratégico e integrador que supuso un salto cualitativo en el abordaje sistemático de la adaptación en España, al incorporar nuevos elementos y actividades. El Segundo Programa se estructura en torno a cuatro ejes y se apoya en dos pilares (Figura 5.2). (PNACC, 2014).

Figura 5.2: Estructura del Segundo Programa de Trabajo del PNACC



Fuente:PNACC, (2014)

Los resultados alcanzados en el desarrollo del PNACC se recogen en sus informes de seguimiento que están publicados en la web del MAGRAMA, el Primero en 2008, el Segundo en 2011 y el Tercero en 2014. Estos informes son los documentos del mecanismo de seguimiento y evaluación contemplado en el PNACC. (PNACC, 2014).

En el Primer Informe del PNACC (2008), los objetivos perseguidos que obtendría unos resultados en un horizonte de dos años, son: 1) Evaluar posibles impactos y predecir la situación futura de una muestra de hábitat y de taxones de flora y fauna españoles, con objeto de analizar los efectos del cambio climático sobre éstos en el futuro. 2) Identificación, análisis y evaluación de potenciales actuaciones de conservación para minimizar la problemática del cambio climático sobre la biodiversidad analizada. 3) Establecimiento de una adecuada estrategia para la participación, comunicación y divulgación de los resultados, las conclusiones y las propuestas.

El Segundo Informe del PNACC (2011), los resultados proyectan una reducción del territorio con clima adecuado a lo largo del siglo XXI, para casi todas las especies analizadas, que afectan de forma significativa al 20% de las especies forestales, y que para las especies de flora amenazada, indican que un 50% podría pasar a estar en situación crítica a medio plazo por efecto del cambio climático. Respecto a la variación geográfica se proyecta un gradiente de pérdida de calidad del hábitat para la flora, de más intenso en la zona Sur a algo menos en la zona Norte, de forma que se mantienen condiciones climáticas con capacidad relativamente alta de albergar especies algunas zonas del Norte de Castilla y León, Asturias y Cantabria, principalmente.

En el caso de la fauna, bajo un escenario climático extremo, el 85% de los anfibios, el 67% de los reptiles y mamíferos, y el 63% de las aves, podrían ver reducida en más de un 30% la superficie del territorio con condiciones climáticas favorables, para el periodo 2071-2100 con relación al momento actual. Este patrón común para todos los grupos de flora y fauna muestra, además que los efectos se agravarán según avance el siglo XXI. (PNACC, 2011).

El Tercer Informe de Seguimiento del PNACC, (2014), recoge los avances realizados en el desarrollo del mismo desde el año 2011. Continúa así con la labor de seguimiento del PNACC iniciada en 2008 con el Primer Informe de Seguimiento y continuada en 2011 con el Segundo Informe de Seguimiento. Este informe confirma los resultados que se obtuvieron en el Segundo Informe en base a los objetivos planteados en el Primer Informe.

5.3 Tercer Programa de Trabajo del PNACC

La adaptación al cambio climático en nuestro país es un ámbito de trabajo muy complejo, en el que confluyen la dimensión pública y privada, donde hay competencias, responsabilidades y necesidad de coordinación en todos los niveles administrativos - europeo, nacional, regional y local- donde interactúan multitud de sectores y agentes. En este contexto, es imprescindible una buena gobernanza⁴³ en el desarrollo del Tercer Programa de Trabajo, para avanzar hacia el objetivo último del PNACC: la integración

⁴³ El DRAE incorporó el término gobernanza en 2001, con la siguiente primera acepción: arte o manera de gobernar que se propone como objetivo el logro de un desarrollo económico, social e institucional duradero, promoviendo un sano equilibrio entre el Estado, la sociedad civil y el mercado de la economía.

de la adaptación en todos aquellos sectores, sistemas, recursos y territorios vulnerables al cambio climático. (PNACC, 2014).

La buena gobernanza en el desarrollo del Tercer Programa de Trabajo debe incluir todo un abanico de acciones e iniciativas dirigidas al objetivo de aumentar nuestras capacidades colectivas de adaptación al cambio climático, entre las que se incluyen acciones de: (PNACC, 2014).

- Coordinación en las administraciones.
- Participación de los agentes más relevantes.
- Promoción de asociaciones y partenariados.
- Interacción ciencia-planificación-gestión.
- Apropiación.
- Información, comunicación y formación/capacitación.
- Concienciación y sensibilización.

Desde la aprobación del PNACC en el año 2006, se han establecido distintas estructuras o instrumentos que contribuyen a fortalecer las acciones de gobernanza en el ámbito de la adaptación al cambio climático en nuestro país. Entre ellos hay que subrayar por su relevancia dos de ellos: (PNACC, 2014).

- El Grupo de Trabajo sobre Impactos y Adaptación (GTIA), en el marco de la CCPCC, que reúne a las unidades técnicas de la AGE y las CCAA con el objetivo general de coordinar e integrar las diferentes estrategias, planes e iniciativas de adaptación al cambio climático que a nivel nacional y regional se desarrollan en España.
- La Plataforma de Adaptación al Cambio Climático, AdapteCCa, que tiene como objetivo facilitar el intercambio y la consulta de información y promover la comunicación y el trabajo conjunto entre los principales agentes -públicos y privados- que desarrollan actividad en este ámbito.

Ambas estructuras van a jugar un importante papel en la gobernanza del Tercer Programa de Trabajo, la primera como órgano de coordinación administrativa y la segunda como instrumento de apoyo a esta coordinación, herramienta de difusión y comunicación de los resultados del PNACC y elemento de dinamización de agentes para catalizar la acción de adaptación. (PNACC, 2014).

El alcance del Tercer Programa de Trabajo del PNACC se centra en el nivel nacional y en el horizonte del año 2020, en fase con la vigencia de la Estrategia Europea de Adaptación y con el Marco Financiero Plurianual de la UE. Las acciones a promover en el marco de este Tercer Programa son, pues, de escala nacional, pero también incluirán acciones a desarrollar conjuntamente con otras administraciones, buscando sinergias, resultados replicables y complementariedad con otras iniciativas y marcos que de forma propia se desarrollan en otros niveles administrativos, europeos, autonómicos y locales. (PNACC, 2014).

Las prioridades establecidas, hasta ahora, en los anteriores Programas de Trabajo del PNACC, centradas en la generación de escenarios de cambio climático regionalizados, en la evaluación de costes y beneficios de los impactos y la adaptación, y en los sectores, sistemas y ámbitos de los recursos hídricos, biodiversidad, zonas costeras, bosques, salud, turismo y agricultura, se siguen manteniendo como tales prioridades en el Tercer Programa, reconociendo su carácter de recursos estratégicos, ámbitos sensibles y vulnerables, importancia territorial y peso socio-económico. (PNACC, 2014).

Además, el Tercer Programa de Trabajo del PNACC va a desarrollar actividad en sectores y ámbitos adicionales, donde existe una demanda creciente para facilitar la acción en el campo de la adaptación al cambio climático y donde existe también la potencialidad de aplicar fondos e instrumentos europeos. (PNACC, 2014).

El Tercer Programa de Trabajo del PNACC mantiene la estructura establecida en el Segundo Programa, con sus cuatro ejes y dos pilares (ver Figura 5.2), y asume todos los trabajos desarrollados y en curso, proporcionando la necesaria continuidad al PNACC en su conjunto. Esta estructura da soporte al llamado “ciclo de la adaptación”, proceso continuo, múltiple e interactivo donde sus distintos elementos -ejes y pilares- trabajan y producen resultados que se combinan para modelar el proceso de la adaptación en su conjunto. (PNACC, 2014).

5.4 Contexto autonómico

Las Comunidades Autónomas, en el ejercicio de sus competencias, han desarrollado y mantienen unos marcos estratégicos, planes y/o programas en materia de adaptación al cambio climático, que se implementan a través de numerosas iniciativas y acciones. (PNACC, 2014).

La Plataforma de intercambio y consulta de información sobre adaptación al cambio climático en España, AdapteCCa, compila una información completa y homogénea, y proporciona la puerta de entrada para conocer en profundidad los marcos y las acciones que a nivel autonómico se desarrollan en nuestro país. (PNACC, 2014).

El Grupo de Trabajo sobre Impactos y Adaptación (GTIA), creado por la CCPCC en el año 2007, reúne a técnicos y responsables de la Administración General del Estado y las Comunidades Autónomas en materia de adaptación. El GTIA tiene el objetivo general de coordinar el desarrollo de los marcos estratégicos y acciones de adaptación que se llevan a cabo en los niveles autonómicos y central, y se reúne regularmente para intercambiar información y dar seguimiento de los avances y resultados de los proyectos e iniciativas que se desarrollan bajo el marco del PNACC y los marcos de planificación de la adaptación de cada Comunidad Autónoma. (PNACC, 2014).

En la Región de Murcia se han planteado unas líneas de actuación para mitigar el cambio climático. Dichas líneas quedan recogidas en la Tabla 5.1 y son las siguientes: (ERCC, 2008).

Sector agricultura, acuicultura, ganadería y pesca

Línea: Reducir las emisiones de gases de efecto invernadero

1 Divulgar entre el sector agropecuario las ventajas derivadas de considerar los criterios bioclimáticos en sus construcciones (aislamiento, climatización, sistemas de iluminación, etc.).

- Fomentar los sistemas de calefacción de invernaderos, granjas, secaderos con energías renovables.
- Plan de sustitución de equipos de bombeo de agua, por otros más eficientes.

Línea: Optimizar y mejorar la calidad de los regadíos

2 Intensificar el apoyo a la modernización de regadíos, mejorando la calidad y el ahorro del agua, fomentando técnicas de riego deficitario controlado.

- Incentivar la modernización de los equipos de riego aplicando la tecnología más eficiente y menores consumos energéticos.

Línea: Fomentar acciones de ahorro y eficiencia en el sector agrario

3 Renovación del parque agrícola.

4 Promoción de las mejores técnicas de eficiencia energética en el sector agrario.

Línea: Promocionar y fomentar el consumo y ventajas que presentan los productos ecológicos

5 Incentivar la entrada de los productos de agricultura ecológica en el mercado murciano, así como el consumo local de los productos autóctonos.

6 Controlar y racionalizar el consumo de productos químicos, fertilizantes, y fitosanitarios fomentando para ello la agricultura ecológica y las técnicas de producción integrada.

Línea: Aumentar la capacidad de captación de CO₂ del suelo

7. Promover buenas prácticas agrícolas que aumenten la capacidad de captación de CO₂ del suelo, entre otras:

- Mediante la disminución del laboreo.
- Producción ecológica, la producción integrada.
- Implantación de cultivos leñosos sustituyendo a herbáceos.
- Aplicación de compost, y la incorporación de restos de poda al control de la erosión.

Dentro de la línea “Fomentar acciones de ahorro y eficiencia en el sector agrario” no olvidar incentivar el uso de las tecnologías ahorradoras de agua que proporcionan ahorros en agua, energía y abonado al aplicar la técnica de la fertirrigación. (Pérez *et al.*, 2012).

En la Tabla 5.1, se ha realizado un resumen de las líneas y medidas a tener en cuenta en el sector agrario dichas anteriormente así como indicadores que reflejan la evolución de estas medidas:

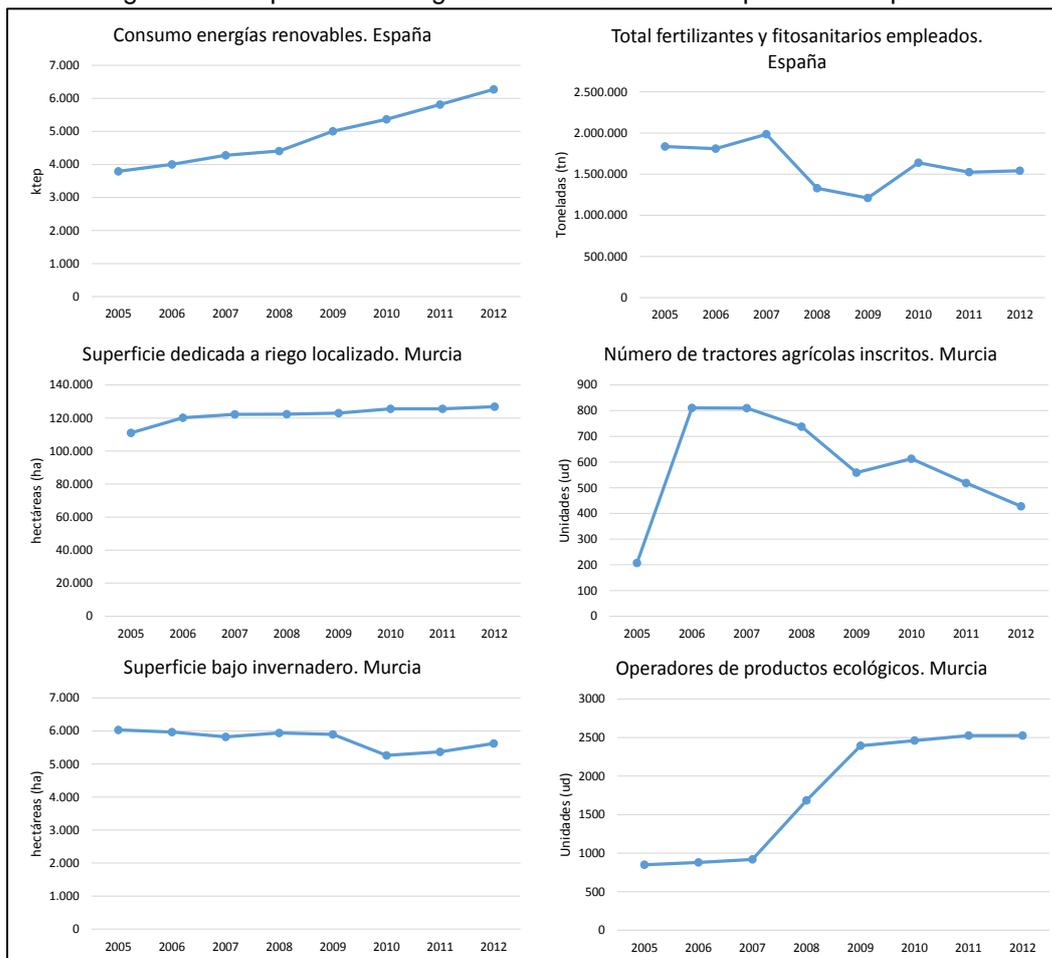
1. *Reducir las emisiones de GEI en los distintos ámbitos del sector agrícola:* Para ello se busca implantar criterios bioclimáticos como fomentar el uso de energías renovables cuyo consumo tiende a aumentar pasando de los 3.790 ktep⁴⁴ de 2005 a los 6.273 ktep de 2012. Por otro lado, es importante reducir el consumo de fertilizantes y fitosanitarios fomentando la producción integrada.
2. *Optimizar y mejorar la calidad de los regadíos:* Modernizando los regadíos implantando tecnologías ahorradoras de agua como los riegos localizados pasando de las 111.025 hectáreas de 2005 a 126.852 hectáreas en 2012.
3. *Fomentar acciones de ahorro y eficiencia en el sector agrario:* Mediante la renovación del parque de maquinaria pasando de las 207 unidades de 2005 a las 428 unidades de 2012. Además es necesario fomentar las mejores técnicas de eficiencia energética mediante el empleo de cultivos forzados bajo invernadero. Esta superficie de cultivo se ha mantenido a lo largo de los años con fluctuaciones de descenso en algunos años e incremento en otros años.
4. *Promocionar y fomentar el consumo de los productos ecológicos:* Sobre todo los productos locales de la Región ya que disminuimos las emisiones de GEI porque los desplazamientos son más cortos. Se han incrementado los operadores de productos ecológicos pasando de 850 en 2005 a 2.525 en 2012.
5. *Aumentar la capacidad de captación de CO₂:* Es interesante promover buenas prácticas agrícolas como la disminución del laboreo para aumentar el carbono que se fija en el suelo o emplear cultivos leñosos frente a herbáceos. Esta superficie de cultivos leñosos ha ido en aumento desde 2005 con 72864 hectáreas a 194163 hectáreas en 2012.

⁴⁴ Tonelada Equivalente de Petróleo (tep): Es una de las unidades grandes de energía. Sirve también de parámetro (comparación) de los niveles de emisión de anhídrido carbónico (también conocido como dióxido de carbono o CO₂) a la atmósfera que se generan al quemar diversos combustibles. Su valor equivale a la energía que rinde una tonelada de petróleo. En nuestro caso viene expresado en Kilo Tonelada Equivalente de Petróleo (ktep).

Tabla 5.1: Medidas en el sector agrario

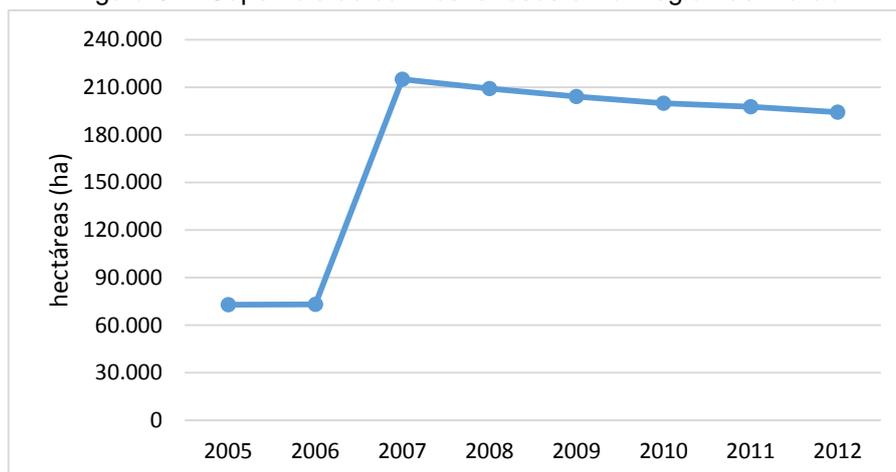
Línea	Reducir las emisiones de GEI en los distintos ámbitos del sector agrícola	Unidades	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Medida	Implantar criterios bioclimáticos.									
Indicadores	Consumo energías renovables. España	ktep	3.790	4.005	4.279	4.409	5.005	5.367	5.815	6.273
Medida	Reducir el consumo de fertilizantes y fitosanitarios fomentando la producción integrada									
Indicadores	Cantidad de fertilizantes y fitosanitarios empleados. España									
	N	tn	923.764	969.783	985.857	739.757	781.069	940.984	846.697	843.410
	P ₂ O ₅	tn	513.454	452.461	554.382	271.578	264.211	337.812	362.672	376.590
	K ₂ O	tn	398.230	388.187	444.853	319.194	166.016	359.583	314.642	320.841
Línea	Optimizar y mejorar la calidad de los regadíos									
Medida	Modernizar regadíos									
Indicadores	Superficie dedicada a riego localizado. Murcia	ha	111.025	120.187	122.211	122.292	122.939	125.522	125.592	126.852
Línea	Fomentar acciones de ahorro y eficiencia en el sector agrario									
Medida	Renovar el parque agrícola									
Indicadores	Número de tractores agrícolas inscritos. Murcia	ud	207	811	810	738	559	613	519	428
Medida	Fomentar las mejores técnicas de eficiencia energética									
Indicadores	Superficie bajo invernadero. Murcia	ha	6.033	5.967	5.819	5.939	5.896	5.258	5.366	5.623
Línea	Promocionar y fomentar el consumo de los productos ecológicos									
Medida	Incentivar el mercado de productos ecológicos murcianos									
Indicadores	Operadores de productos ecológicos. Murcia	ud	850	879	919	1.683	2.393	2.460	2.525	2.525
Línea	Aumentar la capacidad de captación de CO ₂									
Medida	Promover buenas prácticas agrícolas									
Indicadores	Superficie de cultivos leñosos. Murcia	ha	72.864	73.058	214.908	209.094	204.153	199.795	197.641	194.163
Fuente: Elaboración propia a través de anuario de estadística MAGRAMA, (2014), CARM, (2015), ERCC, (2008)										

Figura 5.3: Representación gráfica de los indicadores para las adaptaciones



Fuente: Elaboración propia a través de anuario de estadística MAGRAMA, (2014), CARM, (2015), ERCC, (2008)

Figura 5.4: Superficie de cultivos leñosos en la Región de Murcia



Fuente: Elaboración propia a través de anuario de estadística MAGRAMA, (2014), CARM, (2015), ERCC, (2008)

Además, las líneas y medidas expuestas anteriormente, llevan consigo una dotación de dinero con el fin de ponerlas en marcha. También existen otros sectores que son importantes para hacer frente al cambio climático como el del transporte, la construcción o la industria, sectores que generan emisiones de GEI.

En la Tabla 5.2, quedan reflejadas las partidas presupuestarias a cada fin en 2014 y en este año 2015 en diversos conceptos procedentes de sectores como la energía, el agrario, transporte, construcción e industria entre otros posibles. Vemos que en la gran mayoría de ellos, el dinero dedicado ha ido en aumento en este año respecto al anterior, pero encontramos algunos puntos donde la partida presupuestaria desciende. Uno de ellos es la modernización y mejora de regadíos, que representa una de las líneas comentadas en la Tabla 5.1, cuyo presupuesto ha descendido en 2.713.165 € respecto a 2014. Otra partida que ha disminuido es la dedicada a seguridad vial que ha descendido en 1.996.862 €.

Sector	Conceptos	Años	
		2014 (€)	2015 (€)
Energía	Energías renovables	1.338.310	3.378.034
Agrario	Transferencia de tecnología y modernización	13.173.185	17.221.306
	Modernización y mejora de regadíos	9.445.233	6.732.068
Transporte	Parque móvil regional	3.061.385	3.094.112
	Conservación de la red viaria	20.007.526	24.951.091
	Planificación y mejoras en la red viaria	28.415.867	28.925.632
	Seguridad vial	4.427.319	2.430.457
	Transportes	7.043.016	7.239.802
Construcción	Promoción y rehabilitación de viviendas	9.312.989	21.018.592
	Actuaciones en patrimonio arquitectónico	198.967	211.303
	Fomento y gestión de vivienda pública	3.077.534	3.315.866
	Calidad en la edificación	297.564	306.458
	Urbanismo	29.703.740	38.987.009
	Ordenación del territorio	887.415	986.014
Industrial	Planificación y ordenación industrial	3.573.277	3.608.924
I+D+i	IMIDA	9.892.290	11.574.373

Fuente: Elaboración propia a través de CARM, (2015)

En cuanto a los conceptos en los que han aumentado el dinero destinado a ello, destacar las energías renovables debido a que el sector energético, que como hemos visto a lo largo del trabajo, es el principal emisor de GEI en la Región de Murcia, por lo que el crecimiento de nuevas formas de energías limpias a través de una mayor dotación presupuestaria es un paso importante para que consolide este sector. Ha incrementado su presupuesto en 2.039.724 € respecto a 2014.

Otro de los conceptos donde hay una mayor dotación presupuestaria es el de la transferencia de tecnología y modernización, importante para gestionar nuestros regadíos ante la previsible falta de precipitación y su irregularidad. Ha incrementado su presupuesto en 4.048.121 € respecto a 2014.

También es interesante el incremento del presupuesto dedicado al Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agrario y Alimentario (IMIDA) en 1.682.083 € para fomentar el I+D+i, sector importante para el desarrollo de una agricultura competitiva en calidad y tecnología.

5.5 Concepto de resiliencia como adaptación al cambio climático

Según el IPCC, (2012), se define resiliencia como la habilidad de un sistema y sus componentes para anticipar, absorber, adaptarse o recuperarse de los efectos de un fenómeno peligroso, de forma oportuna y eficiente, incluso velando por la conservación, restauración o mejora de sus estructuras y funciones básicas esenciales.

Centrándonos en el sector agrario de la Región de Murcia vemos que la evolución de los distintos cultivos de las zonas más importantes de producción, han ido cambiando en función de las disponibilidades hídricas que existían o del clima entre otros factores. Las zonas de producción más importantes son el Campo de Cartagena, Valle del Guadalentín y el Altiplano y Noroeste entre otros.

Según González, (1999), en el Campo de Cartagena y Valle del Guadalentín, el hombre ha puesto en cultivo grandes extensiones tratando de sacar el máximo rendimiento a unas tierras que tienen grandes posibilidades agropecuarias si cuentan con el agua suficiente. De ahí, que se haya prestado gran atención al regadío por medio de agua extraída del subsuelo mediante pozos, especialmente desde el siglo pasado. Hoy el Trasvase Tajo-Segura ha transformado profundamente las posibilidades agrarias.

La tradicional especialización del regadío del Campo de Cartagena en cultivos herbáceos como los cereales, hoy en día tiene una insignificante presencia. Entre los cultivos herbáceos tradicionales se encuentra el algodón, que descendió a finales de los 70, así como el pimiento de bola para el pimentón. La hortaliza abundante en otro tiempo, el melón, hoy sigue ocupando un lugar importante junto a lechugas, alcachofas y brócoli. (González, 1999).

Un ejemplo de resiliencia en la agricultura del Campo de Cartagena ha sido la desaparición del algodón que requiere mucho consumo de agua y esta agua era de baja calidad por su contenido salino, por cultivos intensivos en regadío y con tecnologías ahorradoras de agua como el riego localizado en goteo empleando agua del Trasvase Tajo-Segura con dotaciones de embalses de regulación. Es decir, hemos cambiado nuestros cultivos para adaptarnos a la escasez de agua y su salinización.

En el Altiplano, la tendencia es disponer de cultivos tolerantes a la sequía. Según Romero y Martínez, (2014), ha existido un descenso de la superficie de cultivo en general, siendo más acusado en los leñosos. En 2012, la superficie ocupada de leñosos es de 43.756 hectáreas (frente a 79.021 en 1987) y, la de herbáceos, de 9.313 hectáreas (frente a 11.101 hectáreas en 1987). Viñedo, almendro y olivar representan el 62% del total de cultivos leñosos y el 50% de las tierras cultivadas.

No obstante, el viñedo, de gran tradición en la comarca, ha descendido notablemente, de 64.455 hectáreas que ocupaba en 1987 ha pasado a tan sólo 10.258 hectáreas en 2012; por el contrario, el almendro ha experimentado un incremento en el municipio de Jumilla (4.561 hectáreas en 1987 y 7.052 hectáreas en 2012), mientras que el olivar lo

ha hecho en el de Yecla (1.100 hectáreas en 1987 y 2.911 hectáreas en 2012). (Romero y Martínez, 2014).

Razones de que encontremos estos cultivos en estos municipios, es porque la zona está muy condicionada por el clima, pues las bajas temperaturas invernales, las heladas tempranas y tardías y la escasez pluviométrica han orientado los cultivos hacia los frutales y la vid resistentes a la sequía. Por otro lado, la PAC subvenciona cultivos como el almendro y la agricultura ecológica.

Bibliografía

- Anuario de estadística del MAGRAMA, 2014. Disponible en <http://www.magrama.gob.es/es/estadistica/temas/publicaciones/anuario-de-estadistica/>. Extraído el 17/11/2014.
- Anuario de estadística CARM, 2015. Estadística agraria regional. Disponible en: [http://www.carm.es/web/pagina?IDCONTENIDO=1174&IDTIPO=100&RASTRO=c1415\\$m](http://www.carm.es/web/pagina?IDCONTENIDO=1174&IDTIPO=100&RASTRO=c1415$m). Extraído el 26/01/2015.
- CARM, 2015. Ley de Presupuestos 2015. Región de Murcia. Disponible en: <http://www.carm.es/chac/leypresup2015/informacion.html>. Extraído el 6/03/2015.
- Comisión Europea, 2009. Libro blanco. Adaptación al cambio climático: Hacia un marco europeo de actuación. Bruselas. Disponible en: http://www.europarl.europa.eu/meetdocs/2009_2014/documents/com/com_com%282009%290147_/com_com%282009%290147_es.pdf. Extraído el 12/01/2015.
- ERMCC, 2008. Estrategia de la Región de Murcia frente al Cambio Climático. Disponible en: <http://www.ecorresponsabilidad.es/pdfs/orcc/ermcc.pdf>. Extraído el 23/12/2014.
- González, J.L., 1999. Geografía de la Región de Murcia. ISBN 84-7564-205-5. 350-356.
- IPCC, 2012. Gestión de los riesgos de fenómenos meteorológicos extremos y desastres para mejorar la adaptación al cambio climático. Resumen para responsables de políticas. ISBN 978-92-9169-333-7. Disponible en: http://www.ipcc.ch/pdf/special-reports/srex/IPCC_SREX_ES_web.pdf. Extraído el 7/02/2015.
- Pérez, M.A., De Miguel, M.D., Molina, J.M., 2012. Evaluación técnica y económica de la implantación de un sistema inalámbrico de monitorización como ayuda a la gestión del riego. PFC, ETSIA, UPCT.
- PNACC, 2008. Primer Programa de Trabajo. Primer Informe de Seguimiento 2008. OECC, MARM. Disponible en: http://www.magrama.gob.es/es/cambio-climatico/temas/impactos-vulnerabilidad-y-adaptacion/1_informe_segumineto_pnacc_tcm7-197097.pdf. Extraído el 18/02/2015.
- PNACC, 2011. Segundo Informe de Seguimiento. OECC, MARM. Disponible en: http://www.magrama.gob.es/es/cambio-climatico/temas/impactos-vulnerabilidad-y-adaptacion/2_informe_seguinto_pnacc_tcm7-197096.pdf. Extraído el 18/02/2015.
- PNACC, 2014. Tercer Programa de Trabajo 2014-2020. OECC, MAGRAMA. Disponible en: http://www.magrama.gob.es/es/cambio-climatico/temas/impactos-vulnerabilidad-y-adaptacion/3PT-PNACC-enero-2014_tcm7-316456.pdf. Extraído el 30/01/2015.

Romero, A., Martínez, C., 2014. Usos del suelo y abandono de tierras de cultivo en el Altiplano Jumilla-Yecla (Región de Murcia). Departamento de Geografía. Universidad de Murcia (UM). 461-470.

Conclusiones

Conclusiones

A lo largo de los años han surgido una serie de organismos, conferencias, cumbres donde se han reunido Jefes de Estado de diversos países, para llegar a acuerdos en materia de cambio climático desde la Segunda Guerra Mundial, con una herramienta tan sólida como la PAC que permitió asegurar tanto la producción como la seguridad alimentaria en una Europa asolada por la huella de la guerra.

Un cambio climático que empezó a tener importancia como consecuencia del avance de las capacidades de observación meteorológica de los satélites que orbitan alrededor de la Tierra o las mediciones de dióxido de carbono atmosférico en Mauna Loa (volcán situado en la isla de Hawái) sobre 1957. Esto llevó a los distintos países a reunirse para ver los motivos y las consecuencias de experiencias y observaciones como la ocurrida en Mauna Loa.

De esa manera, tras varias reuniones, se llegó a la firma del Protocolo de Kioto, tratado más importante que está en vigor en la actualidad sobre la reducción de GEI. En el año 2015, después de la Cumbre del Clima de Perú en 2014, se pretende renovar de nuevo los compromisos que se adquirieron en Kioto con nuevas reducciones de emisiones.

Las variables climáticas que influyen en este cambio climático son muchas (temperatura, precipitación, velocidad del viento, insolación, etc.). No obstante, las dos variables donde más cambios se están produciendo y en la actualidad podemos ver signos de ello es en la precipitación y la temperatura y su relación entre ellas. Por tanto, en ellas nos centraremos.

En líneas generales y particularizando para la Región de Murcia, tenemos un aumento de temperaturas medias anuales pasando de los 15,5°C de 1971 a los 19,5°C en 2014, es decir, ha habido un salto térmico de 4°C.

Las precipitaciones tienen tendencia a la baja. En la década de los 70 y 80 se acumulaba una precipitación media anual cercana a los 400 mm con años en que podían caer hasta los 200 mm. A principios del siglo XXI, se acerca a los 400 mm siendo estos últimos años los más secos con precipitaciones en torno a los 200 mm. Esto indica la irregularidad de precipitaciones y por tanto el estado de nuestros embalses y cuencas son deficitarios.

Además, podemos observar un desplazamiento de las lluvias de la Región; no así en las temperaturas donde se registran valores constantes a lo largo de los meses siendo la época estival donde más elevada se encuentra la temperatura.

Un desplazamiento de las lluvias puede condicionar el calendario de trasplantes de determinados cultivos de la Región, adelantando o retrasando la futura recolección sin olvidar la incertidumbre de los mercados, es decir, habrá campañas donde tendremos mayor oferta y precios bajos y otras campañas con menor oferta y precios altos.

Un incremento de las temperaturas permite adelantar la recolección y por tanto se acorta el tiempo de desarrollo de los cultivos y poder realizar un mayor número de rotaciones, incrementando los rendimientos y beneficios para el agricultor/empresa.

Por otro lado, el incremento de temperaturas en los cultivos leñosos puede ocasionar floraciones indeseadas (en cítricos principalmente) con el consiguiente gasto en eliminar esas flores. En frutales de hueso y pepita (sobre todo en zonas con bajas horas frío de la Región) pueden provocar floraciones irregulares obteniendo fruta dispersa en árbol y menos kilos o bien que el árbol no entre en reposo de manera adecuada conservando la hoja del año anterior.

El aumento de las temperaturas provoca una elevada evapotranspiración de los cultivos y embalses de riego. Por tanto, el empleo de cubiertas en embalses reducirá esa pérdida de agua. Según Martínez *et al.*, (2006), la disminución de la tasa de evaporación diaria, puede alcanzar el 50% para una pantalla aluminizada y cerca del 80% para las mallas de color de polietileno.

Las bajas precipitaciones que se acumulan en la Región, afectará a los cultivos de zonas de secano que tienen un papel importante para evitar la erosión de los terrenos.

En los cultivos intensivos hortofrutícolas de la Región de Murcia, la falta de precipitación es amortiguada por la implementación de tecnologías ahorradoras de agua (Pérez *et al.*, 2013) como sensores, tensiómetros. El riego por gravedad se ha cambiado por el riego localizado a goteo, la puesta en marcha de cabezales de riego automatizados para la fertirrigación y riego, la dotación de embalses y el Trasvase Tajo-Segura.

Según Alcón *et al.*, (2009), la tecnología se convierte así en una herramienta fundamental para aumentar la eficiencia del uso del agua en agricultura, y una buena aliada en las estrategias de ahorro. Además, optimizando la gestión de este recurso natural se mejora el estado ecológico de las aguas y se hace un uso más sostenible, cuestiones de gran relevancia en la aplicación de las actuales políticas agrícolas y medioambientales.

El cambio climático genera una serie de efectos en muchos sectores tal y como apuntó Moreno *et al.*, (2005). Muchos de estos sectores son fuente de ingresos y contribuyen a tener el estado de bienestar de que gozamos en la actualidad. Por tanto, los impactos del cambio climático pueden disminuir esos recursos ya sean de manera directa o indirecta.

En los **ecosistemas terrestres y marinos**, el cambio climático afectará a la estructura y funcionamiento de los ecosistemas, alterará la fenología y las interacciones entre especies, favorecerá la expansión de especies invasoras y plagas y aumentará el impacto de las perturbaciones tanto naturales como de origen humano. Las zonas y sistemas más vulnerables al cambio climático son las islas y los ecosistemas aislados, como son las islas edáficas y los sistemas de alta montaña, y los ecotonos o zonas de transición entre sistemas.

En estos sistemas, el ser humano obtiene bienes y servicios, como productos de la selvicultura, pesca o bien servicios culturales como el turismo rural. Estos ecosistemas soportan presiones como la sobreexplotación de los recursos (caza y pesca, tala masiva de árboles para obtención de madera o parcelas donde cultivar, etc.).

Debemos apostar por un modelo de economía verde y un desarrollo sostenible, que minimice el impacto de las actividades humanas y reconozca el valor y la relevancia que tienen los servicios de los ecosistemas para el desarrollo y el bienestar.

En la **biodiversidad vegetal y animal**, los impactos directos del cambio climático se producirán a través de dos efectos antagónicos: el calentamiento y la reducción de las disponibilidades hídricas. Los impactos indirectos más importantes son los derivados de cambios edáficos, cambios en el régimen de incendios y ascenso del nivel del mar.

No olvidemos lo que apuntó Moreno *et al.*, (2005) al afirmar que el cambio climático producirá: 1) Cambios fenológicos en las poblaciones, con adelantos o retrasos en el inicio de actividad, llegada de migración o reproducción. 2) Desajustes entre depredadores y sus presas debidos a respuestas diferenciales al clima. 3) Desplazamiento en la distribución de especies terrestres con una clara reducción de sus áreas de distribución; en ríos, desplazamiento de especies termófilas aguas arriba y disminución de la proporción de especies de aguas frías. 4) Mayor virulencia de parásitos. 5) Aumento de poblaciones de especies invasoras.

Además, la biodiversidad está estrechamente ligada a la salud y el bienestar de las personas y constituye una de las bases del desarrollo social y económico. La conservación de la biodiversidad y el mantenimiento y la restauración de los ecosistemas son igualmente relevantes en la lucha contra el cambio climático.

Por tanto, la protección de la biodiversidad es un reto colectivo que debe abordarse desde una perspectiva global y con un enfoque integrador, considerando a todos los actores sociales y sectores económicos.

Respecto a los **recursos hídricos**, se verán afectados por otros factores de presión tales como el aumento de la demanda urbana, agrícola e hidroeléctrica, la intensificación de ciertos procesos de deterioro de la calidad del agua y el incremento de la intervención humana.

En la Región de Murcia, las precipitaciones tienen tendencia a la baja con lo cual el estado de los embalses, pantanos y acuíferos no estarán a plena capacidad. Además, la mayor irregularidad del régimen de precipitaciones ocasionará un aumento en la irregularidad del régimen de crecidas fluviales y de crecidas relámpago, y por tanto del riesgo de inundaciones.

Respecto a los **recursos edáficos**, el cambio climático incrementará la desertificación, especialmente en regiones áridas y semiáridas de la cuenca mediterránea. Los dos componentes fundamentales de la desertificación son la erosión y la salinización del suelo. Los impactos previsibles del cambio climático afectarán especialmente a la salinización de los suelos de regadío y al riesgo de erosión de los suelos.

Por tanto, existirá una disminución generalizada del carbono orgánico en el suelo como consecuencia del incremento de temperatura y del aumento de la sequía. Tendremos con esta disminución de carbono, suelos con menor fertilidad. Esto provocará que muchas zonas cultivadas se vuelvan inadecuadas para continuar con las actividades agrícolas, aumentando la aridez del suelo. Al quedar las zonas desprotegidas y sin cuidar, se fomentará la aparición de incendios forestales.

Si la temperatura de la superficie es más alta, la humedad del suelo y del aire más baja, y se intensifican las olas de calor, el resultado es que aumentarán de forma drástica las condiciones favorables para que éstos se produzcan.

Las propuestas de gestión de los suelos para la adaptación y/o la mitigación del cambio climático deben considerar simultáneamente los usos de los suelos y sus posibles cambios. Los suelos pueden ser fuente y sumidero de carbono, por lo tanto, los suelos contribuyen a regular el ciclo del carbono y sus consecuencias en el cambio climático.

En el **sector forestal y agroalimentario**, las plagas y enfermedades pueden jugar un papel fundamental. Algunas especies perforadoras o defoliadoras pueden llegar a completar varios ciclos biológicos en un año o aumentar su área de colonización como consecuencia de los inviernos más benignos.

Las especies forestales se verán afectadas en su composición y estructura, aumentando las pérdidas por mortalidad de los individuos, disminuyendo su capacidad de fijación de carbono atmosférico o su productividad con el tiempo.

El sector agroalimentario murciano es uno de los pilares básicos del crecimiento de la economía regional. Sector competitivo y eminentemente exportador con unas superficies y producciones (ver Figuras 4.8 y 4.9 del Capítulo “Efectos del Cambio Climático”) que pueden disminuir por no decir perderse debido a la escasez de recursos hídricos o un clima que no permitirá continuar con el cultivo. Por tanto, disminuirán la producción de alimentos y bajarán las exportaciones al tener que hacer frente a la demanda nacional. No olvidar lo dicho por Piqueras, (2007) que afirma que “el sector agrario será uno de los sectores más afectados por el cambio climático”.

Además, como las concentraciones globales de CO₂ en la atmósfera aumentarán, esto influenciará de forma positiva a las plantas cultivadas (los estomas se estrechan y se reducen las pérdidas de agua, mejorando el rendimiento en el uso de agua), estimulando la fotosíntesis. Además, las temperaturas más suaves en invierno permitirán mayores productividades en esta época, compensando las pérdidas de otras estaciones.

No obstante, habrá países que se beneficiarán de este cambio climático al poder realizar cultivos en regiones que no eran posibles. El incremento de las temperaturas, propiciará un clima adecuado para la producción de cultivos al aire libre. Por tanto, las zonas de producción agraria por excelencia, como el Sureste español, quedarán en un segundo plano ante el auge de esas regiones.

Sobre la ganadería, se esperan efectos sobre la disponibilidad de recursos forrajeros a lo largo del año, que condiciona la ingestión y la rentabilidad de las explotaciones ganaderas. También sobre procesos parasitarios e infecciosos, cuyos agentes vectores están estrechamente ligados al clima.

Por otro lado, tendremos la reducción de costes destinados a la protección del ganado durante los inviernos, ya que las temperaturas se suavizarán, aunque los aumentos de temperatura media son significativamente mayores en los meses de verano que en los de invierno.

Las **zonas costeras**, estarían expuestas a mayores riesgos, y en particular a la erosión, por efecto del cambio climático y del aumento de nivel del mar. Este efecto se vería exacerbado por la creciente presión ejercida por la presencia humana sobre las áreas costeras turísticas. Zonas como La Manga del Mar Menor, Cabo Tiñoso y Mazarrón han sido identificadas por la Dirección General de Costas como zonas más vulnerables al cambio climático.

En el **sector energético**, el uso de energías renovables jugará un papel fundamental en el futuro modelo energético. Por tanto, es necesario realizar una legislación adecuada que permita fomentar el uso de estas energías, sin menospreciar las energías no renovables.

Se debe buscar la manera de evitar la dependencia completa de energías no renovables, fomentando la investigación en la obtención de carburantes más respetuosos con el medio ambiente.

Es importante tener un **sector turístico** sostenible que ha de ser cuidado. El sector del turismo es un sector importante para la economía murciana generando un 9,8% del PIB en 2011. Es necesario fomentar otras formas de turismo (de ciudad, rural, etc.), más allá del “sol y playa” para que exista un reparto equitativo de la población turística y disminuir las aglomeraciones.

En el **sector del seguro**, al existir modelos que predicen un aumento de las catástrofes naturales, hará que aumente el número de pólizas contratadas y que estas pólizas posean primas más elevadas al tener que contratar coberturas que hasta ahora no se tenían en cuenta.

En la **salud humana**, habrá un mayor número de afectados “por golpes de calor” debido al incremento de las temperaturas. Además, habrá determinados vectores causantes de enfermedades que se desplacen a otras regiones que hasta ahora no estaban colonizadas. Habrán conflictos entre países por la posesión de recursos como el agua que se prevén escasos y cuya potabilidad y calidad pueden verse cuestionadas.

El cambio climático constituye un fenómeno global, tanto por sus causas que la originan como por sus efectos y requiere de una respuesta multilateral basada en la colaboración de todos los países.

Las perspectivas que se tienen sobre el cambio climático no son del todo halagüeñas, ya que todo parece indicar que si sigue este ritmo de sobreexplotación y contaminación de los recursos naturales del planeta, la temperatura media de éste seguirá subiendo.

Una subida que tal vez no sea casi apreciable en el ser humano, aunque cabe hacer referencia que el aumento de solamente un par de grados en el mundo, puede tener graves repercusiones en el clima.

El cambio climático nos afecta a todos. El impacto potencial es enorme, con predicciones de falta de agua potable, grandes cambios en las condiciones para la producción de alimentos, aumento en los índices de mortalidad debido a inundaciones, tormentas, sequías y olas de calor, conflictos entre países por los recursos... En definitiva, el cambio climático no es un fenómeno sólo ambiental sino de profundas consecuencias económicas y sociales. Los países más pobres, que están peor

preparados para enfrentar cambios rápidos, serán los que sufrirán las peores consecuencias.

Por último, quiero dejar claro que es un error el afirmar que el cambio climático es un problema de un territorio, de una región o de un país o países concretos. El cambio climático es un problema a nivel mundial que afecta al planeta Tierra en su conjunto. Es necesario adquirir compromisos de adaptación y mitigación entre todos los países. El tomar o no las medidas adecuadas, tendrá repercusiones en un futuro próximo.

También advertir que el cambio climático no se puede eliminar del todo. Lo único que podemos hacer es tomar medidas de adaptación para paliar sus efectos.

Es un problema donde todos somos parte de la solución. Es verdad que las grandes cuestiones están en manos de los Jefes de Estado de cada uno de los países. No obstante, en nuestra vida cotidiana, podemos aportar nuestro “granito de arena” tomando medidas como emplear bombillas de bajo consumo, usar el transporte público, apostar por construcciones eficientes, etc.

Espero que la lectura de este trabajo, haya despertado interés por continuar investigando en este campo.

Bibliografía

- Alcón, F.J., Arcas, N., De Miguel, M.D., Fernández, M.A., 2009. Adopción de tecnologías ahorradoras de agua en la agricultura. Publicaciones Cajamar. 127-128.
- Martínez, V., Baille, A., Molina, J.M., González, M.M., 2006. Efficiency of shading materials in reducing evaporation from free water surfaces. *Agricultural Water Management*, 84, 229-239.
- Moreno, J.M., Aguiló, E., Alonso, S., *et al.*, 2005. Evaluación Preliminar de los Impactos en España por Efecto del Cambio Climático. Capítulo 1: El clima de España: pasado, presente y escenarios de clima para el siglo XXI. MARM, Universidad Castilla La Mancha (UCLM).
- Pérez, M.A., Ruiz, M.V., Molina, J.M., De Miguel, M.D., 2013. Gestión económica de tecnologías ahorradoras de agua en el sureste español. Publicación en el VII Congreso Ibérico de Agroingeniería y Ciencias Hortícolas.
- Piqueras, M., 2007. Sector agrario y cambio climático. *El Ecologista*, 54. Disponible en: <http://www.ecologistasenaccion.es/article17906.html>. Extraído el 13/01/2015.

Anexo: Glosario de Abreviaturas

Glosario de Abreviaturas:

ABI: Association of British Insurers.

AdapteCCa: Plataforma de Adaptación al Cambio Climático.

AEMET: Agencia Estatal de Meteorología.

AGE: Asociación de Geógrafos Españoles.

AGNU: Asamblea General de las Naciones Unidas.

APPA: Asociación de Productores de Energías Renovables.

BOE: Boletín Oficial del Estado.

CAEMC: Comisión de Aplicaciones Especiales de la Meteorología y la Climatología.

CARM: Comunidad Autónoma de la Región de Murcia.

CCAA: Comunidades Autónomas.

CCADC: Comité Consultivo para las Aplicaciones y los Datos Climáticos.

CCI: Comisión de Climatología.

CCM: Comité Científico Mixto.

CCPCC: Comisión de Coordinación de Políticas de Cambio Climático.

CE: Consejo Ejecutivo.

CFC: Clorofluorocarbonos.

CH₄: Metano.

CIN: Comité Intergubernamental de Negociación.

CISAC: Comité de Interorganismos sobre la Acción para el Clima.

CIUC: Consejo Internacional para la Ciencia.

Climate-adapt: Plataforma Europea para la Adaptación.

CMC-1: Primera Conferencia Mundial sobre el Clima

CMC-3: Tercera Conferencia Mundial sobre el Clima.

CMCC: Convención Marco sobre el Cambio Climático.

CMNUCC: Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.

CNC: Consejo Nacional del Clima.

CNUMAH: Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente Humano.

CO₂: Dióxido de Carbono.

CO₂-eq: Dióxido de Carbono Equivalente.

COI: Comisión Oceanográfica Intergubernamental.

COP: Conferencia de las Partes.

CREM: Centro Regional de Estadística de Murcia.

DG: Dirección General.

DGC: Dirección General de Costas.

DRAE: Diccionario de la Real Academia Española.

DTR: Amplitud Térmica Diaria.

EACE: Ecosistemas Acuáticos Continentales Españoles.

EEA: European Environment Agency.

EEE: Espacio Económico Europeo.

ENESA: Entidad Estatal de Seguros Agrarios.

ENSO: El Niño/Oscilación Meridional.

EPA: Environmental Protection Agency.

ERMCC: Estrategia de la Región de Murcia frente al Cambio Climático.

ETSIA: Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica.

FAO: Food and Agriculture Organization of the United Nations.

FEDER: Fondo Europeo de Desarrollo Regional.

GARP: Global Atmospheric Research Program.

GCOS: Global Climate Observing System.

GEI: Gases de Efecto Invernadero.

Gt: Gigatoneladas.

GTIA: Grupo de Trabajo sobre Impactos y Adaptación.

GWh: Gigavatios-hora.

ha: Hectáreas.

HFCs: Hidrofluorocarbonados.

I+D+i: Investigación, Desarrollo e Innovación.

IC2009: Informe de Copenhague, 2009.

IMIDA: Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agrario y Alimentario.

IMPACTUR: Estudio de Impacto Económico del Turismo.

INFO: Instituto de Fomento Región de Murcia.

IPCC: Intergovernmental Panel on Climate Change.

Kg: Kilogramos.

Km: Kilómetros.

Kt: Kilotonelada.

ktep: Kilo Tonelada Equivalente de Petróleo.

LIA: Little Ice Age.

LIC: Lugares de Importancia Comunitaria.

LIFE: Programa de Medio Ambiente y Acción por el Clima.

MAGRAMA: Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

MAPA: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

MARM: Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.

MINECO: Ministerio de Economía y Competitividad.

MJ/m²: Megajulios por Metro Cuadrado.

mm: Milímetros.

MMSC: Marco Mundial para los Servicios Climáticos.

MW: Megavatios.

MWP: Medieval Warm Period.

N₂O: Óxido Nitroso.

NAO: North Atlantic Oscillation.

NMM: Nivel Medio del Mar.

NO_x: Óxidos de Nitrógeno.

NRC: National Research Council.

NU: Naciones Unidas.

°C: Grado Centígrado.

OECC: Oficina Española de Cambio Climático.

OMM/WMO: Organización Meteorológica Mundial/World Meteorological Organization.

OMS: Organización Mundial de la Salud.

ONU: Organización de las Naciones Unidas.

OSACT: Órgano Subsidiario de Asesoramiento Científico y Tecnológico de Naciones Unidas.

PAC: Política Agraria Comunitaria.

PFC: Proyecto Final de Carrera.

PFCs: Perfluorocarbonados.

PI: Península Ibérica.

PIB: Producto Interior Bruto.

PMAC: Programa Mundial de Aplicaciones Climáticas.

PMASC: Programa Mundial de Aplicaciones y Servicios Climáticos.

PMC: Programa Mundial sobre el Clima.

PMDC: Programa Mundial de Datos Climáticos.

PMDVC: Programa Mundial de Datos y Vigilancia del Clima.

PMEC: Programa Mundial de Estudios del Impacto del Clima.

PMEICER: Programa Mundial de Evaluación del Impacto del Clima y Estrategias de Respuesta.

PMIC: Programa Mundial de Investigaciones Climáticas.

PNACC: Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático.

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

ppb: Partes por Billón.

ppm: Partes por Millón.

ppmm: Partes por Miles de Millones.

Pymes: Pequeñas y Medianas Empresas.

Rdto: Rendimiento.

SCMC/CMC-2: Segunda Conferencia Mundial sobre el Clima.

SCOPE: Comité Científico sobre Problemas del Medio Ambiente.

SDATS: Spanish Daily Adjusted Temperature Series.

SF₆: Hexafluoruro de Azufre.

SMIC: Study of Man's Impact on Climate.

SMOC: Sistema Mundial de Observación del Clima.

SMOO: Sistemas Mundiales de Observación de los Océanos.

SMOT: Sistemas Mundiales de Observación Terrestre.

SMSC: Sistema Mundial de Servicios Climatológicos.

tep: Tonelada Equivalente de Petróleo.

tn: Toneladas.

Tº: Temperatura.

UCLM: Universidad Castilla La Mancha.

ud: Unidades.

UE: Unión Europea.

UM: Universidad de Murcia.

UNEP: United Nations Environment Programme.

UNESCO: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.

UNFCCC: United Nations Framework Convention on Climate Change.

UPCT: Universidad Politécnica de Cartagena.

USLE: Universal Soil Loss Equation.

VMM: Vigilancia Meteorológica Mundial.

WCED: World Commission on the Environment and Development.

WWF: World Wildlife Fund for Nature.

ZEC: Zonas Especiales de Conservación.

ZEPA: Zonas de Especial Protección para las Aves.