



# **PLAN DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO DEL SECTOR DE LA ENERGÍA EN EXTREMADURA**

**GOBIERNO DE EXTREMADURA**

**EDITA:** Consejería de Agricultura, Desarrollo Rural, Medio Ambiente y Energía. Gobierno de Extremadura

**EQUIPO REDACTOR:** Feliciano Corzo Pantoja. Técnico Cambio Climático. Gpex S.A.U  
Martín Bastos Martín. Jefe de Sección Sostenibilidad Ambiental  
Jose Alberto Domínguez. Jefe Servicio Protección Ambiental

**COLABORADORES:** Olga Belén García García. Jefe de Servicio de Generación de Energía Eléctrica

**J. Guillermo Cobos Rodriguez**

La asistencia técnica ha estado a cargo de Proymasa

**CRÉDITOS FOTOGRÁFICOS:** Carlos Miranzo Torres

**ISBN:** 978-84-694-4093-3

**DEPÓSITO LEGAL:** CC-000861-2011

Nuestro agradecimiento a los miembros del Observatorio Extremeño de Cambio Climático, que han participado en la elaboración de este Plan en sus diferentes fases, así como a todas las personas que han hecho aportaciones al mismo, ya que sin su trabajo no hubiera sido posible la realización del documento.

---

<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>2. OBJETO, ALCANCE Y LIMITACIONES</b>	<b>5</b>
<b>3. METODOLOGÍA</b>	<b>9</b>
3.1. Introducción	9
3.2. Estructura y descripción de los trabajos	9
<b>4. ANÁLISIS DE LOS ESCENARIOS REGIONALIZADOS DE CAMBIO CLIMÁTICO</b>	<b>12</b>
4.1. Datos de partida	12
4.2. Temperaturas medias de las máximas anuales	14
4.3. Análisis del aumento de temperaturas y variación de la precipitación en los periodos 2011-2040 y 2041-2070 respecto al periodo 1961-1990	23
<b>5. CARACTERIZACIÓN</b>	<b>32</b>
5.1. Situación energética mundial y nacional	32
5.2. Situación energética actual de Extremadura	37
5.3. Infraestructuras energéticas de Extremadura	55
<b>6. IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS POTENCIALES</b>	<b>65</b>
<b>7. SENSIBILIDAD AL CLIMA ACTUAL</b>	<b>68</b>
7.1. Electricidad	69
7.2. Gas natural, petróleo y carbón	77
7.3. Energías renovables	79
7.4. Energía hidroeléctrica y recursos hídricos	80
<b>8. MEDIDAS Y OPCIONES DE ADAPTACIÓN</b>	<b>86</b>
8.1. Medidas enmarcadas dentro de otras estrategias, planes y programas	87
8.2. Otras medidas y opciones adaptativas	123
8.3. Necesidades de investigación y detección del cambio	128
<b>9. CONCLUSIONES</b>	<b>131</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>135</b>
<b>ANEJO I. ESCENARIOS REGIONALIZADOS DE CAMBIO CLIMÁTICO: CONCEPTOS</b>	
<b>ANEJO II: EVOLUCIÓN DE LA PRECIPITACIÓN ACUMULADA MENSUAL EN EXTREMADURA</b>	

---

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Evolución de las emisiones de GEI (kt CO <sub>2</sub> ) de Extremadura. Serie 1990-2008	3
Figura 2.	Contribución porcentual de las emisiones de GEI de Extremadura respecto del total nacional. Serie 1190-2008	4
Figura 3.	Evolución de las emisiones de GEI sectoriales	4
Figura 4.	Cascada de incertidumbre en la evaluación del riesgo	7
Figura 5.	Consumo mundial de energía en 2009	32
Figura 6.	Evolución de la producción interior de energía y del grado de autoabastecimiento	34
Figura 7.	Evolución del consumo de energía primaria	35
Figura 8.	Evolución del consumo final de energía por sectores económicos	35
Figura 9.	Consumo de energía primaria en el año 2009	36
Figura 10.	Producción eléctrica según fuentes en España, en el año 2009	36
Figura 11.	Reparto de producción eléctrica en Extremadura, en el año 2009	38
Figura 12.	Reparto de la producción de electricidad. Extremadura <i>versus</i> total nacional en el año 2009	39
Figura 13.	Datos de explotación de la central nuclear de Almaraz	40
Figura 14.	Producción de energía eléctrica en Extremadura, en el año 2009	42
Figura 15.	Producción de energía eléctrica en régimen especial en Extremadura en el año 2009	43
Figura 16.	Consumo energético regional en 2009	49
Figura 17.	Consumo Energético en el año 2007 por Comunidades Autónomas en miles de euros	49
Figura 18.	Consumo Energético en los años 2005 y 2007 por Comunidades Autónomas en miles de euros	50
Figura 19.	Distribución porcentual del consumo energético regional por sectores en 2009	50
Figura 20.	Evolución del consumo de energía eléctrica en Extremadura (GWh)	51
Figura 21.	Evolución del consumo de gas natural en Extremadura (GWh)	51
Figura 22.	Evolución del consumo regional de gasolinas y gasóleos (ktep)	52
Figura 23.	Evolución del consumo regional de fuel oil (ktep)	53
Figura 24.	Evolución del consumo regional de GLP's (ktep)	53
Figura 25.	Evolución del consumo regional de productos petrolíferos (ktep)	54

---



Figura 26.	Evolución de la intensidad energética en España y Extremadura	55
Figura 27.a)	Evolución en el número total de clientes de gas natural en Extremadura	
Figura 27.b)	Evolución del consumo de gas natural en Extremadura (GWh)	60
Figura 28.	Reducción de caudales en las cuencas nacionales para el año 2060	81
Figura 29.	Aumento de evaporación de humedales y embalses para 2060	82

## **ÍNDICE DE MAPAS**

Mapa 1.	Comarcas extremeñas y zonas rurales de acuerdo a la agregación del Programa de Desarrollo Rural Sostenible 2010-2014, de Extremadura	13
Mapa 2.	Temperaturas medias máximas anuales en el periodo 1961-1990	14
Mapa 3.	Temperaturas medias máximas anuales en los periodos 2011-2040 y 2041-2070 (A2 y B2)	16
Mapa 4.	Temperaturas medias mínimas anuales en 1961-1990	17
Mapa 5.	Temperaturas medias mínimas anuales en los periodos 2011-2040 y 2041-2070 (A2 y B2)	19
Mapa 6.	Precipitación anual en el periodo 1961-1990	20
Mapa 7.	Precipitación anual media de los periodos 2011-2040 y 2041-2070 (A2 y B2)	22
Mapa 8.	Aumento de las temperaturas medias de las máximas anuales en 2011-2040 y 2041-2070 respecto a 1961-1990, bajo los escenarios de emisiones A2 y B2	24
Mapa 9.	Aumento de las temperaturas medias de las mínimas anuales en 2011-2040 y 2041-2070 respecto a 1961-1990, bajo los escenarios de emisiones A2 y B2	26
Mapa 10.	Variación de la precipitación anual en 2011-2040 y 2041-2070 respecto a 1961-1990, bajo los escenarios de emisiones A2 y B2	31
Mapa 11.	Infraestructuras de energías renovables	48
Mapa 12.	Líneas de transporte y distribución eléctrica en Extremadura	57
Mapa 13.	Red de distribución de gas natural en Extremadura y plantas satélites de GNL y depósitos de GLP	62
Mapa 14.	Esquema de la ubicación de la instalación de almacenamiento, del oleoducto y del aeropuerto de Extremadura	64
Mapa 15.	Grados día de refrigeración anuales en 1961-1990 y 2041-2070 (A2) y (B2)	72
Mapa 16.	Grados día de calefacción en 1961-1990 y en 2041-2070 (A2) y (B2)	74
Mapa 17.	Situación de las centrales de producción de energía eléctrica en régimen ordinario en Extremadura	84

---

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Correspondencia entre comarcas extremeñas y zonas rurales de acuerdo a la agregación del Programa de Desarrollo Sostenible 2010-2014 de Extremadura	13
Tabla 2.	Producción eléctrica de Extremadura y España en el año 2009	38
Tabla 3.	Centrales hidroeléctricas en Extremadura	41
Tabla 4.	Previsión de la potencia instalada, y producción total eléctrica en el periodo 2010-2020 en Extremadura en régimen ordinario	42
Tabla 5.	Previsión de la potencia instalada y producción eléctrica mediante energías renovables en Extremadura	44
Tabla 6.	Previsión del mix de producción eléctrica regional	45
Tabla 7.	Cuota de energía procedente de energías renovables en 2009	46
Tabla 8.	Cuota de energía procedente de fuentes renovables sobre el consumo en barras de central	47
Tabla 9.	Planificación de infraestructuras eléctricas en Extremadura 2010-2014	59
Tabla 10.	Gasoductos operativos por municipios y número de habitantes	60
Tabla 11.	Gasoductos operativos por municipios y número de habitantes	61
Tabla 12.	Puntos de suministro en Extremadura en 2009	63
Tabla 13.	Longitud de la red de distribución gasista en Extremadura en el 2009	63
Tabla 14.	Principales impactos del cambio climático sobre el sector energético	67
Tabla 15.	Componentes de la variación (%) de la demanda en barras de la central	68
Tabla 16.	Estimación de la reducción en la producción de energía hidroeléctrica	83
Tabla 17.	Principales impactos del cambio climático sobre el sector energético en Extremadura	85
Tabla 18.	Programa 1. Medida 1.1: Diversificación de las redes de transporte de electricidad	90
Tabla 19.	Programa 1. Medida 1.2: Invertir en I+D+i	90
Tabla 20.	Programa 1. Medida 1.3: Promover la aplicación de instalaciones de producción de energía eléctrica mediante recursos renovables autónomos	91
Tabla 21.	Programa 2. Medida 2.1: Implementar el establecimiento de instalaciones de producción de energías renovables en ubicaciones cercanas a puntos de abastecimiento	98
Tabla 22.	Programa 2. Medida 2.2: Fomento de la producción descentralizada y la autoproducción	99

---

Tabla 23.	Programa 2. Medida 2.3: Promover los cultivos energéticos destinados a la producción de energía procedente de la biomasa	100
Tabla 24.	Programa 2. Medida 2.4: Promover el ámbito de la cogeneración	100
Tabla 25.	Programa 2. Medida 2.5: Proyectar centrales de ciclo combinado para poder abastecer el aumento de demanda energética en España	101
Tabla 26.	Programa 3. Medida 3.1: Fomentar políticas y medidas de ahorro y eficiencia energética en el área del urbanismo y la edificación	106
Tabla 27.	Programa 3. Medida 3.2: Fomentar políticas y medidas de ahorro y eficiencia energética en la fabricación de bienes de consumo	108
Tabla 28.	Programa 3. Medida 3.3: Fomentar políticas y medidas de ahorro y eficiencia energética en el sector del transporte	109
Tabla 29.	Programa 4. Medida 4.1: Investigar para mejorar los métodos de monitorización del recurso hídrico actual y generación de escenarios hidrológicos de Extremadura	113
Tabla 30.	Programa 4. Medida 4.2: Diversificar las fuentes de producción	113
Tabla 31.	Programa 5. Medida 5.1: Promover el desarrollo de nuevos materiales de modo que los conductos de distribución de gas natural así como los dispositivos de almacenamiento situados en superficie y subterráneos no se vean afectados por los cambios de temperatura	116
Tabla 32.	Programa 5. Medida 5.2: Incentivar financiera y normativamente estudios relacionados con la adaptación al cambio climático en empresas adjudicatarias y explotadoras de sistemas de transporte, distribución y almacenamiento de gas natural	117
Tabla 33.	Programa 6. Medida 6.1: Promover estudios para la optimización del proceso de obtención de biocombustibles sólidos para calefacción, a partir de biomasa procedente de residuos agrícolas y cultivos energéticos en Extremadura	121
Tabla 34.	Programa 6. Medida 6.2: Promover el uso de la biomasa para uso eléctrico	122
Tabla 35.	Programa 6. Medida 6.3: Promover el uso de los biocarburantes para el transporte	122
Tabla 36.	Mapa de la Estrategia de Cambio Climático para Extremadura	125

---

## PRÓLOGO

Extremadura está afrontando el cambio climático con una serie de medidas tendentes tanto a mitigar sus efectos como a adaptarse al nuevo marco de condiciones climáticas esperables. Este fenómeno, que no debe ser visto por la sociedad extremeña como una amenaza para la región, es sin embargo una oportunidad de adecuación de los procesos productivos en todos los sectores, ya que las variaciones climáticas y sus consecuencias, propiciarán la apertura y crecimiento de nuevos mercados y, como resultado, nuevas posibilidades económicas.

En el desarrollo sostenible así como en la lucha contra el cambio climático, el sector energético es un elemento clave, como lo es también para el desarrollo económico y social de nuestra región. Por ello, disponer de un mejor conocimiento de los impactos del cambio climático nos permitirá organizar y aplicar medidas de adaptación para afrontar nuevas situaciones sociales y económicas. En este sentido, se contemplan instrumentos destinados al fomento del ahorro y la eficiencia energética y la generación de energía de origen renovable, así como una mayor sensibilización de los ciudadanos en las áreas de actuación y lucha contra el calentamiento global.

Por su propia naturaleza la adaptación para el sector energético en la región necesita una estrategia a largo plazo, de forma sostenida y específica, lo que requiere enfocar las políticas y medidas en un horizonte temporal adecuado, así como dotarlas de suficiente flexibilidad como para incorporar los avances logrados en materia de proyecciones climáticas. Sin embargo, es urgente la puesta en marcha de medidas que a la mayor brevedad permitan alcanzar las reducciones de emisiones requeridas para la obtención de un escenario medioambientalmente sostenible.

**José Antonio Echavarrí Lomo**

**Consejero de Agricultura, Desarrollo Rural, Medio Ambiente y Energía**



## **1. Introducción**

El cambio climático y sus implicaciones sociales, económicas y ambientales suponen un reto de gran magnitud, que afecta por igual a todos los sectores de la sociedad. La relación entre modelos de desarrollo socioeconómico, emisiones de gases de efecto invernadero, aumento del forzamiento radiativo y alteraciones en la dinámica atmosférica, son evidentes (IPCC, 2007). Es necesario ahondar en la comprensión de la magnitud del cambio, los efectos que dichos cambios pueden producir sobre la sociedad y establecer políticas frente a este fenómeno. En este sentido existen dos tipos de respuestas, políticas de mitigación, orientadas a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero y políticas de adaptación, destinadas a la mejora de la capacidad de respuesta de los sistemas socioeconómicos y ambientales, a los efectos del cambio climático. Por tanto, el cambio climático es un fenómeno multiescalar que requiere la combinación integrada de estrategias inmediatas de mitigación, junto con medidas adaptativas regionales y locales a medio y largo plazo (IPCC, 2007).

El sector energético es la piedra angular sobre la que se asienta el crecimiento económico moderno, siendo el consumo energético uno de los indicadores del grado de desarrollo socioeconómico alcanzado en un territorio. La importancia del sector energético hace necesario la elaboración de medidas que minimicen la vulnerabilidad del mismo, frente a los cambios climáticos futuros.

Desde una perspectiva ambiental, el sector energético emite la mayor parte de los gases de efecto invernadero (en adelante GEI), esto es debido a la gran dependencia a nivel mundial de las fuentes energéticas de los combustibles fósiles. En este sentido, el tipo de energía de mayor consumo a nivel mundial es el petróleo con un 33,1%, seguido por el carbón con un 27,2%, gas natural con un 20,9%, biomasa con un 9,7%, energía nuclear con un 5,8%, energía hidráulica con un 2,3% y sólo un 1% proveniente de energías alternativas (MITYC, 2010).

Dado el peso de este sector como fuente de emisiones GEI, la Unión Europea se ha comprometido a desarrollar una economía de bajo consumo, de energía más segura, más competitiva y más sostenible. Con esta idea surge el “Paquete Energía y Clima” en el 2008 (Comisión Europea, 2009), consistente en un plan de medidas para mejorar la eficiencia y la independencia energética de los países de la zona, siendo al mismo tiempo un programa de protección del clima y una estrategia energética basada en tres principios,

- **reducir los gases de efecto invernadero** en un 20%
- **incrementar las energías renovables** un 20%

- **reducir el consumo de energía** otro 20% para el año 2020 gracias a una mayor eficiencia energética.

España recoge ese testigo, dotándose de toda una serie de herramientas jurídicas, normativas y de planificación para abanderar el proceso de transformación necesario para hacer efectivos esos compromisos. En el contexto normativo español, la consecución de un sistema energético más eficiente y sostenible se fundamenta en una serie de documentos marco que definen la política energética a corto y medio plazo,

- *Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética 2004-2012 (E4)* (BOE nº 29, del 3 de febrero de 2004; IDAE, 2003)
- *Plan de Energías Renovables (PER 2005-2010)* (IDAE, 2005)
- *Plan Nacional de Asignación de los Derechos de Emisión 2008-2012* (BOE nº 282, del 25 de noviembre de 2006)
- *Plan de Acción 2008-2012 de la E4 (PAE4+)* (IDAE, 2007)
- *Estrategia Española de Cambio Climático y Energía Limpia. Horizonte 2007-2012-2020 (EECCCEL)* (MAM, 2007)
- *Planificación de los sectores electricidad y gas 2008-2016* (MITYC, 2008)

El presente informe analiza, más allá de las causas de las emisiones del sector de la energía, el posible efecto que el cambio climático pueda tener sobre dicho sector, tanto en las fuentes de energía primarias que utiliza como en el proceso de transformación de éstas en energía final, es decir, la energía que la sociedad demanda en forma de electricidad, de productos petrolíferos, de gas natural o de carbón. En este sentido se abordarán cinco fuentes principales de energía como la electricidad (energía final), el petróleo, el gas natural, el carbón y las energías renovables.

Asimismo, este documento se complementa con el *Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático* (MMA, 2006). Tomando como base las medidas, actividades y líneas de trabajo para las evaluaciones de impactos, vulnerabilidad y adaptación relativas al sector industrial y energético que se llevarán a cabo dentro del Plan Nacional, con un horizonte de planificación de 10-50 años. Pueden señalarse como principales líneas de trabajo,

- Cartografiar las potencialidades climáticas (positivas y negativas) de las regiones de España para la producción de energías renovables bajo distintos escenarios de cambio climático.

- Evaluar los efectos de los escenarios hidrológicos proyectados para el siglo XXI sobre los sistemas de producción energética dependientes de recursos hídricos.
- Evaluar la incidencia de las condiciones de temperatura proyectadas por los escenarios climáticos para el siglo XXI sobre los sistemas de producción energética dependientes de refrigeración por aire.
- Evaluar el efecto del cambio climático sobre la demanda de energía en España, a nivel regional y por sectores económicos.

El presente Plan de Adaptación parte del análisis de la evolución de las emisiones de GEI de Extremadura que ha ido incrementándose a lo largo de los años, llegándose a alcanzar 9.516 kt de dióxido de carbono equivalente ( $\text{CO}_{2\text{eq}}$ ) durante el año 2007. Esta tendencia al alza finaliza en el año 2008, ya que se observa un ligero descenso situándose en 9.311kt  $\text{CO}_{2\text{eq}}$ , que representa el 2,3% del conjunto de la nación, según los datos del “*Inventario Nacional de Emisiones de Contaminantes a la Atmósfera*” del Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino (MARM, 2010) (Figura 1).

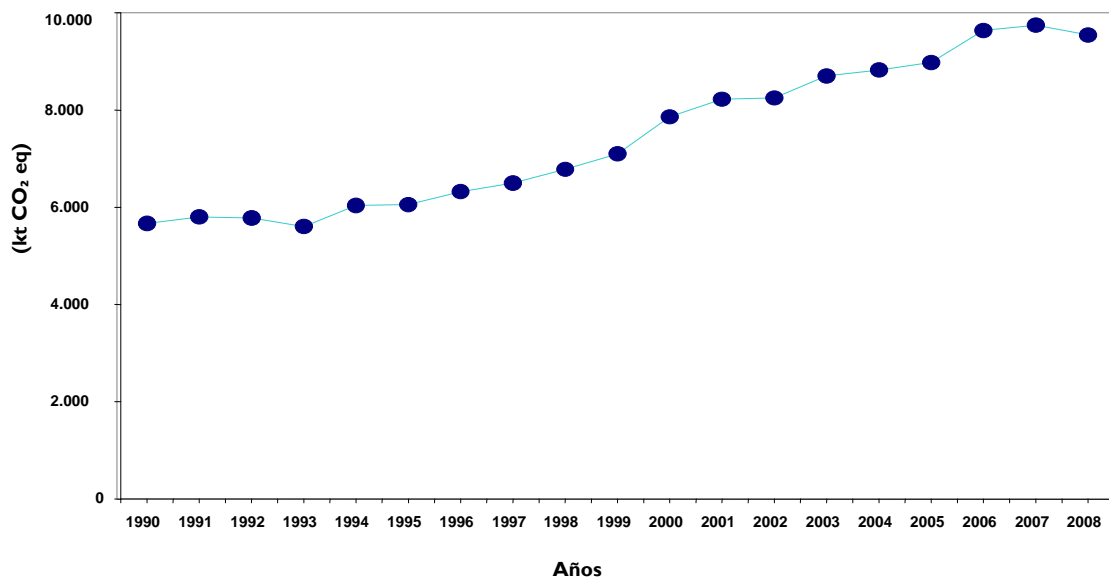


Figura 1. Evolución de las emisiones de GEI (kt  $\text{CO}_{2\text{eq}}$ ) de Extremadura. Serie 1990 – 2008 (MARM, 2010).

En las dos últimas décadas, la contribución de las emisiones de GEI de Extremadura respecto de las del conjunto de España, es relativamente constante y alcanza un valor promedio del 2% (Figura 2).

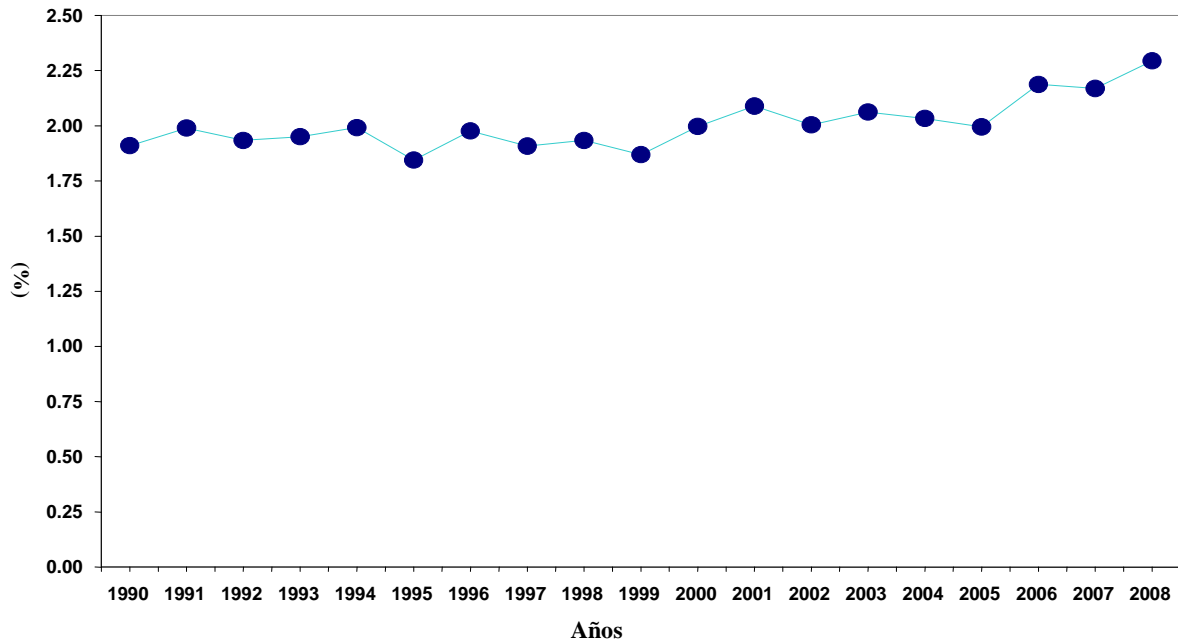


Figura 2. Contribución porcentual de las emisiones de GEI de Extremadura respecto del total nacional. Serie 1990 – 2008 (MARM, 2010).

En cuanto a las emisiones de GEI por sectores en Extremadura, el sector energía es el de menor relevancia en la región, mientras que el sector primario (actividades agrícolas y ganaderas) y el sector transporte suponen la mayoría de las emisiones, a diferencia de lo que ocurre a nivel nacional donde el sector con mayor participación en las emisiones es el correspondiente al procesado de la energía, el cual acapara más de las tres cuartas partes de las emisiones de GEI del país, y en el que se incluye el consumo de energía de uso residencial, industrial, comercial e institucional, agrícola o de transporte (Figura 3).

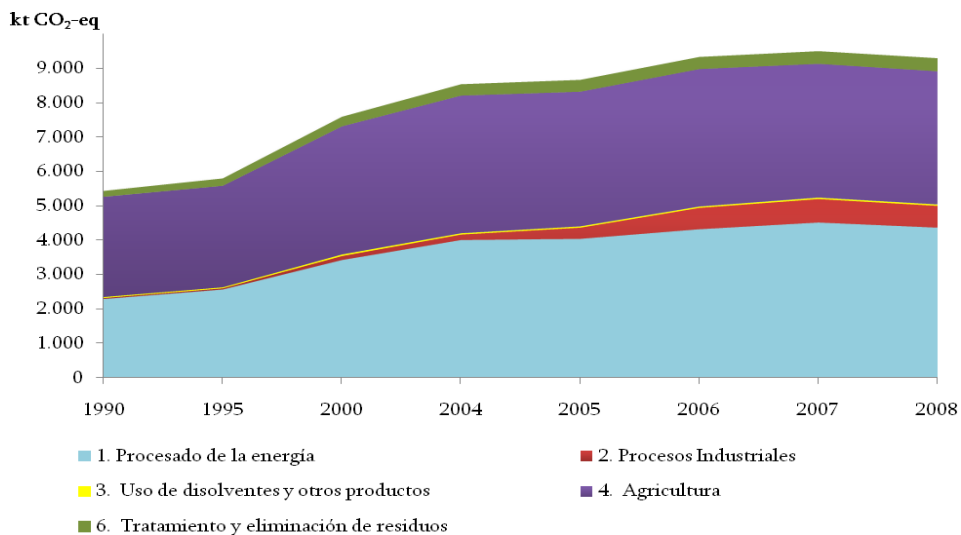


Figura 3. Evolución de las emisiones de GEI sectoriales (Consejería de Industria, Energía y Medio Ambiente, 2010).

## **2. Objetivo, alcance y limitaciones**

Este documento analiza el grado de vulnerabilidad y los efectos del cambio climático en el *Sector Energía* en el ámbito territorial de Extremadura. La finalidad es establecer una visión general sobre la vulnerabilidad que permitirá llevar a cabo un plan específico de medidas para la adaptación a los posibles cambios en dicho sector, con los siguientes objetivos:

- Llevar a cabo una identificación y evaluación de los impactos potenciales del cambio climático sobre el sector energético en Extremadura, y aportar medidas y opciones de adaptación frente a los impactos negativos identificados.
- Identificar los posibles beneficios derivados del cambio climático que puedan surgir en relación con la producción, transformación, transporte o almacenamiento energético y que puedan suponer una oportunidad de desarrollo económico en Extremadura.
- Identificar las necesidades de investigación existentes, así como las implicaciones para las distintas políticas públicas.

Para la consecución de los objetivos arriba indicados, se han encontrado una serie de limitaciones, de orden metodológico y conceptual. Desde el punto de vista conceptual, cabe mencionar el hecho de que los estudios de adaptación al cambio climático son incipientes tanto a escala internacional como nacional, por lo que no siempre es posible encontrar respaldo documental a las ideas que se plantean.

Además, dado que la adaptación es un proceso que mejora su eficacia cuanto más local es la escala de trabajo, no siempre es posible trasladar ideas de una escala de trabajo nacional o supranacional a un ámbito regional, o de una región a otra debido a sus diferencias ambientales o socioeconómicas. Por otro lado, el gran número de sectores energéticos existentes en la región (sector nuclear, eólico, hidroeléctrico, solar, etc.) unida a la diversidad de elementos que conforman el sistema energético (de generación, de transporte, de distribución, etc.) dificulta poder abordar, mediante análisis específicos todas las posibles repercusiones derivadas del cambio climático. Finalmente, hay que remarcar que la interacción entre el sistema energético, el sistema socioeconómico y el sistema climático es compleja, y en su evolución intervienen tanto factores ambientales como de orden político o económico. Así por ejemplo, los impactos del cambio climático sobre la central nuclear extremeña no sólo depende de los cambios en el régimen de temperatura y precipitación que pudieran afectar a las infraestructuras, sino que también es fundamental conocer si en las próximas décadas la política energética tenderá hacia una reducción o potenciación de la energía nuclear lo que determinará un mayor o menor nivel de exposición.

De manera esquemática, los principales elementos condicionantes del Plan son los siguientes:



- La escala de trabajo. El ámbito espacial abarcado es el conjunto del territorio de Extremadura, siendo el horizonte temporal la primera mitad del siglo XXI. Determinados estudios sólo pueden abordarse para entornos locales de los que se puede conocer con detalle las características ambientales y socioeconómicas. Por ejemplo, el potencial de desarrollo de cultivos energéticos depende de factores edáficos, hídricos, geomorfológicos, ecológicos, etc. que sólo pueden conocerse en ámbitos espacial y temporalmente reducidos. Por tanto, sin el suficiente nivel de detalle, los resultados de los trabajos de potencial energético de ciertos cultivos ofrece resultados inciertos.
- La información disponible. En ocasiones, la disponibilidad de datos es insuficiente para poder emplear modelos analíticos específicos. Sin embargo, en algunos casos se necesita información de tipo climática, ambiental y socioeconómica no disponible con el nivel de detalle requerido.
- El grado de complejidad de las relaciones existentes entre el clima y el sector energético; (entendiendo este como las fuentes de energía primarias y el proceso de transformación en energía final).
- La incertidumbre acerca de la evolución del actual escenario económico.
- La transversalidad del sector energético con el resto de sectores.
- La incertidumbre sobre la evolución del propio clima.

Las limitaciones expuestas han dispuesto que este trabajo tenga una labor prospectiva de carácter documental, ya que en algunos casos sólo se ha podido llevar a cabo un análisis de riesgos (frente a los impactos potenciales identificados) de carácter general, en base a la información bibliográfica disponible.

Por otro lado, la gran variedad de interacciones existentes entre el clima y el sector energético, requiere profundizar más en el conocimiento de la sensibilidad de este sector al clima, para poder identificar las interrelaciones existentes. Cabe señalar, que una vez realizada la revisión del estado del conocimiento actual, son escasos los trabajos llevados a cabo en España acerca de la evaluación de los impactos, los costes del clima y los fenómenos meteorológicos extraordinarios sobre las infraestructuras y los servicios energéticos.

A pesar de las diferencias existentes en las proyecciones climáticas elaboradas por distintos centros de investigación y los escenarios de emisiones utilizados, los resultados son consistentes en mostrar un incremento global de las temperaturas en el presente siglo. Algo menor es la certeza acerca de

otras muchas proyecciones tales como, el patrón de precipitaciones a escala regional y local y los cambios en la frecuencia y la severidad de las tormentas, lo cual es de particular interés para todo tipo de infraestructuras. Los modelos de circulación general son las herramientas centrales empleadas en la proyección del clima futuro. Sin embargo, su nivel de resolución es insuficiente cuando se analizan procesos ambientales de menor escala. La transformación de estos resultados globales a otro de mayor resolución espacio-temporal mediante técnicas de “downscaling”, permite obtener resultados de utilidad para estudios de adaptación a escalas regionales y locales. Sin embargo, aún son numerosas las incertidumbres asociadas a este proceso, por lo que existen diferentes proyecciones climáticas para la misma área en función de la técnica específica empleada. En Extremadura se cuenta con los Escenarios Regionalizados de Cambio Climático elaborados por la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET, 2009), que ofrecen proyecciones de temperatura máxima y mínima y precipitación diaria en varios centenares de estaciones meteorológicas repartidas por todo el territorio autonómico con unas diferencias mínimas entre unas técnicas y otras, lo que contribuye a reducir el nivel de fluctuación entre predicciones climáticas. Dada la complejidad del sistema climático y sus interacciones con el medio natural y socioeconómico, la evaluación de los impactos y riesgos asociados al cambio climático resulta aún imprecisa. Por otro lado, el volumen de emisiones de gases de efecto invernadero dependerá del modelo de desarrollo y las políticas del conjunto de los países del mundo. De esta concentración de GEI en la atmósfera depende el forzamiento radiativo y de éste las variaciones en la temperatura. Aún no existe un modelo único que relacione estas tres variables, lo que provoca una cierta variabilidad en las predicciones climáticas. A su vez, no se han desarrollado sistemas que permitan determinar con precisión como afecta el cambio de temperatura a los sistemas naturales y a los bienes e infraestructuras, lo que hace aumentar la variedad de efectos posibles en relación con los impactos del cambio climático (Figura 4). Por tanto, las dudas metodológicas se acumulan de manera encadenada dando pie a la existencia de una horquilla más o menos amplia de resultados.

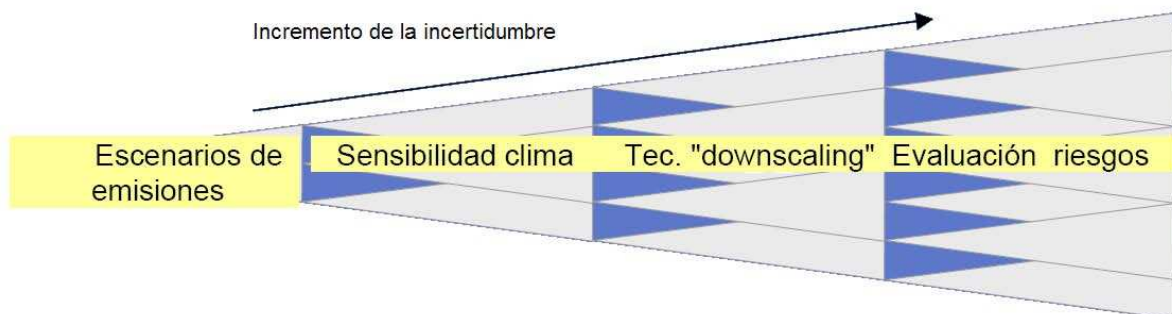


Figura 4. Cascada de incertidumbre en la evaluación del riesgo (adaptada de Viner, 2002).

Asimismo, la complejidad del análisis de impactos se incrementa debido a la transversalidad económica del sector energético y su dependencia respecto de otros factores a escala global.

Como consecuencia de la multitud de factores que afectan a la demanda y a la oferta energética, resulta complejo predecir con certeza cómo evolucionarán estos a largo plazo y aún más si cabe en el actual panorama económico. Por este motivo, cualquier estudio que trate las implicaciones del cambio climático sobre el sector energético, solo puede ser una aproximación de lo que podría suceder y un ejercicio para la identificación de respuestas adaptativas que puedan reducir la vulnerabilidad y/o incrementar la fortaleza para afrontar los cambios proyectados.

A medida que se vayan acumulando conocimientos que reduzcan estas incertidumbres, se podrán hacer evaluaciones y determinar la magnitud de los impactos con mayor precisión y exactitud; por este motivo, el plan de adaptación debe posibilitar su actualización y retroalimentación.

### 3. Metodología

#### 3.1. Introducción

El objetivo del Plan es identificar los impactos potenciales derivados del cambio climático sobre el sector energético en Extremadura y proponer medidas de adaptación que permitan reducir los efectos negativos que se puedan producir. El trabajo se inscribe dentro de los denominados Planes Sectoriales de Adaptación recogidos en la *Estrategia de Cambio Climático de Extremadura 2009-2012*. Para dar respuesta al objetivo planteado, se ha desarrollado un estudio en etapas que pretende poner de manifiesto

- i) las variaciones climáticas proyectadas
- ii) las características generales del sector energético extremeño
- iii) los impactos identificados
- iv) los elementos clave de dicho sector energético que son sensibles al cambio de clima
- v) las herramientas propuestas para preparar al sistema energético al cambio climático y garantizar su competitividad futura.

Siempre que se ha dispuesto de datos y modelos analíticos específicos, se ha analizado explícitamente como afectarán los cambios proyectados en las variables climáticas sobre el sector de la energía del territorio extremeño en el siglo XXI.

#### 3.2. Estructura y descripción de los trabajos

##### 3.2.1. Análisis de los datos de los Escenarios Regionalizados de Cambio Climático

Con objeto de poner de manifiesto las principales características del cambio climático en Extremadura, se presenta una cartografía climática que expresa los principales cambios proyectados de las variables de precipitación, temperatura máxima y temperatura mínima para los periodos 1961-1990, 2011-2040 y 2041-2070 bajo los escenarios de emisiones (A2) y (B2) del IPCC, tanto en términos absolutos como en términos comparativos. Los resultados se presentan considerando la división territorial de zonas rurales que se establece en el *Programa de Desarrollo Rural Sostenible 2010-2014 de Extremadura* (Decreto 115/2010 del 14 de mayo; DOE nº 95, de 20 de mayo de 2010).

Los escenarios de emisiones están elaborados por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), (IPCC, 2000) y son una representación admisible de la evolución futura de las emisiones de sustancias responsables del efecto invernadero atmosférico, basada en una serie coherente de suposiciones sobre el potencial desarrollo socio-económico o tecnológico futuro. Los escenarios de emisiones se utilizan en los modelos climáticos para realizar proyecciones de cambio

climático. Hay cuatro familias principales de escenarios (A1, A2, B1 y B2) que representan las diferentes proyecciones. En este trabajo se emplean las proyecciones del clima realizadas bajo los escenarios de emisiones (A2), que están basados en un crecimiento y desarrollo económico alto con elevadas emisiones, (versión más pesimista de las cuatro), y el escenario (B2), basado en un desarrollo orientado a la protección del medio ambiente y a la igualdad social en el que predominan las soluciones locales para la sostenibilidad económica, social y ambiental. En este escenario las emisiones de gases de efecto invernadero aumentan progresivamente pero a un ritmo menor que en el escenario (A2). La elección de estos dos escenarios a nivel regional, permite lograr una coherencia con los datos empleados a nivel estatal. En el anejo 1 de este estudio, se ofrece una explicación más detallada sobre el concepto de escenarios de emisiones.

La serie de valores climáticos 1961-1990 se analiza y representa cartográficamente mediante técnicas geostatísticas (kriging) para interpretar el clima actual de Extremadura y disponer de una línea base de la cual partir, utilizando la base de datos de la AEMET (2009). Los datos climáticos modelizados para los periodos 2011-2040 y 2041-2070, bajo los escenarios de emisiones (A2) y (B2), son tratados del mismo modo que los valores climatológicos de la serie de referencia 1961-1990.

Los resultados cartográficos representan las variables climáticas de precipitación, temperatura máxima y temperatura mínima promedio anual bajo los escenarios (A2) y (B2), y han sido regionalizados a partir de los resultados del Modelo de Circulación General ECHAM4. Los modelos de circulación general (MCGs) son sofisticadas herramientas utilizadas para generar las proyecciones climáticas mediante la resolución de complejas ecuaciones de física de fluidos en centros de investigación del clima. Los diferentes MCGs son distintas formulaciones de las ecuaciones que describen los distintos componentes del sistema climático, considerando distintas mallas, resoluciones, esquemas numéricos, parametrizaciones de procesos físicos, etc.

### **3.2.2. Caracterización del sector energético**

El objetivo de este apartado, es ofrecer una visión general sobre las principales características del sistema energético en Extremadura, tanto en lo referido a los datos de producción y consumo, como a las infraestructuras existentes. Se obtienen datos para los principales componentes del sector, electricidad, gas y productos petrolíferos. Asimismo, se informa sobre la situación energética mundial y nacional para contextualizar la realidad del sector en Extremadura. La descripción realizada está orientada a poner de manifiesto cuales son los elementos más relevantes desde los puntos de vista estratégico, territorial y productivo. Estos elementos fundamentales serán sobre los que posteriormente se focalicen los análisis de vulnerabilidad e impactos.



### **3.2.3. Identificación y valoración de impactos**

Los impactos se identifican en función de los resultados de los análisis de los escenarios de cambio climático y de las características del sector energético en Extremadura. La identificación de impactos se realiza tanto para aspectos relacionados con la producción como con el consumo. En cuanto a producción, la evaluación de impactos se realiza para los sectores energéticos más influenciados por cambios en las variables climáticas. Se consideran también efectos sobre infraestructuras energéticas derivados del incremento de eventos meteorológicos extremos.

Posteriormente, se procede a la realización de una revisión de los impactos probables en el sistema energético a consecuencia del cambio climático.

Por último, se presenta una valoración de los impactos detallando, cuando es posible, el signo del impacto (positivo-negativo), las causas, el efecto (directo-indirecto) y la zonificación o localización preferencial de los impactos.

### **3.2.4. Análisis de la sensibilidad al clima**

El objetivo del análisis de sensibilidad es conocer de qué manera los cambios en las variables climáticas afectarán al sistema energético autonómico. Para ello, en este apartado se establecen, tanto para la producción, como para la demanda y para las infraestructuras, cuáles son las variables climáticas más relevantes y trata de evaluar en qué medida los cambios proyectados en las variables de precipitación y temperatura según los modelos regionales del clima, afectarán al sector energético extremeño en el futuro (horizontes 2011-2040 y 2041-2070).

### **3.2.5. Medidas de adaptación**

Por último, se describen las medidas de adaptación en función de los análisis de sensibilidad efectuados previamente y de los impactos detectados. Se trata de una serie de acciones que tratan de sentar las bases y establecer las líneas de actuación en materia de adaptación al cambio climático en el sector energético. En definitiva, son herramientas orientadas a una correcta y temprana adaptación del sector en función de los impactos reconocidos para el conjunto extremeño. La adaptación no se centra exclusivamente en la prevención y la reducción de los impactos negativos vinculados al cambio de clima, sino que también, las medidas, son útiles para poner en valor las nuevas oportunidades de desarrollo del sector, debido a efectos positivos derivados del cambio climático.

## 4. Análisis de los Escenarios Regionalizados de Cambio Climático

### 4.1. Datos de partida

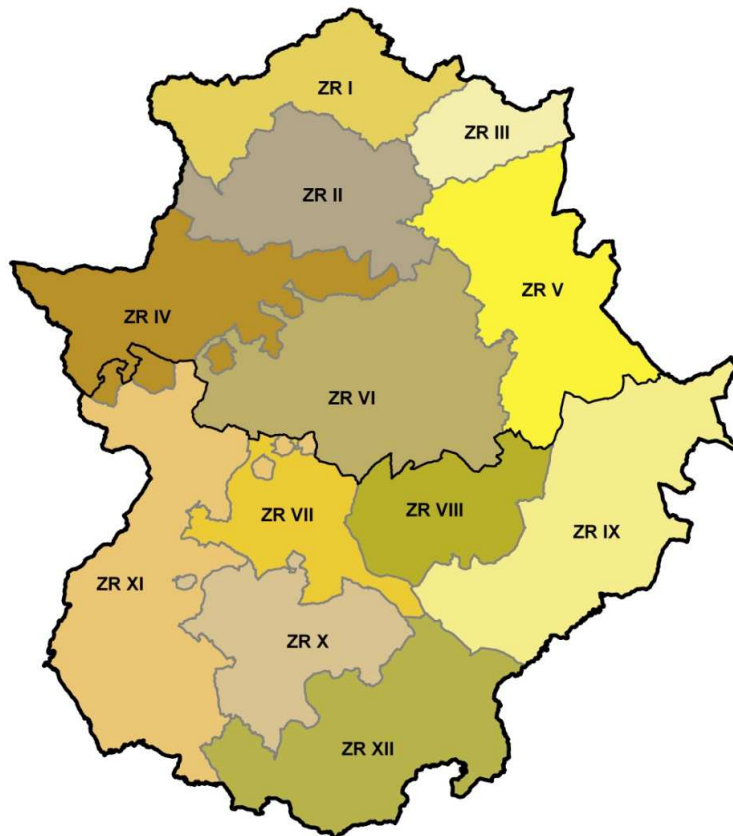
Los datos climáticos modelizados han sido obtenidos mediante el método estadístico de análogos, desarrollado por la Fundación para la Investigación del Clima (FIC) (AEMET, 2009). Este sistema de regionalización estadística, mediante la comparación sistemática de situaciones pasadas a escala sinóptica y a escala regional, permite inferir el comportamiento futuro de determinadas variables a escala regional (predictandos), a partir de las predicciones realizadas por los modelos de circulación general (MCG's) de ciertas variables a escala sinóptica (predictores). Los resultados de esta regionalización son ficheros informáticos (uno por estación meteorológica) que contienen los datos de un determinado predictando (temperatura máxima, mínima o precipitación acumulada en veinticuatro horas) para un periodo temporal, un escenario de emisiones y un modelo de circulación general dado. El modelo de circulación general con el que se han rodado los datos empleados para este estudio es el ECHAM4. Los MCG's son herramientas elaboradas por científicos del clima que simulan flujos de energía, masa y movimiento en una retícula tridimensional que forma la atmósfera, los océanos y las capas superiores de la litosfera y la criosfera, y que permiten predecir valores promedios y máximos de las variables de temperatura media, máxima y mínima, de la precipitación, de la presión media a nivel del mar, de la radiación solar incidente y de la velocidad del viento.

Para este estudio se han fijado periodos temporales de 30 años (1961-1990, 2011-2040 y 2041-2070), siendo el periodo 1961-1990 el periodo de referencia que representa el clima actual, y los periodos 2011-2040 y 2041-2070, se corresponden con los periodos temporales proyectados para un horizonte a corto y medio plazo. Asimismo, los escenarios de emisiones considerados son el escenario A2 (donde se produciría un incremento de las emisiones de los GEI) y el escenario B2 (donde las emisiones de GEI aumentan pero a un ritmo menor que en el escenario A2).

Como se ha comentado con anterioridad, con objeto de facilitar la descripción de los resultados de la regionalización climática en Extremadura y los posteriores análisis de riesgo, se han empleado como clasificaciones espaciales del territorio la agregación en zonas rurales del *Programa de Desarrollo Rural Sostenible 2010-2014 de Extremadura* (Decreto 115/2010 del 14 de mayo; DOE nº 95, 20 de mayo de 2010) y las comarcas tradicionales (Tabla 1) (Mapa 1).

**Tabla 1. Correspondencias entre comarcas extremeñas y zonas rurales de acuerdo a la agregación del Programa de Desarrollo Rural Sostenible 2010-2014 de Extremadura (DOE nº 95, del 20 de mayo de 2010).**

Zona Rural	Comarcas
I	Las Hurdes, Sierra de Gata, Trasierra-Tierras de Granadilla y Valle del Ambroz
II	Valle del Alagón, Rivera de Fresnedosa y Riberos del Tajo
III	La Vera y Valle del Jerte
IV	Tajo-Salor y Sierra de San Pedro
V	Las Villuercas-Ibores-Jara y Campo Arañuelo
VI	Comarca de Trujillo, Sierra de Montánchez y Zona Centro
VII	Lácara Sur y Municipios Centro
VIII	La Serena, Vegas Altas y Guadiana
IX	La Serena y Siberia
X	Río Bodión, Tierra de Barros-Matachel y Tierra de Barros
XI	Lácara-Los Baldíos, Comarca de Olivenza y Sierra Suroeste
XII	Tentudía y Comarca de Llerena

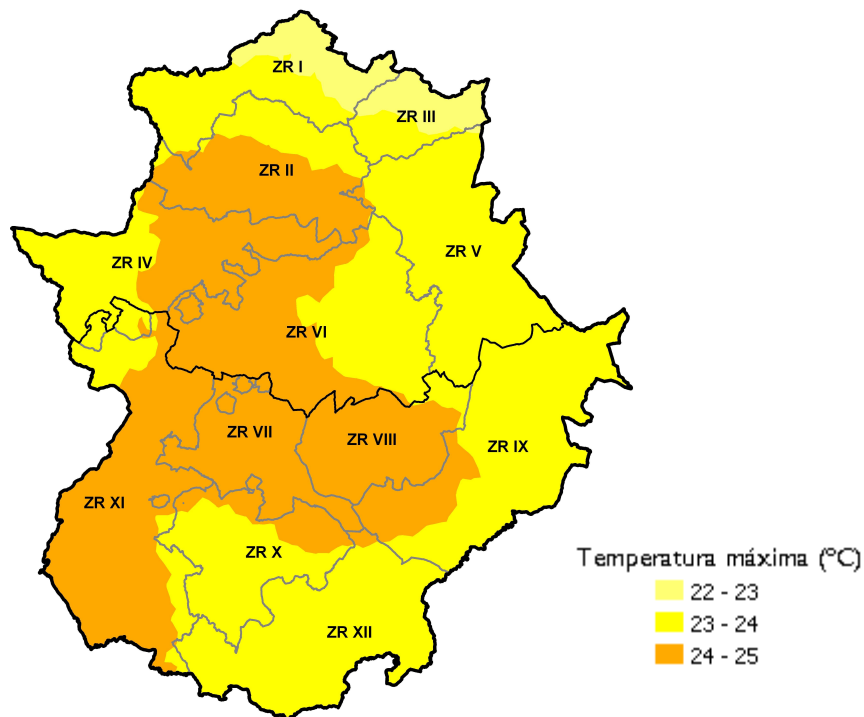


**Mapa 1. Comarcas extremeñas y zonas rurales de acuerdo a la agregación del Programa de Desarrollo Rural Sostenible 2010-2014 de Extremadura (DOE nº 95, del 20 de mayo de 2010).**

## 4.2. Temperaturas medias de las máximas y mínimas anuales y precipitación anual

### 4.2.1. Temperaturas medias de las máximas anuales

Las temperaturas medias de las máximas anuales correspondientes al periodo 1961-1990 oscilan entre los 23 °C en la zona norte de la provincia de Cáceres, y los 25 °C en la mitad suroccidental de la provincia Cáceres, y el norte y oeste de la provincia de Badajoz (Mapa 2).



Mapa 2. Temperaturas medias máximas anuales en el periodo 1961-1990 (AEMET, 2009).

Estas isotermas se distribuyen conforme a la disposición del relieve en franjas que se mueven, de menor a mayor temperatura, desde el norte montañoso, en las sierras de Gata, Hervás y Tormantos (ZR I y III) donde se alcanzan las temperaturas máximas más bajas, a las zonas serranas situadas más al sur y con altitudes inferiores a las mencionadas donde las medias de las temperaturas máximas anuales son un grado más elevadas, como en la Sierra de Guadalupe, en el este de la provincia de Cáceres (ZR V), y sierras de Salvatierra (límite entre las ZR X y XII) y Fregenal en el sureste de la provincia de Badajoz (ZR XII). Finalmente, las medias de las máximas más elevadas, que corresponde a los 25 °C se dan en el entorno de Badajoz (ZR XI), Mérida (ZR VII) y Zona Centro (ZR VI), o en las zonas de altitudes más bajas, asociadas a los cursos del Tajo y el Guadiana (ZR II y VIII).

Para los periodos 2011-2040 y 2041-2070 bajo el escenario de emisiones (A2), las temperaturas medias de las máximas anuales modelizadas oscilan entre los 25 °C y 27 °C en los primeros 30 años, y entre los 27 °C y los 29 °C en el segundo periodo.

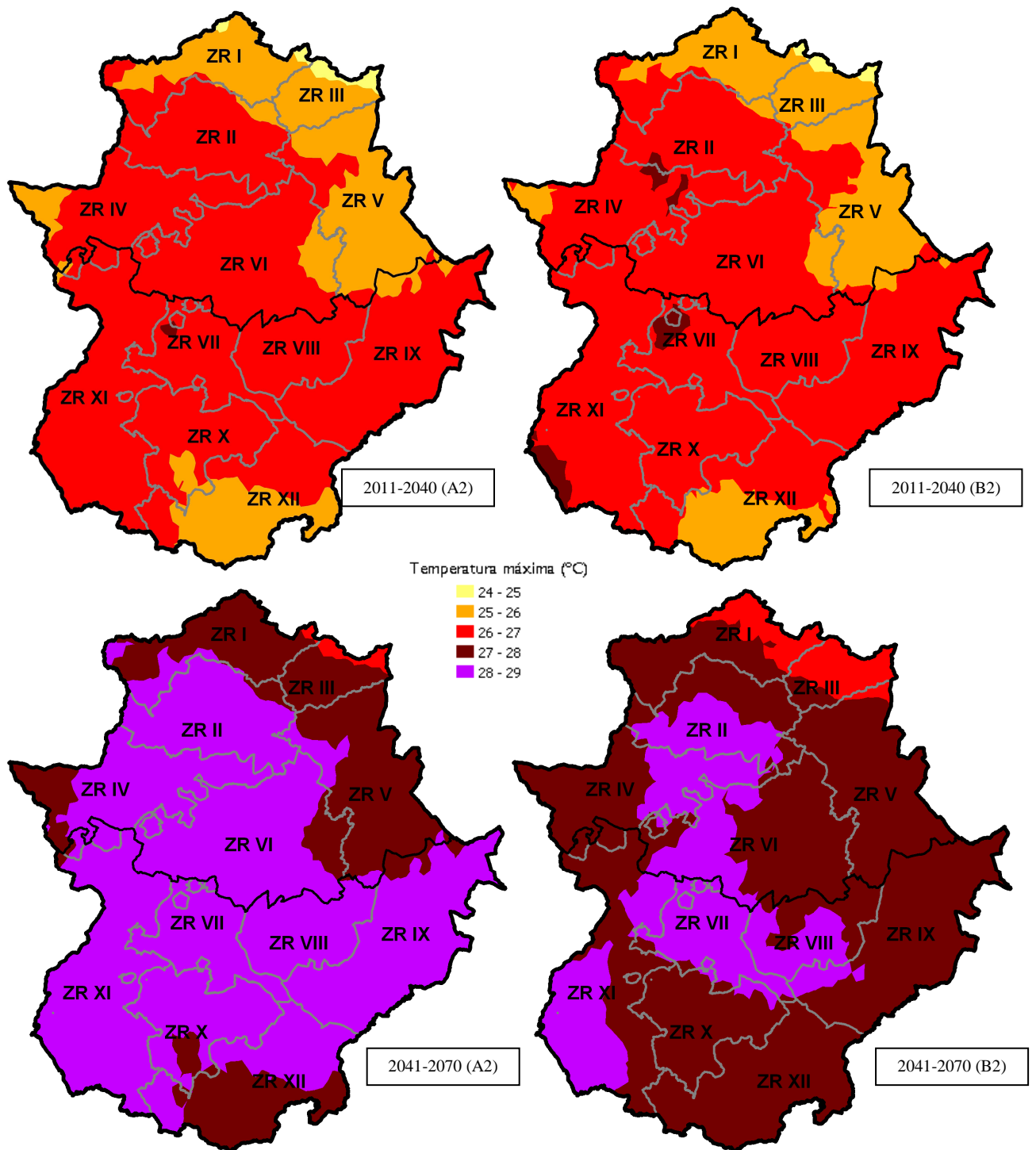
La isoterma más baja que se corresponde con 25 °C en el primer periodo y con 27 °C en el periodo siguiente se localizan en las zonas más elevadas, a partir de los 1.600 metros, (ZR I y III) (Mapa 3).

La isoterma de 26 °C en el periodo 2011-2040 y de 28 °C para 2041-2070 se localizan en zonas similares, es decir, en las ZR I, correspondiente a Las Hurdes, Trasierra-Tierras de Granadilla, Valle del Ambroz, y Sierra de Gata, así como en la ZR III (La Vera y Valle del Jerte) y en la ZR V (Las Villuercas-Ibores-Jara y Campo Arañuelo) y en Monesterio que pertenece a la ZR XII.

Por último, la isoterma más elevada, que corresponde a 29 °C, se ha modelizado únicamente para el periodo 2041-2070. Esta isoterma bajo el escenario (A2), ocupa amplias extensiones del centro de la provincia de Cáceres (ZR II, IV y VI) y la mayor parte de la provincia de Badajoz (ZR VII, VIII, IX, X, XI y norte de la ZR XII) mientras que bajo el escenario (B2) se concentra en zonas más reducidas del centro y suroeste de la Comunidad (sur de la ZR II, este de la ZR IV, ZR VII y VIII y suroeste de la ZR XI) (Mapa 3).

Los resultados bajo el escenario (B2) para los mismos períodos, 2011-2040 y 2041-2070, son bastante similares a los descritos bajo el escenario (A2), aunque en este caso las temperaturas máximas son algo más bajas. La superficie de las zonas con temperaturas más elevadas (entre 28 °C y 29 °C) es mayor bajo el escenario (A2) que bajo el (B2), y a la inversa, las áreas que registran una temperatura máxima más baja (entre 26 °C y 27 °C), son más amplias bajo el escenario (B2) que bajo el (A2).





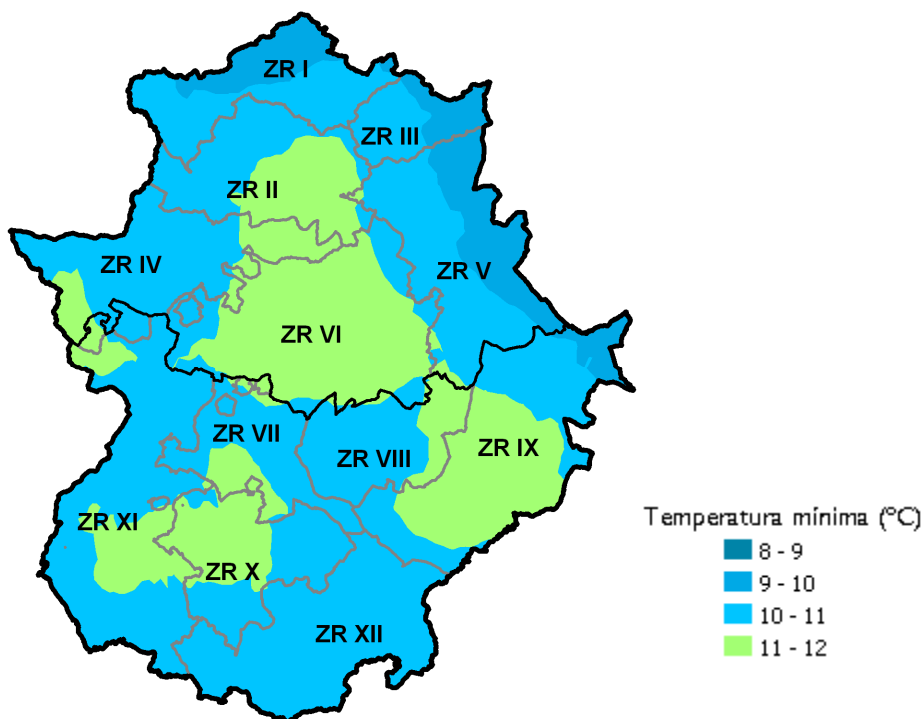
Mapa 3. Temperaturas medias máximas anuales en los periodos 2011-2040 y 2041-2070 (A2 y B2) (AEMET, 2009).

#### 4.2.2. Temperaturas medias de las mínimas anuales

Las isotermas de las temperaturas medias mínimas anuales durante el periodo 1961-1990 presentan unos rangos de temperatura entre 9 °C y 12 °C. La temperatura mínima media anual de 9 °C solo se observa en el extremo norte del municipio de Madrigal de la Vera en la provincia de Cáceres (ZR III).

El siguiente rango de temperaturas mínimas más bajas, 10 °C, se concentran en el norte de la ZR I, en Sierra de Gata, así como en el este de las ZR III y V, es decir, en las zonas orientales de la Vera y Valle del Jerte y en el este de las mancomunidades de Campo Arañuelo y Villuercas-Ibores-Jara.

En el resto del territorio se alcanzan temperaturas mínimas de 11 °C (ZR II y VI en Cáceres y partes de las ZR IX, X y XI en Badajoz). La isoterma de 12 °C, que es la media de las mínimas más elevada, se distribuye por los Riberos del Tajo, oeste de la Mancomunidad Tajo-Salor, la comarca de Trujillo, la Sierra de Montánchez, los municipios de la zona centro de Cáceres y la zona urbana de Cáceres, así como en las áreas pacenses de La Serena-Vegas Altas, Tierra de Barros, Río Bodión y las áreas urbanas del centro (Mapa 4).

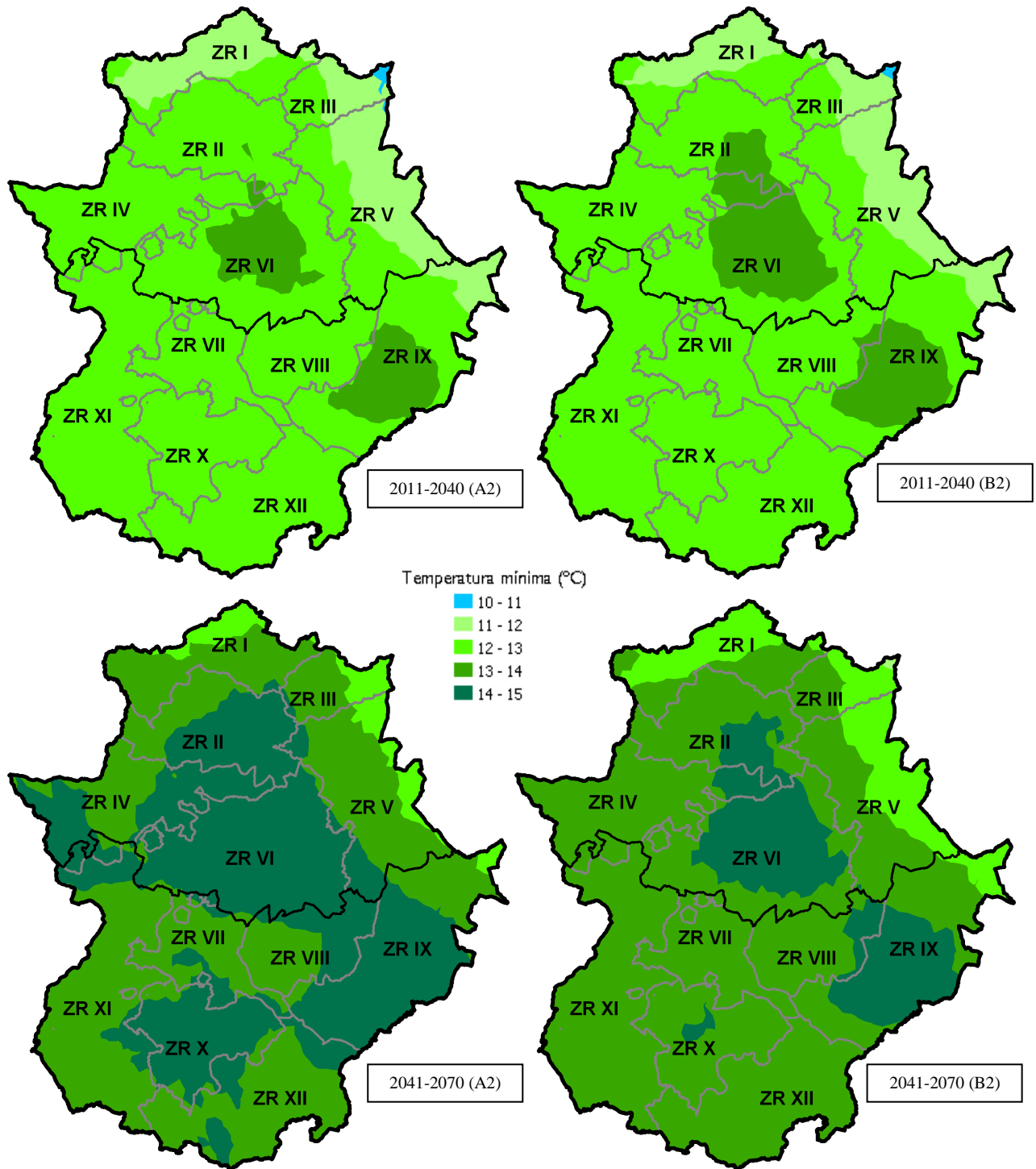


Mapa 4. Temperaturas medias mínimas anuales en 1961-1990 (AEMET, 2009).

Para los periodos 2011-2040 y 2041-2070 bajo el escenario (A2), las temperaturas medias de las mínimas anuales presentan un aumento respecto a 1961-1990 de 1,68 °C y 3,11 °C, respectivamente, asimismo, el incremento de las temperaturas bajo el escenario (B2) es de 1,78 °C y 2,80 °C con respecto al año de referencia, aunque el patrón espacial en estos periodos es muy similar al presentado para el periodo 1961-1990 (Mapa 5).

En el periodo 2011-2040, bajo ambos escenarios, las temperaturas anuales de las mínimas más bajas (entre 10 °C y 11 °C) se concentran en el noreste de la Comunidad (ZR III), mientras que las más elevadas (entre 13 °C y 14 °C) se distribuyen entre la zona centro de la provincia de Cáceres (ZR VI) y el noreste de la provincia de Badajoz (ZR IX). En general, durante el periodo 2011-2040, la mayor parte del territorio (ZR II, IV, VII, VIII, X, XI, XII y oeste de la ZR V) presenta una temperatura media anual de las mínimas entre los 11 °C y 13 °C.

En el periodo 2041-2070, bajo ambos escenarios, las temperaturas anuales de las mínimas más bajas (entre 12 °C y 13 °C) se concentran en el norte y noreste de la Comunidad (ZR I, III y oeste de la ZR V), mientras que las más elevadas (entre 14 °C y 15 °C) se distribuyen entre la zona centro de la provincia de Cáceres (ZR II y VI) y el centro y este de la provincia de Badajoz (ZR X y ZR IX). El resto del territorio presenta una temperatura media de las mínimas de entre 13 °C y 14 °C que es de mayor superficie bajo el escenario de emisiones (B2) que bajo el (A2).

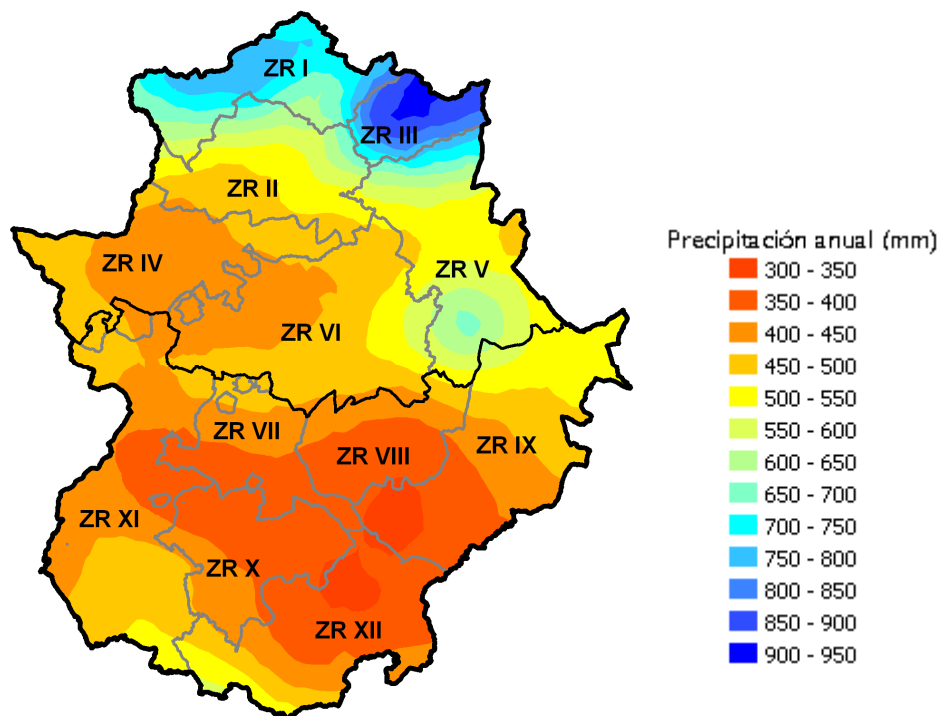


Mapa 5. Temperaturas medias mínimas anuales en los periodos 2011-2040 y 2041-2070 (A2 y B2) (AEMET, 2009).

### 4.2.3. Precipitación anual

La precipitación anual media para el periodo 1961-1990 presenta una distribución espacial influenciada por la disposición del relieve en la comunidad extremeña, al igual que ocurre para las temperaturas.

Los valores más elevados de precipitación se localizan en las zonas montañosas. Así, en la ZR III, coincidente con las sierras de Tormantos y Hervás, se alcanzan valores de precipitación anual superiores a 900 mm. En la ZR I, en la Sierra de Gata, se superan los 750 mm anuales. En el resto de la ZR I y en la Sierra de Guadalupe (ZR V) los valores de precipitación anual son elevados, aunque algo más bajo que en la ZR III, situándose entre 650 y 750 mm. Por último, en la sierra de Tentudía, al sur de la ZR XII, los valores anuales de precipitación se sitúan en torno a 550 mm anuales (Mapa 6).

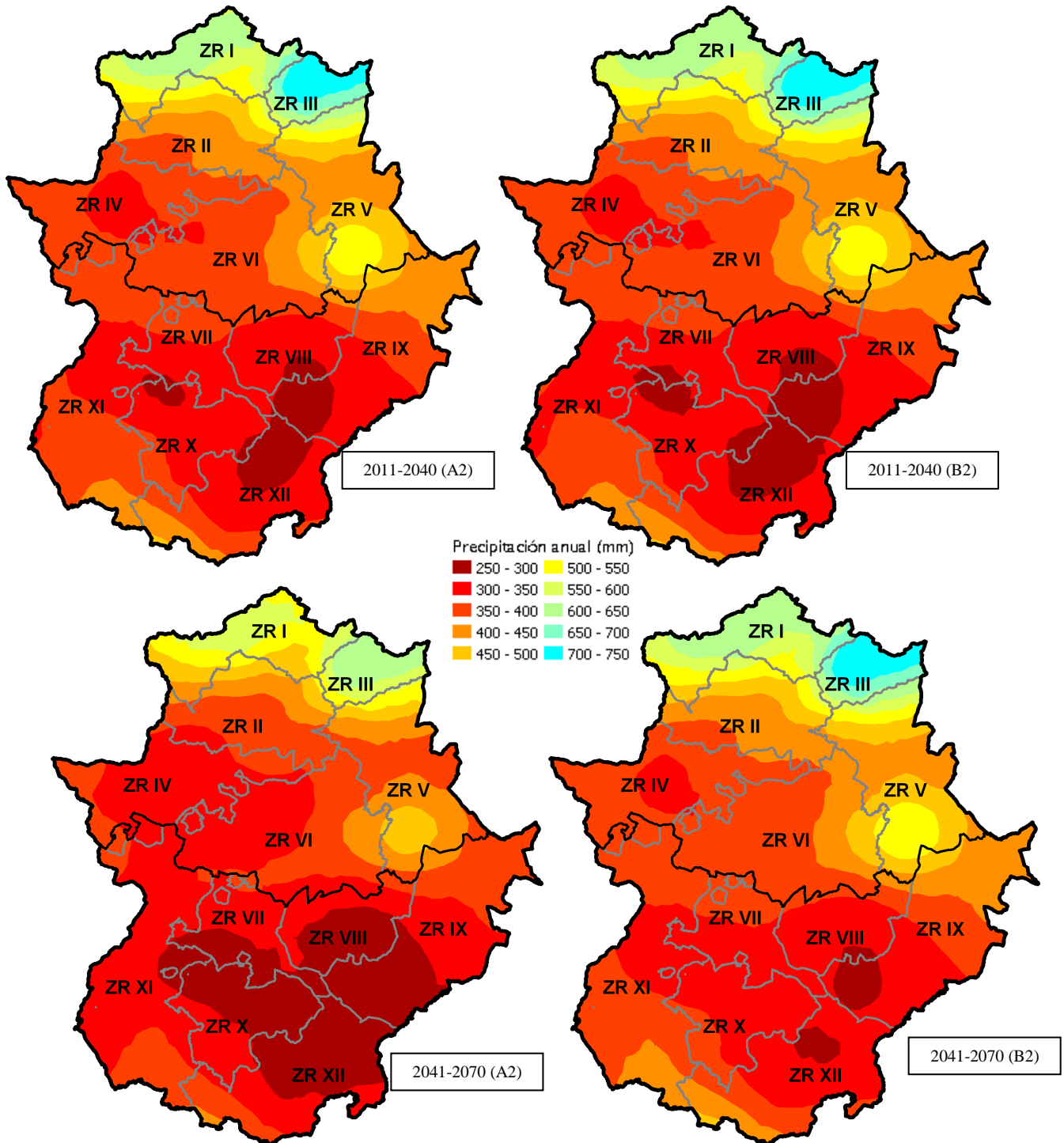


Mapa 6. Precipitación anual en el periodo 1961-1990 (AEMET, 2009).

Los valores más bajos de precipitación anual, entre 300 y 350 mm se dan en la comarca de La Serena (ZR IX) y en la Comarca de Llerena (ZR XII). La zona centro y el sur de la ZR VIII, el sur de la ZR VII y IX, el norte y centro de la ZR X y la zona central de la comarca de Lácara-Los Baldíos en la ZR XI, registran una precipitación anual de entre 350 y 400 mm. En la provincia de Cáceres, la comarca de Tajo-Salor (ZR IV) y el municipio de Cáceres (ZR VI) son los territorios con un registro menor de precipitación anual, con unos valores de entre 400 y 450 mm. En el resto del territorio extremeño, la precipitación anual muestra unos valores entre 450 y 600 mm anuales.

Durante los distintos periodos analizados se observa, en líneas generales, una disminución de la precipitación respecto al periodo 1961-1990. La precipitación anual en el periodo 2011-2040 es prácticamente similar bajo ambos escenarios, tanto en volumen total de lluvia como en la distribución espacial de la misma. Bajo el escenario (A2) los valores más elevados se concentran en las áreas serranas del norte de Cáceres (ZR III y en menor medida, ZR I), oscilando entre 700 y 750 mm en la ZR III, y entre 600 y 650 mm en la ZR I. Por el contrario, los valores más bajos de precipitación anual se encuentran en las zonas centrales de Badajoz (comarca de La Serena en la ZR IX, comarca de Llerena en la ZR XII y Tierra de Barros en la ZR X), con una precipitación entre 250 y 300 mm. Bajo el escenario (B2), la comarca de Vegas Altas en el sur de la ZR VIII, también tiene una precipitación anual de entre 250 y 300 mm (Mapa 7).

Durante el periodo 2041-2070, se observa una diferencia entre ambos escenarios de emisiones, habiéndose modelizado precipitaciones anuales más bajas en el escenario (A2) respecto del (B2). Bajo el escenario de emisiones (A2), la mayor parte del territorio extremeño se encuentra entre las isoyetas de 300 y 450 mm anuales, salvo las zonas montañosas del norte de Cáceres (ZR I y III) y la Sierra de Guadalupe (ZR V) que se corresponden con zonas en las que se superan estas cifras. El máximo se alcanza en la Sierra de Tormantos donde se registra unas precipitaciones anuales de entre 600 y 650 mm. Bajo el escenario (B2), los umbrales de 300 a 450 mm anuales son los más extendidos por amplias áreas de la región (provincia de Badajoz y sur de Cáceres), a excepción de nuevo, del norte montañoso (ZR I y III), en donde se alcanzan precipitaciones anuales algo superiores a las registradas para el mismo periodo bajo el escenario (A2), entre 600 y 750 mm anuales.



Mapa 7. Precipitación anual media de los periodos 2011-2040 y 2041-2070 (A2 y B2) (AEMET, 2009).

### **4.3. Análisis del aumento de temperaturas y variación de la precipitación en los periodos 2011-2040 y 2041-2070 respecto al periodo 1961-1990**

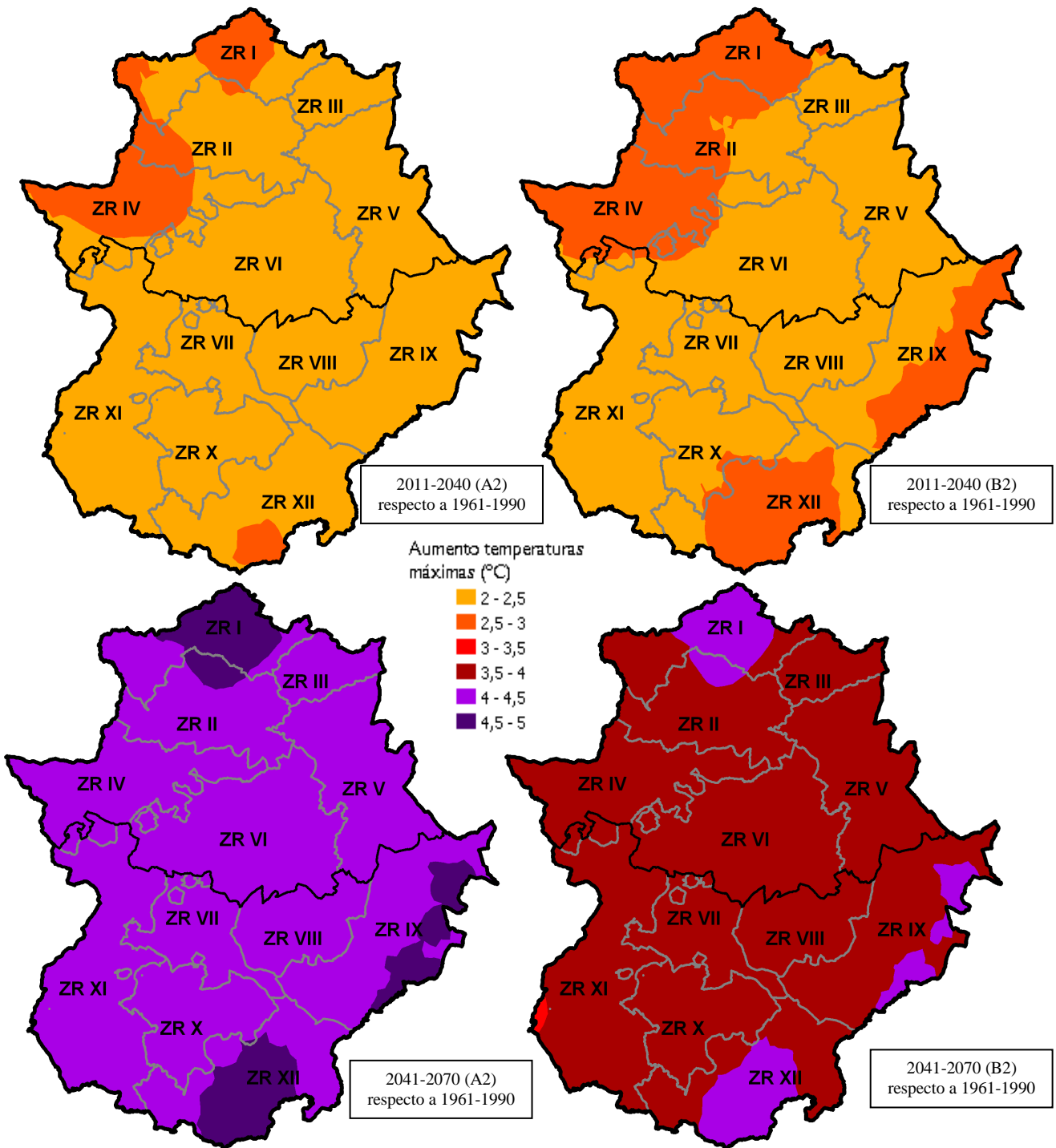
#### **4.3.1. Temperaturas medias de las máximas anuales**

Partiendo de los modelos utilizados, se observa que la temperatura media máxima anual irá incrementándose a lo largo del siglo. Así pues en el periodo 2011-2040, el incremento que se experimentará será similar bajo ambos escenarios de emisiones, mientras que durante el periodo 2041-2070 los mayores incrementos tienen lugar bajo el escenario (A2) (Mapa 8).

En el periodo 2011-2040, bajo ambos escenarios de emisiones, las medias de las temperaturas máximas anuales presentan un aumento comprendido entre 2 °C y 3 °C respecto del periodo tomado como referencia. Se observa que bajo el escenario de emisiones (A2), los incrementos más importantes (entre 2,5 °C y 3 °C) se dan en las zonas montañosas, tanto del norte de la región (sierra de la Peña de Francia, Sierra de Gata y Sierra de Santa Olalla de la ZR I) como del sur (sierra de Tentudía en la ZR XII), al igual que en las comarcas de Sierra de San Pedro y Tajo-Salor (ZR IV) y Valle del Alagón (ZR II). Bajo el escenario (B2), la superficie en la que se registra el mismo incremento es mayor que para el escenario (A2). Además de las zonas comentadas, se observa que este mismo incremento térmico de las máximas se produce en la Comarca de Llerena (ZR XII) y en la parte oriental de las comarcas de Siberia y La Serena, en la ZR IX.

En el periodo 2041-2070, los aumentos de temperatura respecto del periodo de referencia 1961-1990 son bastante significativos, y oscilan entre los 4 °C y 5 °C en el escenario (A2), y entre los 3,5 °C y 4,5 °C bajo el escenario de emisiones (B2). Bajo ambos escenarios, los mayores aumentos se localizan en las zonas montañosas del norte (sierra de la Peña de Francia y resto de la comarca de Las Hurdes, en la ZR I), en el sur en la sierra de Tentudía y la comarca de Llerena (ZR XII) así como en el sureste de la Comunidad (ZR IX en el límite con las provincias de Ciudad Real y Córdoba) (Mapa 8).





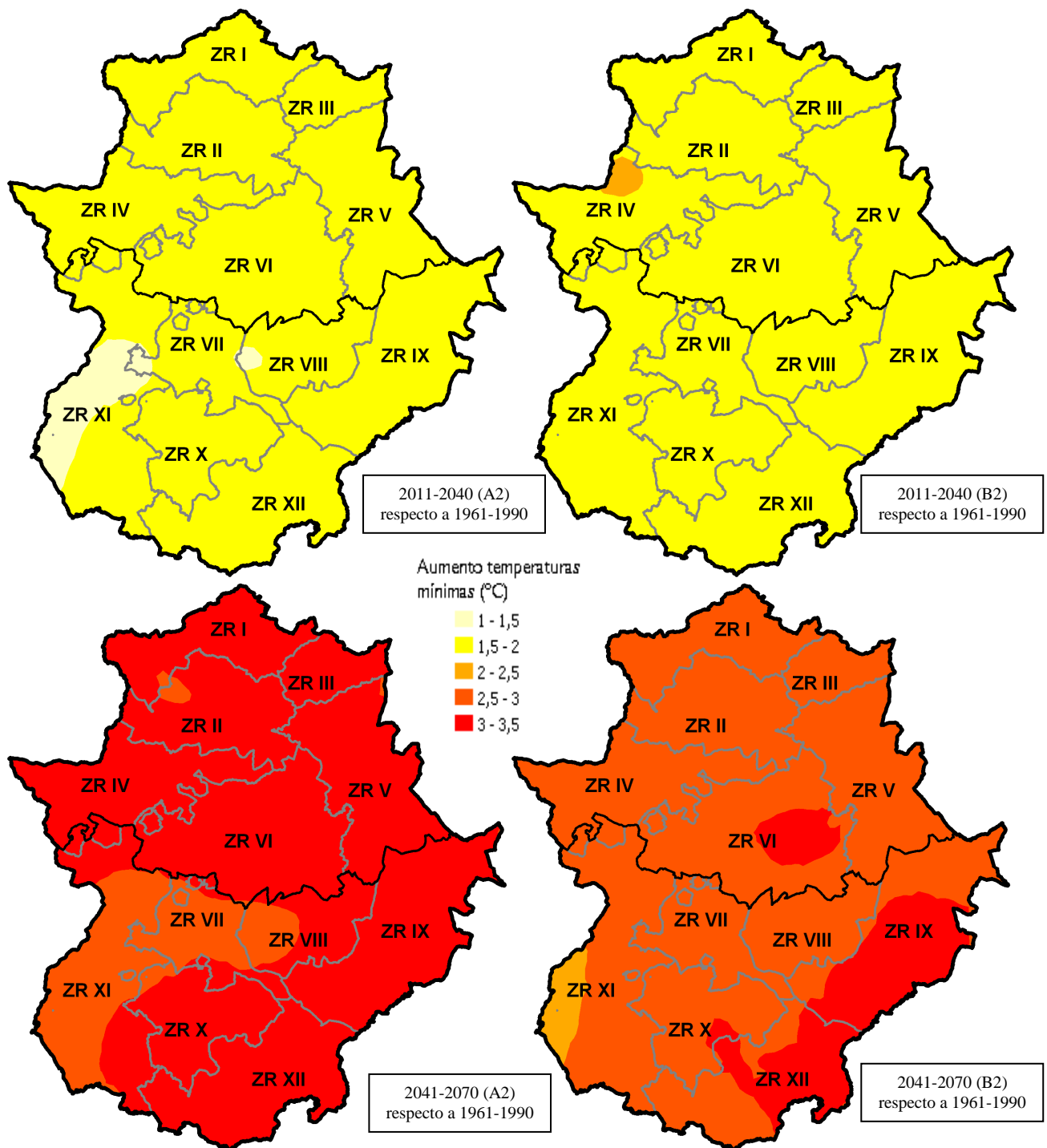
Mapa 8. Aumento de las temperaturas medias de las máximas anuales en 2011-2040 y 2041-2070 respecto a 1961-1990, bajo los escenarios de emisiones A2 y B2 (AEMET, 2009).

### **4.3.2. Temperaturas medias de las mínimas anuales**

Los aumentos de las temperaturas medias mínimas anuales correspondientes a los periodos 2011-2040 y 2041-2070 respecto a los valores promedio del periodo 1961-1990, oscilan entre 1 °C y 3,5 °C, resultando estos incrementos más reducidos, al compararlos con las variaciones estimadas para las temperaturas máximas (Mapa 9).

En el periodo 2011-2040, los aumentos de la temperatura mínima no son tan importantes como en el caso de las máximas, siendo éstos algo más elevados en el escenario (B2) que en el escenario (A2). Así, bajo el escenario (A2), la mayor parte de la región se ve sometida a unos aumentos comprendidos entre 1,5 °C y 2 °C, a excepción del extremo suroeste (ZR XI) en el que el aumento es de entre 1 °C y 1,5 °C. Bajo el escenario (B2), toda la comunidad presenta un aumento de entre 1,5 °C y 2 °C, a excepción de una pequeña zona en el oeste de Cáceres, (ZR IV), donde el incremento es de entre 2 °C y 2,5 °C.

En el periodo 2041-2070, el incremento de las temperaturas medias de las mínimas es más elevado, siendo éstas más notables en el escenario (A2) que en el (B2). Así, en el escenario (A2), para toda la franja occidental de Badajoz y su sección centro-norte (ZR VII, XI y oeste de la ZR VIII), se ha modelizado un incremento de entre 2,5 °C y 3 °C, mientras que en el resto de la comunidad es algo más pronunciado ascendiendo entre 3 °C y 3,5 °C. Bajo el escenario (B2), la mayor parte de la región presenta un aumento de entre 2,5 °C y 3 °C, excepto las tierras más occidentales de la ZR XI donde el aumento es de entre 2 °C y 2,5 °C, y el sureste de Badajoz donde asciende a entre 3 °C y 3,5 °C (comarca de Llerena en la ZR XII, y comarca de La Serena y sur de Siberia en la ZR IX) (Mapa 9).



Mapa 9. Aumento de las temperaturas medias de las mínimas anuales en 2011-2040 y 2041-2070 respecto a 1961-1990, bajo los escenarios de emisiones A2 y B2 (AEMET, 2009).

### **4.3.3. Precipitación anual**

Respecto a la variación de la precipitación media anual proyectada respecto al periodo de referencia, los resultados son bastante dispares entre los distintos escenarios de emisiones y periodos. Bajo ambos escenarios en el periodo 2011-2040, los resultados apenas presentan diferencias, estando ambos en un contexto general de descenso de las precipitaciones, aunque no muy acusado. La mayor parte del territorio se ve sometida a una reducción de entre -50 y -100 mm anuales. En el norte de Cáceres (ZR I, norte de la ZR II y partes de la ZR V), la disminución es más intensa, oscilando entre -100 y -150 mm al año. La ZR III, que es la zona en la que se registran más de 800 mm anuales en el periodo de referencia, es el lugar en el que mayores son las reducciones que van desde -150 a -200 mm anuales en promedio (Mapa 10).

Por el contrario, durante el periodo 2041-2070 existen diferencias notables según el escenario de emisiones considerado. Bajo el escenario (A2), los resultados indican una disminución importante de la precipitación anual, especialmente en el norte de la provincia de Cáceres que va desde -150 hasta -300 mm (ZR I y III, y norte de las ZR II y V). En el centro de la provincia de Badajoz (sur de las ZR VII y VIII, sur de la ZR IX, ZR X, parte central de la ZR XI y norte de la ZR XII), el descenso es poco significativo, entre -50 y -100 mm anuales, y en el norte y sur de la misma provincia es algo más elevado, entre -100 y -150 mm anuales (norte de las ZR XI, VI, VII y IX y sur de la ZR X, XI y XII). Bajo el escenario de emisiones (B2), también se observa una disminución de la precipitación, aunque en este caso es más leve (entre -50 y -100 mm), llegando a ser incluso nula en el oeste de la ZR X y el norte de la ZR XII (descenso de entre 0 y -50 mm al año), mientras que en el resto de la región los valores son prácticamente iguales que los modelizados para el periodo 2011-2040 bajo el mismo escenario.

La distribución temporal de las precipitaciones a lo largo del año, es un factor relevante a la hora de analizar los impactos del cambio climático en la región, ya que influyen en el número de incendios forestales, la certificación, las inundaciones, los eventos de nieve intensa, etc., además de condicionar el crecimiento vegetal y aspectos relacionados con distintas coberturas de seguros. Por este motivo, se ha considerado interesante analizar la evolución del reparto temporal de las precipitaciones a lo largo del año en la región. Para ello, se ha analizado la distribución de la precipitación media mensual de cada uno de los distintos periodos considerados en este trabajo, 1961-1990, 2011-2040 y 2041-2070. Cabe destacar que en el mes de **enero**, la precipitación mensual aumenta sobre todo bajo el escenario de emisiones (B2), especialmente en la ZR III aunque lo hace de manera generalizada en toda Extremadura. El aumento de las precipitaciones es patente tanto en el periodo 2011-2040 como en 2041-2070.

En **febrero**, sin embargo, se registra una reducción en las lluvias mensuales en 2011-2040 respecto de 1961-1990, esta reducción es más patente bajo el escenario (A2) que bajo el (B2). En 2041-2070, el descenso en la precipitación mensual respecto del periodo de referencia es ligero, manteniéndose el mismo patrón espacial de precipitaciones sobre el territorio autonómico.

En **marzo**, en el periodo 2011-2040, se detecta un ligero incremento de las precipitaciones en las zonas más septentrionales de Extremadura (ZR I, II y III), más patente bajo el escenario de emisiones (A2) que bajo (B2). El volumen mensual de lluvia en 2041-2070 es similar al actual bajo ambos escenarios.

El mes de **abril**, no registra cambios destacables en su régimen de lluvias bajo ninguno de los dos escenarios en los dos periodos. Las precipitaciones mensuales se mantienen entre los 40 y 60 mm en las ZR I y III, y entre los 20 y los 40 mm en el resto del territorio.

El mes de **mayo** tiene un comportamiento similar al de abril, en tanto en cuanto no se observan cambios reseñables en el régimen mensual de lluvias. Tan sólo, en el periodo 2041-2070, bajo el escenario (A2), se registra un ligero incremento de la superficie en la que el registro de precipitación se sitúa entre 20 y 40 mm (sur de las ZR XI y XII).

En el periodo de referencia 1961-1990, en **junio**, el volumen promedio de precipitación registrado en todo el territorio extremeño es de entre 0 y 20 mm. En 2011-2040, bajo ambos escenarios, se prevé un incremento de lluvias en la provincia de Cáceres, sobre todo bajo el escenario de emisiones (B2). Este incremento, es menor en 2041-2070 siendo patente en las ZR I y III. Las lluvias en el mes de **julio** son escasas en la actualidad, no alcanzando los 20 mm en ninguna de las ZR, comportamiento que se mantiene estable en los dos periodos del siglo XXI.

En **agosto**, el conjunto de Extremadura será más seco tanto en 2011-2040 como en 2041-2070 respecto de 1961-1990. Las zonas que verán especialmente reducidas sus aportes de precipitación son las ZR I y III, en las que se pasará de un volumen mensual de más de 40 mm a uno de menos de 20 mm.

Prosiguiendo con la reducción de precipitación mensual proyectada en agosto, en **septiembre** se observa una reducción importante de las lluvias mensuales en 2011-2040 y 2041-2070. Esta disminución de los aportes de la lluvia es drástica sobre todo en la ZR III donde se pasa de más de 80 mm registrados en el periodo de referencia a menos de 20 mm bajo ambos escenarios de emisiones.

El resto del territorio, especialmente la provincia de Cáceres también verá reducida su precipitación en **septiembre** en el siglo XXI.

Este comportamiento se observa también en **octubre**, aunque de manera más ligera. En 2011-2040, la cantidad de lluvia proyectada se reducirá de manera generalizada bajo ambos escenarios respecto de 1961-1990. Esta reducción prosigue en el siguiente periodo; 2041-2070 es más seco que 2011-2040, sobre todo bajo el escenario (A2).

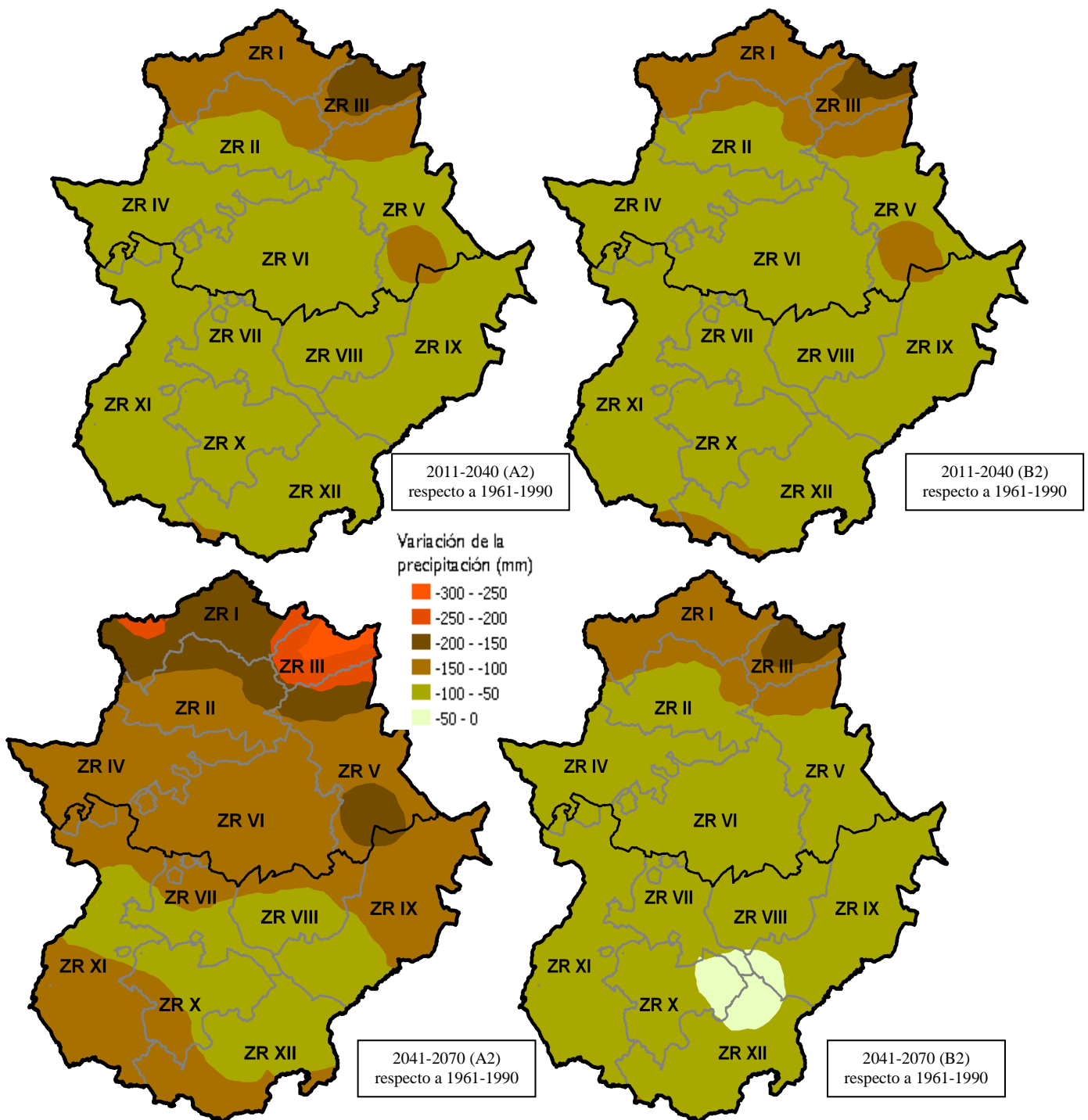
En el mes de **noviembre**, uno de los más lluviosos en Extremadura en la actualidad, se reducirá la precipitación mensual en 2011-2040, sobre todo en (A2) en las ZR VIII, IX y XII aunque se recuperarán valores ligeramente inferiores a los actuales en 2041-2070.

Finalmente, en el mes de **diciembre**, se observa una ligera reducción del volumen acumulado mensual de precipitación en 2011-2040 respecto de 1961-1990 por igual, bajo los escenarios (A2) y (B2). Este decremento en la cantidad de lluvia total en diciembre se hace muy intenso bajo (A2) en 2041-2070 pero no se observa del mismo modo bajo el escenario (B2). Es decir, que en 2041-2070 bajo el escenario de emisiones (B2), el patrón de precipitaciones es equivalente al de 2011-2040 y refleja sólo un ligero descenso de las lluvias durante este mes (Anejo II).

En resumen, los Escenarios Regionalizados de Cambio Climático para Extremadura, permiten deducir un comportamiento desigual del volumen de precipitación mensual en función del mes y el escenario de emisiones considerado. Así, se prevé una reducción de las lluvias entre los meses de agosto y octubre, siendo más severa bajo el escenario de emisiones (A2) que bajo el (B2). Durante el periodo comprendido entre los meses de febrero a julio, el volumen mensual de precipitación será más o menos estable en 2011-2040, y algo menor que el actual en 2041-2070. Finalmente, en los meses de invierno, se registrará una reducción ligera de las precipitaciones en diciembre bajo el escenario (A2), que se verá compensada por un aumento generalizado de las lluvias en enero. Cabe destacar que bajo el escenario (B2), el invierno será más lluvioso que en la actualidad.

Desde el punto de vista energético, el comportamiento de la precipitación descrito no es favorable pues el incremento invernal de las precipitaciones se acompañará de episodios de elevadas lluvias en cortos periodos de tiempo, favoreciendo probablemente el desbordamiento de ríos, las grandes nevadas y tormentas, lo que influirá negativamente en las infraestructuras energéticas de transporte y distribución pudiendo provocar cortes en el suministro. Además, la reducción de la precipitación estival favorecerá condiciones de sequía, escasez de recurso hídrico lo que puede afectar

negativamente tanto a la posibilidad de aprovechamiento hidroeléctrico como de refrigeración adecuada de los reactores nucleares de Almaraz, en épocas en las que se requiere un aporte extra de energía para refrigeración. La tendencia registrada a la reducción de la precipitación estival en 2041-2070, en los meses de primavera y verano será un elemento negativo para el adecuado desarrollo de cultivos energéticos y biocombustibles, que requieren por lo general aportes hídricos extra en primavera.



Mapa 10. Variación de la precipitación anual en 2011-2040 y 2041-2070 respecto a 1961-1990, bajo los escenarios de emisiones A2 y B2 (AEMET, 2009).



## 5. Caracterización

Con el fin de poder identificar y evaluar los impactos potenciales del cambio climático sobre el sector energético en Extremadura, se hace necesaria una caracterización previa del sector para, posteriormente, realizar una valoración sobre la sensibilidad del territorio referida a este sector.

### 5.1. Situación energética mundial y nacional

#### ➤ Contexto mundial

El consumo mundial de energía durante el año 2009, superó los doce millones de toneladas equivalentes de petróleo (MTEP), siendo el petróleo, el carbón y el gas las tres fuentes principales de suministro (MITYC, 2010) (Figura 5).

En cuanto a la demanda energética mundial, durante el año 2009, se ha producido una disminución del 1,3% respecto del año 2008, lo que ha supuesto el mayor descenso de la demanda desde 1980. Este descenso es, en parte, debido a la crisis económica mundial. Por países, Estados Unidos y China son los mayores consumidores concentrando cada uno el 19,5% de la demanda energética mundial seguido de la Unión Europea (27 países) con un 14,5% y Rusia con el 5,7%. La única fuente de energía primaria que durante el año 2009 mantiene su volumen de consumo es el carbón, debido a la gran demanda de esta fuente en economías emergentes (sólo China consume el 51,9% del total mundial). El consumo de gas se redujo durante el 2009 en un 2,4%, el de petróleo en un 2,0% y el nuclear en 1,6% (MITYC, 2010).

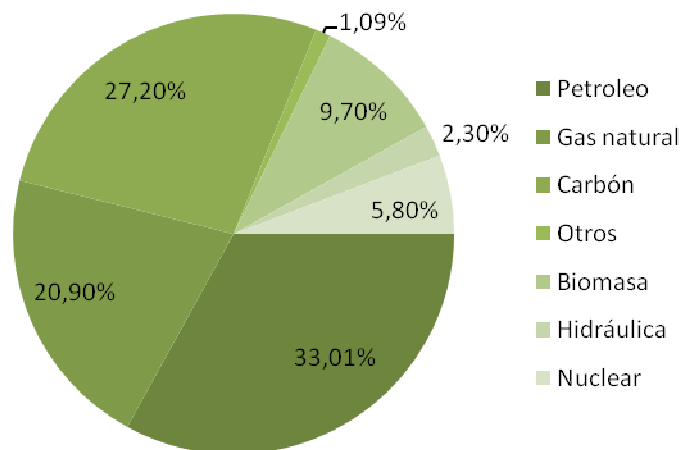


Figura 5. Consumo mundial de energía en 2009 (MITYC, 2010).

➤ Contexto nacional

En España, la escasa presencia de yacimientos de energía primaria fósil ha supuesto históricamente una elevada tasa de dependencia energética de otros países. Este hecho, unido a que el 40% del consumo total de energía nacional se realiza en forma de productos petrolíferos importados, determina que el país tenga una dependencia energética mayor que el conjunto de la Unión Europea (80% frente al 53%, respectivamente).

La producción nacional de energía se limita al aprovechamiento de los recursos energéticos renovables, a la producción nuclear y, en menor medida, a la explotación del carbón. Por otro lado, el consumo energético por unidad de producto interior bruto es más elevado que la media de los países europeos. Esto es debido a que responde a patrones de crecimiento económico muy intensivos en el consumo de energía con elevadas emisiones de GEI (IDAE, 2010). En el contexto del cambio climático, la apuesta por el ahorro y la eficiencia energética y las energías renovables son claves para reducir la dependencia energética y las emisiones de gases de efecto invernadero. El Gobierno de España tiene en marcha sendas planificaciones destinadas a cumplir con dichos objetivos. En el *Plan de Acción 2008 – 2012* (IDAE, 2007) correspondiente a la *Estrategia de ahorro y eficiencia energética en España 2004 – 2012* (IDAE, 2003), se plantea conseguir un **ahorro energético** de un 9% en el año 2016 y niveles de ahorro del 20% en el horizonte 2020. Las medidas puestas en marcha hasta ahora se han traducido en un descenso de la intensidad energética final superior al 13% durante los últimos cinco años, con reducciones en todos los ejercicios. En cuanto a las energías renovables, durante 2009, la producción eléctrica mediante tecnologías renovables supuso un 25% de la generación eléctrica total, representando un 12,2% de la energía final bruta consumida en España (IDAE, 2010).

Actualmente, se encuentra en proceso de elaboración el *Plan de Acción Nacional de Energías Renovables*, por lo que el escenario energético para el horizonte 2020 y los objetivos de crecimiento de cada una de las tecnologías renovables puede ser objeto de revisión. No obstante, una primera estimación sobre la evolución previsible de las energías renovables en España hasta el año 2020 realizada para la elaboración del Plan, permite exponer que la aportación de las energías renovables al consumo final bruto de energía pasará del 10,5% en 2008, al 22,7% en el año 2020, superando el objetivo marcado para España, del 20% en 2020.

Como estimación intermedia, se prevé que en el año 2012 la participación de las energías renovables sea del 15,5% (frente al valor orientativo previsto en la trayectoria indicativa del 11%) y en 2016 del 18,8% (frente al 13,8% previsto). El escenario descrito incluye una contribución de las energías renovables a la generación bruta de electricidad del 42,3% en el año 2020. En este sentido, el

sistema eléctrico español ha hecho en los últimos años un gran esfuerzo para la integración adecuada de la electricidad renovable en la red eléctrica, y resulta indispensable un desarrollo mayor de las interconexiones eléctricas del país con el sistema eléctrico europeo (Secretaría de Estado de Energía, 2010).

Desde el punto de vista del consumo energético, España se caracteriza por presentar una estructura en la que destacan los productos petrolíferos importados. El grado de autoabastecimiento creció a partir de 2005, debido al impulso de las energías renovables y de la implantación de políticas de eficiencia energética. Estas acciones han permitido alcanzar un grado de autoabastecimiento del 23% en la actualidad (Figura 6).

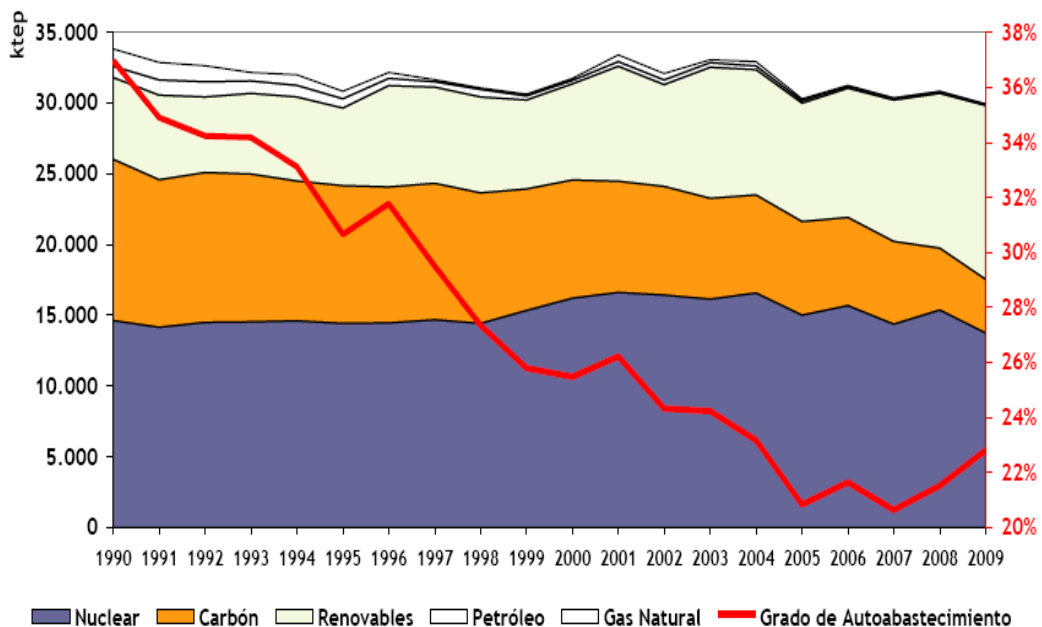


Figura 6. Evolución de la producción interior de energía y del grado de autoabastecimiento (IDAE, 2010).

En cuanto a la evolución del consumo de energía primaria, se debe señalar que se encontraba estabilizada desde 2004 en torno a los 145.000 ktep, y el año 2009 se considera un año atípico debido al cambio positivo como consecuencia de la aplicación de medidas de ahorro y eficiencia y al efecto negativo que ha supuesto la crisis económica en España, lo que ha provocado un descenso de la demanda energética. Cabe citar, que las energías renovables entraron con fuerza en la segunda mitad de los años 90 debido al mayor desarrollo de las infraestructuras para la integración de este tipo de energías, lo que ha favorecido el incremento del consumo de este tipo de energías (Figura 7).

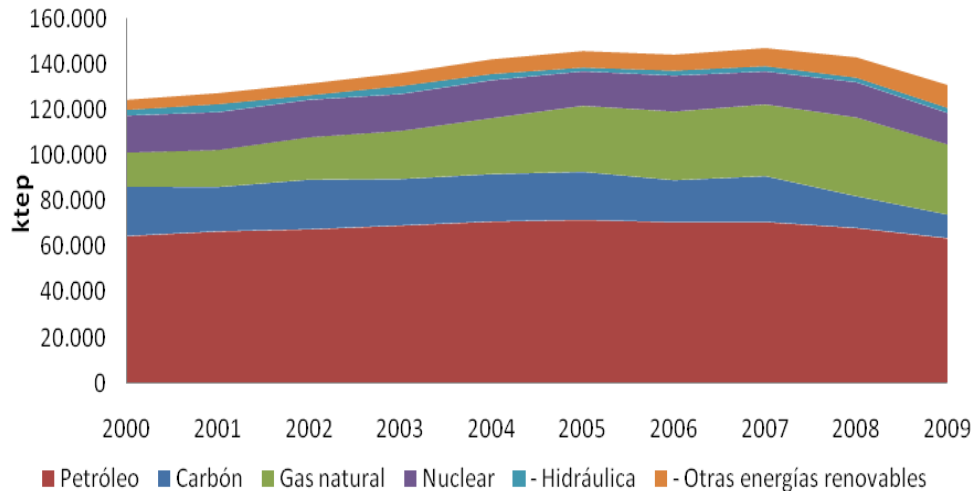


Figura 7. Evolución del consumo de energía primaria (IDAE, 2010).

Desde el año 2004, la tendencia de la demanda energética se ha mantenido estable. Analizando la demanda energética por sectores económicos se observa que el sector del transporte es el que mayor demanda tiene llegando a alcanzar un consumo final del 40%, seguido de la industria que ha alcanzado el 30%, aunque experimentaron un retroceso debido a la terciarización de la economía, esto es, la transformación del tejido productivo desde una economía dominada por la industria, con un elevado consumo energético, hasta otra donde predomina el sector terciario o de servicios de menor intensidad energética (Figura 8).

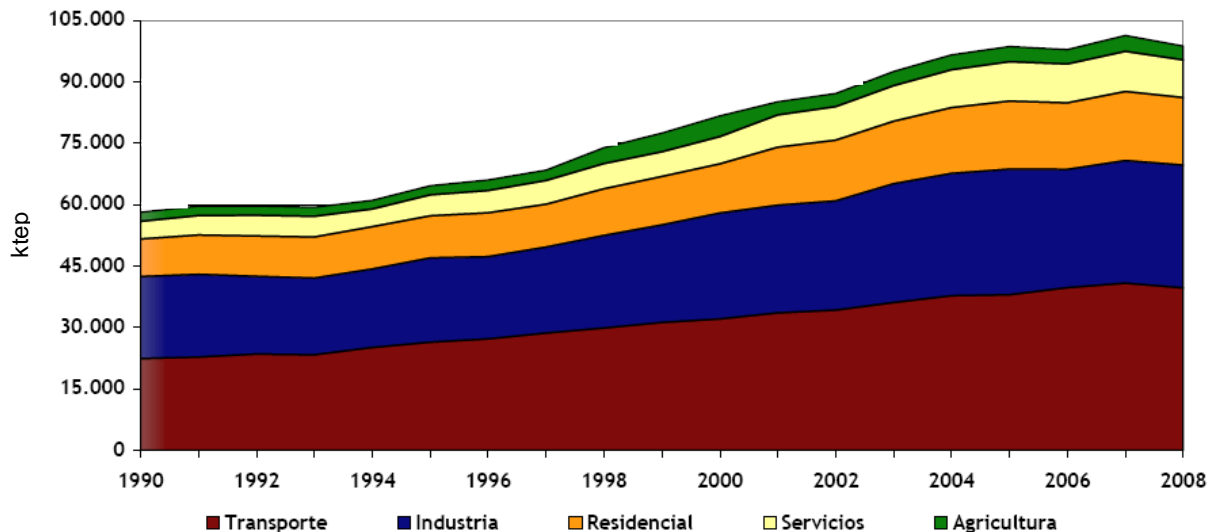


Figura 8. Evolución del consumo final de energía por sectores económicos (IDAE, 2010).

En el año 2009, el consumo energético proveniente de la aportación de las energías renovables, supuso a nivel nacional un 9,4% del abastecimiento de energía primaria total y un 12% de la energía bruta final. El consumo de energías renovables en nuestro país, como consecuencia de las diferentes

políticas de intensificación de estas energías, viene mostrando desde hace una década una tendencia creciente, únicamente interrumpida en aquellos años especialmente secos. Así, cabe destacar que, aún bajo un marco de descenso del consumo primario total (8,3% con respecto a 2008), durante el año 2009 se consiguió alcanzar un abastecimiento de la demanda con energías renovables de más de 12 millones de tep (IDAE, 2010) (Figura 9).

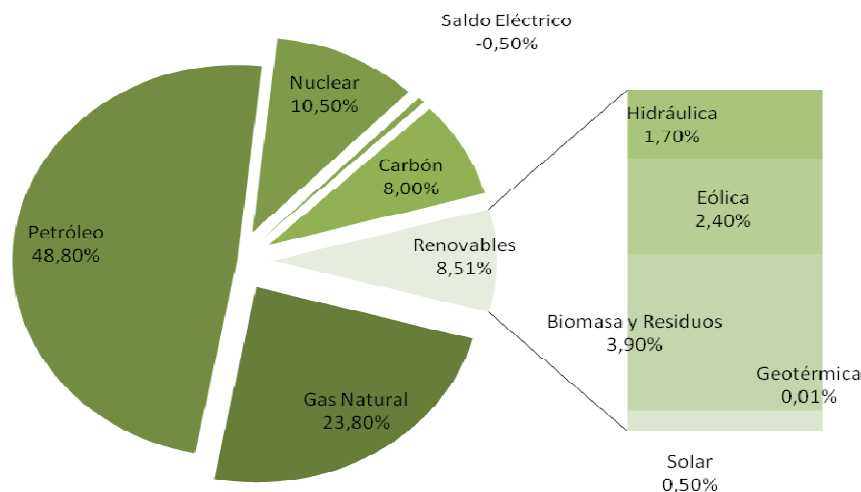


Figura 9. Consumo de energía primaria en el año 2009 (IDAE, 2010).

La producción eléctrica de origen renovable ha experimentado un incremento superior al 40% en los últimos diez años, alcanzando un 24,7% de la producción bruta española durante 2009. El sistema de producción eléctrico en España está diversificado y no depende de un sector concreto, lo que supone una fortaleza del sistema eléctrico frente a amenazas (Figura 10).

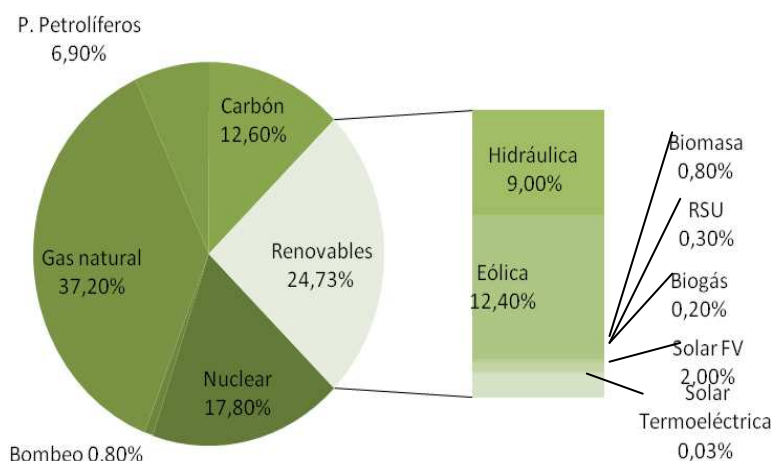


Figura 10. Producción eléctrica según fuentes en España en el año 2009 (IDAE, 2010).

A tenor de lo comentado, en el conjunto nacional la contribución de las energías renovables en la producción eléctrica supone una importante baza para reducir la dependencia energética y mitigar el cambio climático. Aunque la tendencia a seguir incrementando el peso de las renovables en el sistema eléctrico continúe en el futuro, las instalaciones eléctricas convencionales (centrales de ciclo combinado, centrales térmicas y nucleares) siguen siendo predominantes en la actualidad, por lo que no se pueden obviar análisis que evalúen los efectos del cambio climático sobre las mismas.

## **5.2. Situación energética actual de Extremadura**

Para poder evaluar los posibles efectos del cambio climático en Extremadura es necesario establecer la caracterización del sector energético, analizando para ello las principales características del sector en el territorio autonómico, con el objetivo de conocer la contribución relativa de la energía eléctrica, el gas natural y los productos petrolíferos en lo relacionado con el consumo y la producción, de manera que una vez puestas en contexto las magnitudes, se puedan focalizar los esfuerzos de análisis de impacto y sensibilidad en los sectores de mayor relevancia.

### **5.2.1. Energía eléctrica**

#### ➤ *Producción*

Según el *Acuerdo para el Desarrollo Energético Sostenible de Extremadura 2010-2020* (ADESE) (Consejería de Industria, Energía y Medio Ambiente, 2011), la producción bruta de energía eléctrica en Extremadura, en el año 2009, fue de 16.314 GWh, valor inferior a los 17.750 GWh que se alcanzaron en 2008. Del total de la producción bruta de energía durante el año 2009, el 87,15% de la producción corresponde a las nucleares y termoeléctricas (Figura 11) (Tabla 2). En el mismo año, la producción bruta de energía eléctrica a nivel nacional fue de 288.166 GWh, de los cuales 52.761 GWh, es decir, el 18,3%, corresponde a energía nuclear (Consejería de Industria, Energía y Medio Ambiente, 2011). De este análisis se deduce el importante peso de la energía nuclear en la producción bruta de energía, y por consiguiente en la emisión de GEI. Por tanto, a nivel de producción eléctrica en Extremadura, las consideraciones respecto al cambio climático deberán recaer fundamentalmente en las instalaciones de energía nuclear de Almaraz (zona rural V).

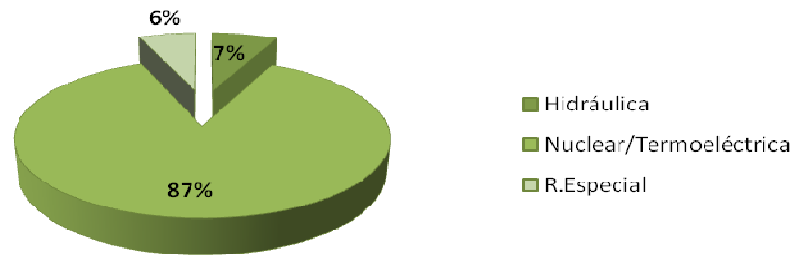


Figura 11. Reparto de producción eléctrica en Extremadura en el año 2009 (Consejería de Industria, Energía y Medio Ambiente, 2011).

Tabla 2. Producción eléctrica de Extremadura y España en el año 2009 (Consejería de Industria, Energía y Medio Ambiente, 2011).

Producción de energía Eléctrica (GWh) (2009)		
Sector	Extremadura	España
<b>No Renovable</b>	<b>14.248</b>	<b>209.774</b>
Nuclear	14.186	52.761
Carbón	0	37.311
Fuel/Gas	0	10.056
Ciclo Combinado	0	82.239
Régimen Especial	62	27.407
<b>Renovable</b>	<b>2.068</b>	<b>78.932</b>
Hidráulica	1.123	23.862
Régimen Especial	943	54.530
Hidráulica	31	5.483
Eólica	0	36.991
Otras renovables	914	12.056
Biomasa	0	2.528
Solar fotovoltaica	880	7.110
Termosolar	32	
Resto renovables	0	2.418
<b>Total producción bruta</b>	<b>16.314</b>	<b>288.166</b>
Consumos en generación	-468	-8.004
<b>Total producción neta</b>	<b>15.846</b>	<b>280.162</b>

El aporte de producción eléctrica de Extremadura al total de la producción nacional se corresponde con un 6% (Figura 12), y más del 26% de la energía eléctrica de origen nuclear española se genera en la región extremeña. En el año 2009, Extremadura exportó al nacional un total de 12.821 GWh, de los cuáles 6.594 GWh fueron a la Comunidad Autónoma de Madrid, 5.103 GWh a Andalucía y el resto, 1.124 GWh hacia Castilla La Mancha; mientras que se importaron 772 GWh procedentes de Castilla y León y 1.035 GWh de Portugal. Este hecho sitúa a la Comunidad de Extremadura como la

segunda Comunidad Autónoma más exportadora, sólo por detrás de Castilla La Mancha con 14.267GWh (REE, 2010).



**Figura 12. Reparto de la producción de electricidad. Extremadura/total nacional en el año 2009 (Consejería de Industria, Energía y Medio Ambiente, 2011).**

#### -Producción de energía eléctrica en régimen ordinario

El balance de producción de energía eléctrica durante el año 2009, se ha caracterizado por un descenso generalizado de casi todas las tecnologías que componen el régimen ordinario cuya producción ha disminuido un 6,14% respecto al año anterior.

Como se ha comentado anteriormente, la principal fuente de producción de energía en Extremadura es de origen nuclear, seguida de la energía hidroeléctrica y de las energías renovables de régimen especial. Se debe destacar que Extremadura carece de centrales de ciclo combinado y de centrales térmicas.

En 2009, las principales instalaciones de generación eléctrica en Extremadura fueron los reactores termonucleares de Almaraz con 1.957 MW de potencia instalada en conjunto, disponiendo el reactor I de 974 MW de potencia instalada y el reactor II con 983 MW instalados; y 13 centrales hidráulicas con una potencia total instalada de 2.257 MW. Los dos tipos de energía suponen una potencia total instalada de 4.214 MW, cifra que supone el 4,4% del total nacional (MITYC, 2010).

En Extremadura durante el año 2009, la producción de energía eléctrica en régimen ordinario de 15.309 GWh, siendo la producción de energía nuclear de 14.186 GWh y de 1.123 GWh para la hidráulica (Consejería de Industria, Energía y Medio Ambiente, 2011).

La tendencia en la producción energética de los reactores de la central nuclear de Almaraz entre los años 1995 y 2009 ha sido irregular, aunque en conjunto tiene una tendencia creciente en la generación energética, habiendo pasado de una media de 6.949 GWh en 1995 a unos 7.122 GWh en el año 2009 (Figura 13).



Debido a la importancia de la energía nuclear en Extremadura, es necesario señalar que la autorización para la explotación de la central ha sido prorrogada por un periodo de 10 años más para los reactores I y II, desde el 8 de junio de 2010, según *Orden Ministerial* del día 7 de junio de 2010 (BOE nº 146, de 16 de junio de 2010).

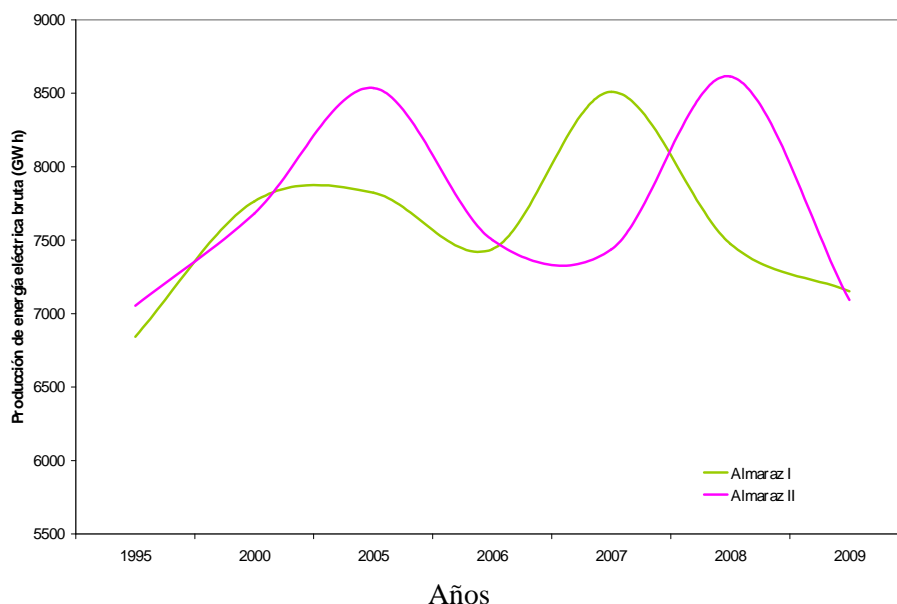


Figura 13. Datos de Explotación de la Central Nuclear de Almaraz (Foro Nuclear, 2010; [www.foronuclear.org](http://www.foronuclear.org)).

Además de la energía nuclear, en la producción de energía eléctrica en régimen ordinario en Extremadura tiene gran importancia la energía hidráulica, ya que durante el 2009 la producción en la región fue de 1.123 GWh que corresponden al 4,70% de la producción hidroeléctrica nacional, que supuso un total de 23.862 GWh.

Extremadura cuenta con 13 centrales hidroeléctricas que suponen un total de 2.257 MW de potencia instalada, cantidad que supone el 13,5% del total nacional, destacando entre todas la central de José M<sup>a</sup> Oriol, sita en el municipio de Alagón del Río (zona rural II) en la confluencia de los ríos Tajo y Alagón cuyo aporte supone el 42,2% del total de las instalaciones extremeñas (Consejería de Industria, Energía y Medio Ambiente, 2011) (Tabla 3). (Consejería de Industria, Energía y Medio Ambiente, 2011).

**Tabla 3. Centrales hidroeléctricas en Extremadura (Consejería de Industria, Energía y Medio Ambiente, 2011).**

Central Hidroeléctrica (CH)	Potencia instalada (MW)	Potencia CH/Potencia total (%)
CH José M <sup>a</sup> de Oriol	953,32	42,23
CH Cedillo	495,18	21,94
CH Valdecañas	247,17	10,95
CH Torrejón	130,36	5,77
CH Gabriel y Galán	110,40	4,89
Puerto Peña	55,59	2,46
CH Guijo de Granadilla	52,21	2,31
Cijara M.I.	51,70	2,29
Cijara M.D.	50,40	2,23
CH Valdeobispo	39,40	1,75
Zújar	28,36	1,26
Orellana	22,20	0,98
La Serena	21,10	0,93
<b>Total</b>	<b>2.257,39</b>	<b>100,00</b>

Desde el punto de vista de los impactos del cambio climático, será de especial relevancia lo que ocurra con las centrales hidroeléctricas de José M<sup>a</sup> de Oriol y Cedillo (zona rural IV), y Valdecañas (zona rural V) todas ellas sobre el río Tajo, dada su contribución a la producción hidroeléctrica autonómica. Si disminuyera el caudal del Tajo por efectos del cambio climático, el potencial de producción hidroeléctrico extremeño estaría gravemente comprometido.

La producción total por fuente en régimen ordinario, establece una producción media de 2.820 GWh, correspondiente a la media de producción de las centrales hidráulicas (calculado como la media aritmética de los últimos 15 años). En el caso de la nuclear, después de la prórroga realizada por parte del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio mediante la que se permite su explotación hasta el año 2020, dadas las circunstancias del sistema eléctrico se considera que la central nuclear de Almaraz continuará en servicio con una producción media estimada de 14.654 GWh (Consejería de Industria, Energía y Medio Ambiente, 2011).

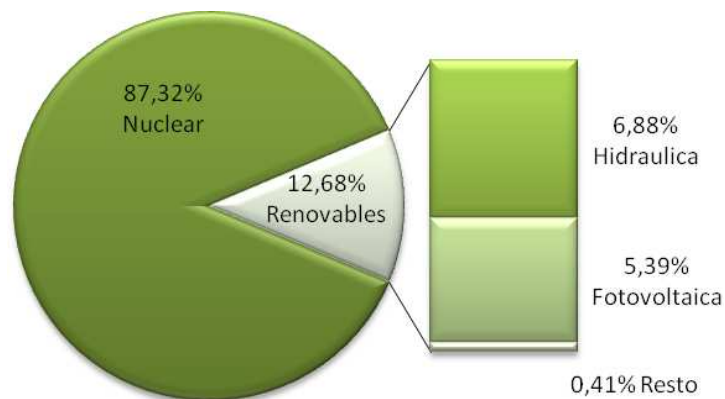
Las producción eléctrica en Extremadura, proporciona un valor total de producción de 19.634,49 GWh para una potencia instalada de 5.105,26 MW, en el año 2011, y llegando a 32.640,03 GWh de producción con una potencia instalada 8.945,82 MW para el año 2020 (Tabla 4) (Consejería de Industria, Energía y Medio Ambiente, 2011).

**Tabla 4. Previsión de la potencia instalada, y producción total eléctrica en el periodo 2010-2020 en Extremadura (Consejería de Industria, Energía y Medio Ambiente, 2011).**

Régimen ordinario	2010		2011		2015		2020	
	Potencia (MW)	Producción (GWh)	Potencia (MW)	Producción (GWh)	Potencia (MW)	Producción (GWh)	Potencia (MW)	Producción (GWh)
Nuclear	1.957,00	14.654,00	1.957,00	14.654,00	1.957,00	14.654,00	1.957,00	14.654,00
Hidráulica	2.257,39	2.820,00	2.257,39	2.820,00	2.257,39	2.820,00	2.257,39	2.820,00
Ciclo Combinado	0,00	0,00	0,00	0,00	800,00	5.280,00	800,00	5.280,00
Régimen Especial	812,41	1.447,78	890,87	2.160,49	2.431,12	5.893,75	3.931,43	9.886,03
<b>Total</b>	<b>5.026,80</b>	<b>18.921,78</b>	<b>5.105,26</b>	<b>19.634,49</b>	<b>7.445,51</b>	<b>28.647,75</b>	<b>8.945,82</b>	<b>32.640,03</b>

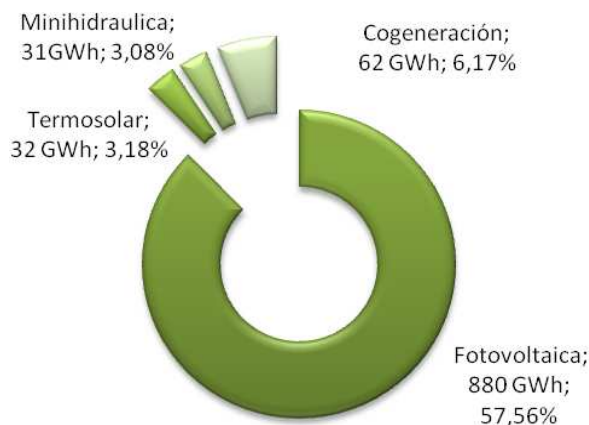
-Producción de energía eléctrica en régimen especial: energías renovables y cogeneración

De este modo y siguiendo una línea evolutiva ascendente, en 2009, la producción eléctrica bruta en Extremadura fue de 16.314 GWh, a la que las energías renovables contribuyeron en un 12,68%, resaltando la energía hidráulica supuso el 6,88%, seguido de la energía solar fotovoltaica (5,39%) (Figura 14).



**Figura 14. Producción de energía eléctrica en Extremadura en el año 2009 (Consejería de Industria, Energía y Medio Ambiente, 2011).**

La producción de energía eléctrica en régimen especial en Extremadura durante el año 2009, ascendió a 1.005 GWh, siendo la fotovoltaica la más importante con 880 GWh, seguida de la cogeneración con 62 GWh, la termosolar con 32 GWh y por último la mini hidráulica con 31 GWh (Figura 15).



**Figura 15. Producción de energía eléctrica en régimen especial en Extremadura en el año 2009 (GWh) (Consejería de Industria, Energía y Medio Ambiente, 2011).**

De modo general, por sus características geográficas, Extremadura es una región especialmente adecuada para el desarrollo de energías renovables como la fotovoltaica, la solar termoeléctrica o la producción de biocombustibles. El desarrollo de estas energías renovables es clave para reducir la dependencia energética de los combustibles fósiles.

Las previsiones 2010-2020 sobre instalaciones de energías renovables, estiman en el caso de la **solar fotovoltaica** a cierre de 2010, que entre instalaciones de suelo y sobre cubierta para conexión a la red eléctrica se han alcanzado los 533,21 MW y se prevé alcanzar 765,58 MW para el 2020. El número de horas de funcionamiento es de 2.000 horas anuales, lo que supone inyectar a la red 1.458,25 GWh anuales al final del período. En la actualidad el número de horas de funcionamiento está regulado por el **Real Decreto-Ley 14/2010**, de 23 de diciembre, por el que se establecen medidas urgentes para la corrección del déficit tarifario del sector eléctrico. **Disposición adicional primera.**- Limitación de las horas equivalentes de funcionamiento de las instalaciones fotovoltaicas. **Disposición transitoria segunda.**- Limitación de las horas equivalentes de funcionamiento de las instalaciones fotovoltaicas hasta el 31 de diciembre de 2013 (Consejería de Agricultura, Desarrollo Rural, Medio Ambiente y Energía, 2011).

En el caso de la **solar termoeléctrica de alta temperatura**, actualmente en la región se encuentran en producción seis termosolares, con una potencia instalada de 300MW, a las que se les estiman 3.000 horas de producción anual de media, por lo que la energía producida en el año 2020 por este tipo de centrales puede estimarse en 4.650 GWh, con una potencia total prevista de 1.650 MW. En la actualidad el número de horas de funcionamiento está regulado por el **Real Decreto 1614/2010, de 7 de diciembre**, por el que se regulan y modifican determinados aspectos relativos a la actividad de producción de energía eléctrica a partir de tecnologías solar termoeléctrica y eólica. **Artículo 2.**

Limitación de las horas equivalentes de funcionamiento con derecho a prima equivalente o prima (Consejería de Agricultura, Desarrollo Rural, Medio Ambiente y Energía, 2011, 2011).

Adicionalmente, referente a la **biomasa y biogás** para producción termoeléctrica, se ha puesto en funcionamiento 17,1 MW de potencia hasta el año 2011 y existe una previsión de potencia para 2020 que alcanzaría los 160 MW. Se ha estimado que un 10% de esta cantidad sería aportada por las instalaciones de biogás. Estos cálculos se basan en una generación anual de 8.000 horas, por lo que se estima que en 2020 se podrá verter a la red 1.160 GWh anuales (Consejería de Agricultura, Desarrollo Rural, Medio Ambiente y Energía, 2011).

En cuanto al aporte de energía eléctrica mediante producción **eólica**, actualmente en Extremadura, existen un total de 69 parques eólicos que cuentan con la autorización necesaria, aunque ninguno de ellos ha iniciado las obras, lo que supone una potencia total de 1.395,5MW. Los primeros parques entrarán en funcionamiento a finales del año 2013. Para el horizonte del año 2020, está prevista la puesta en funcionamiento de 1.300 MW lo que implica, suponiendo 2.000 horas anuales de producción, que la energía que se podría verte a la red mediante este tipo de tecnología para el año 2020 será de 2.300 GWh anuales (Consejería de Industria, Energía y Medio Ambiente, 2011). La energía eólica, en la región, se ha visto favorecida por un marco normativo adecuado como es el *Decreto 160/2010* de 16 julio, por el que se regula el procedimiento para la autorización de las instalaciones de producción de energía eléctrica a partir de la energía eólica, mediante parques eólicos, en la Comunidad Autónoma de Extremadura (DOE nº 139, de 21 de julio de 2010).

Para la producción de energía eléctrica procedente de **mini hidráulica**, no existe previsión de incrementos de potencia en este tipo de instalaciones para el año 2020, manteniéndose los 20 MW existentes en el año 2009 (Consejería de Industria, Energía y Medio Ambiente, 2011) (Tabla 5).

**Tabla 5. Previsión de la potencia instalada y producción eléctrica mediante energías renovables en Extremadura (Consejería de Industria, Energía y Medio Ambiente, 2011).**

Energías Renovables	2010		2011		2015		2020	
	Potencia (MW)	Producción (GWh)	Potencia (MW)	Producción (GWh)	Potencia (MW)	Producción (GWh)	Potencia (MW)	Producción (GWh)
Hidráulica	2.257,39	2.820,00	2.257,39	2.820,00	2.257,39	2.820,00	2.257,39	2.820,00
Fotovoltaica	470,00	900,00	533,21	940,00	599,85	1.142,58	765,58	1.458,25
Eólica	0,00	0,00	0,00	0,00	550,00	800,00	1.300,00	2.300,00
Termosolar	300,00	340,00	300,00	900,00	1.150,00	3.150,00	1.650,00	4.650,00
Biomasa+ Biogás	2,10	10,00	17,10	120,00	85,00	560,00	160,00	1.160,00
Mini hidráulica	20,00	31,00	20,00	31,00	20,00	31,00	20,00	31,00
<b>Total</b>	<b>3.049,49</b>	<b>4.101,00</b>	<b>3.127,70</b>	<b>4.811,00</b>	<b>4.662,24</b>	<b>8.503,58</b>	<b>6.152,97</b>	<b>12.419,25</b>

Por tanto, la previsión del mix de producción eléctrica regional, relativa a generación y en base a las previsiones de producción estimadas, determina una generación bruta de energía eléctrica para 2015 de 28.648 GWh, incrementándose hasta 32.640 GWh para el año 2020. Estas cifras superan en cualquier caso el dato obtenido en 2010 que se corresponde con 18.922 GWh lo que supone un incremento de 58% con respecto al año 2009 (Consejería de Industria, Energía y Medio Ambiente, 2011) (Tabla 6)

**Tabla 6. Previsión del mix de producción eléctrica regional (Consejería de Industria, Energía y Medio Ambiente, 2011)**

	Balance eléctrico (GWh)			
	2009 (GWh)	2010 (GWh)	2015 (GWh)	2020 (GWh)
Hidráulica	1.123	2.820	2.820	2.820
Nuclear	14.186	14.654	14.654	14.654
Ciclo Combinado	0	0	5.280	5.280
<b>Régimen ordinario</b>	<b>15.309</b>	<b>17.474</b>	<b>22.754</b>	<b>22.754</b>
Fotovoltaica	880	900	1.143	1.458
Eólica	0	0	800	2.300
Termosolar	32	340	3.150	4.650
Biomasa y Biogás	0	10	560	1.160
Mini hidráulica	31	31	31	31
Cogeneración	62	167	210	287
<b>Régimen Especial</b>	<b>1.005</b>	<b>1.448</b>	<b>5.894</b>	<b>9.886</b>
<b>Generación Bruta</b>	<b>16.314</b>	<b>18.922</b>	<b>28.648</b>	<b>32.640</b>

Adicionalmente, la capacidad de producción de biocarburantes en Extremadura en el año 2009 fue de 375.000 tep/año repartida en dos instalaciones, cuya producción anual depende de la demanda del mercado (IDAE, 2010)

Los **biocarburantes** representan en España un 1% del total de la energía consumida en el sector transporte. El *Plan de Energías Renovables 2005-2010* (IDAE, 2005) establece un objetivo nacional de producción de biocarburantes igual a 2.200.000 tep a finales de 2010, de las cuales 176.000 tep le corresponden a Extremadura (supone el 8% de la producción nacional comprometida).

Referente a **instalaciones de energías renovables para uso doméstico** en Extremadura, en el año 2009 se aprobaron 17 expedientes que se corresponden con una potencia de 957,7 kW; en el año 2010 la cuantía de expedientes aprobados ascendió a un total de 60 lo que supone 2.400 kW de potencia. Estas instalaciones de uso doméstico están proliferando gracias a las ayudas para la promoción de energías renovables de uso propio (*Decreto 263/2008*, de 29 de diciembre y sus posteriores modificaciones *Decreto 242/2009*, de 20 de noviembre y *Decreto 220/2010*, de 3 de diciembre), que establecen el procedimiento a seguir, así como las líneas de actuaciones subvencionables, los costes subvencionables de cada actuación y la cuantía máxima de su subvención (Consejería de Industria, Energía y Medio Ambiente, 2011).

En este mismo ámbito, mediante la aplicación del *Plan Nacional de Energías Renovables* (IDAE, 2005), se firman una serie de convenios de colaboración entre la Consejería de Economía, Comercio e Innovación de la Comunidad Autónoma de Extremadura y el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE). En lo relativo a biomasa surge la Orden de 28 de julio de 2008 (DOE nº 149, del 1 de agosto de 2008), por la que se convoca la concesión de subvenciones para la producción de energía térmica utilizando como combustible biomasa para uso doméstico.

Siguiendo estas directrices, en Extremadura mediante la *Estrategia de Cambio Climático de Extremadura 2009-2012* se establecen una serie de medidas entre las cuales se encuentran el fomentar las energías renovables y la eficiencia energética.

La región extremeña, dando cumplimiento a estas directrices, ha calculado la cuota de energía procedente de fuentes renovables, para el año 2009, atendiendo al consumo energético final regional y a la cuota de energía procedente de fuentes renovables., Según la normativa impuesta mediante la Directiva 2009/28/CE para España, y según los datos analizados, se establece que Extremadura tiene una **cuota de energía procedente de energías renovables respecto al consumo final bruto de energía de un 26,47%** (Tabla 7).

**Tabla 7. Cuota de energía procedente de energías renovables en 2009 (Consejería de Industria, Energía y Medio Ambiente, 2011)**

<b>Cuota de energía procedente de FER 2009</b>	
Consumo final bruto de energía procedente de fuentes de energías renovables para generación de energía eléctrica (ktep)	322,75
Consumo final bruto de energía procedente de fuentes renovables para la calefacción y refrigeración (ktep)	88,4
Consumo final bruto de energía procedente de fuentes renovables en el sector del transporte (ktep)	29,84
Total consumo final bruto de energía procedente de fuentes renovables	440,97
Consumo de energía final bruta (ktep)	1.666,23
<b>Cuota de energía procedente de fuentes renovables sobre el consumo de energía final bruta</b>	<b>26,47%</b>

Existe una segunda forma de medir la contribución de energías renovables que consiste en establecer la relación entre la producción de energía procedente de fuentes renovables y el consumo final de electricidad en barras de la central. Calculado de este modo, Extremadura tiene una **cuota de producción eléctrica de origen renovable respecto al consumo en barras de central correspondiente a un 43,02%** (Tabla 8).

**Tabla 8. Cuota de energía procedente de fuentes renovables sobre el consumo en barras de central (Consejería de Industria, Energía y Medio Ambiente, 2011).**

<b>Cuota de energía procedente de FER 2009</b>	
Producción de energía procedente de fuentes de energías renovables (ktep)	177,68
Consumo de energía eléctrica en b.c (ktep)	412,97
<b>Cuota de energía procedente de fuentes renovables sobre el consumo en b.c</b>	<b>43,02%</b>

Siguiendo con estas directrices se prevé que la cuota de energía procedente de fuentes renovables en el consumo de energía bruta en la región, será del 68% para el año 2020, superando el 20% establecido por la Directiva 2009/28/CE para España, según las previsiones establecidas en el *Acuerdo para el Desarrollo Energético Sostenible para Extremadura (2010-2020)*. Del mismo modo establece la previsión de que la producción bruta de energía eléctrica con fuentes renovables represente, en 2020, el 172% del consumo final de energía eléctrica (Consejería de Industria, Energía y Medio Ambiente, 2011).

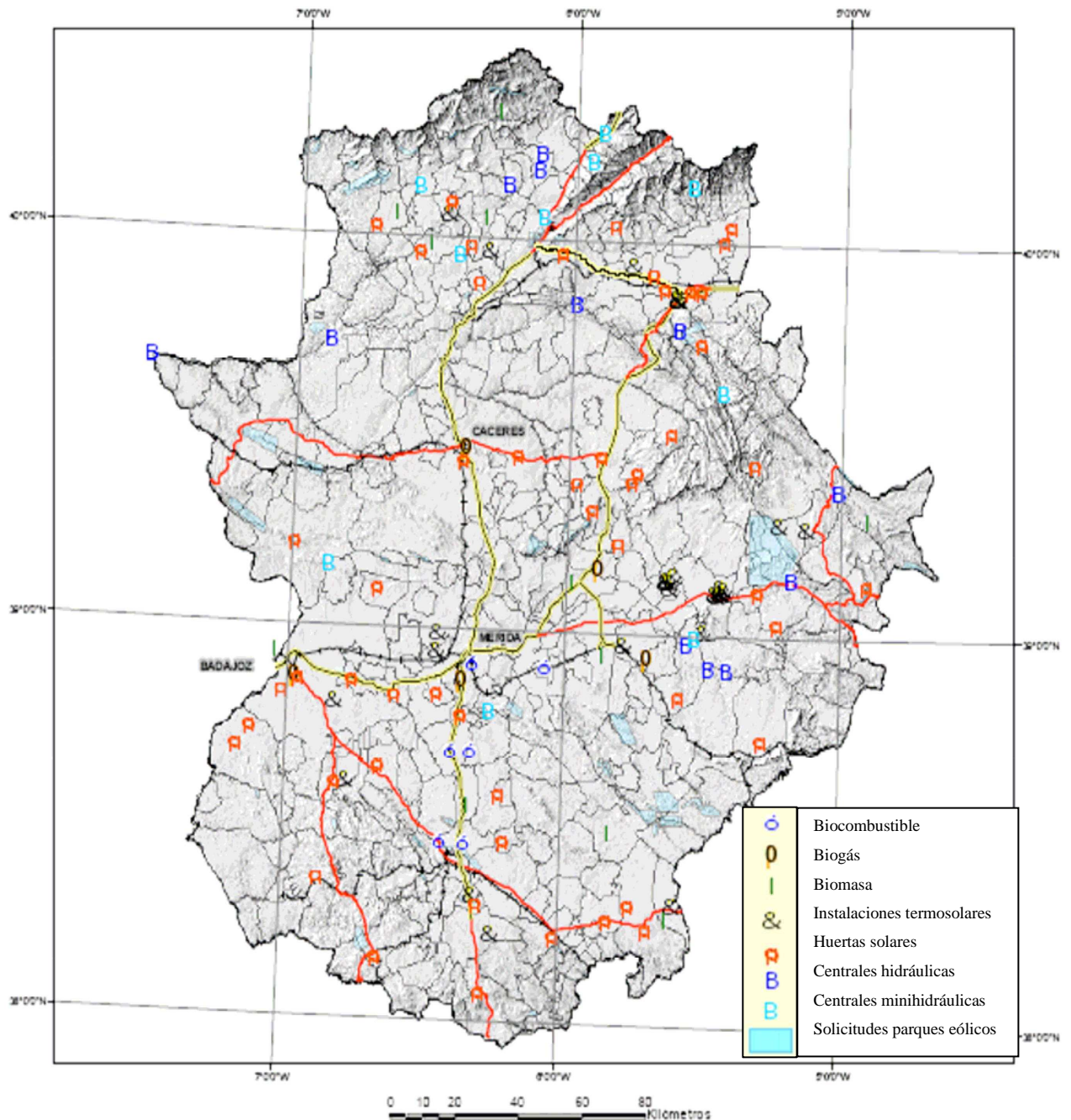
Otra de las medidas contempladas en la Estrategia de Cambio Climático de Extremadura es promover la producción y el uso de biocarburantes.

La *Directiva 2003/30/CE*, de 8 de mayo de 2003, relativa al fomento del uso de biocarburantes y otros combustibles renovables, establece el objetivo de alcanzar en el sector transporte, una cuota de mercado de 5,75% en 2010, que en el marco jurídico español se recoge en el *Real Decreto 61/2006*,



de 31 de enero, en el Plan de Energías Renovables 2005-2010. El objetivo para el 2020 consiste en alcanzar en el sector del transporte que el consumo de biocarburantes frente al consumo de gasolinas y gasóleos sea del 10%. (Consejería de Industria, Energía y Medio Ambiente, 2011)

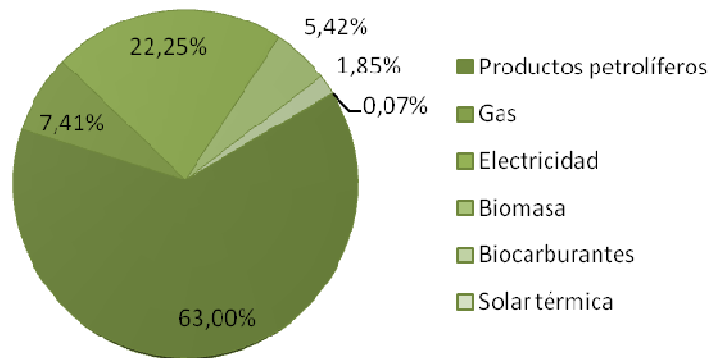
De este modo a lo largo de la geografía extremeña se distribuyen numerosas y diferentes infraestructuras referidas a energías renovables (López F., 2007) (Mapa 11).



➤ Consumo

Siguiendo la tendencia de consumo nacional, Extremadura tiene gran dependencia de los combustibles fósiles y no renovables, principalmente derivados del petróleo y el gas, y de materias primas no disponibles que deben ser importadas.

Del consumo energético final para el año 2009 se observa la importancia de los productos petrolíferos con un 63%, seguido de la energía eléctrica con 22,25%, el gas natural con 7,41%, y las energías renovables con 7,33% (Figura 16). El porcentaje de gasolinas y gasóleos, que corresponde al 60% del total, indican la relevancia del transporte y las calefacciones, aunque el gas natural puede convertirse en la fuente mayoritaria próximamente (Consejería de Industria, Energía y Medio Ambiente, 2011).



**Figura 16. Consumo energético regional en 2009 (ktep) (Consejería de Industria, Energía y Medio Ambiente, 2011).**

El consumo energético de Extremadura respecto del total nacional en el año 2009 es del 1,79% , frente al 1,74% del año 2008 (Consejería de Industria, Energía y Medio Ambiente, 2011), siendo la cuarta Comunidad Autónoma con menor consumo sólo por encima de Baleares, La Rioja y Canarias (Figura 17) (INE, 2009).

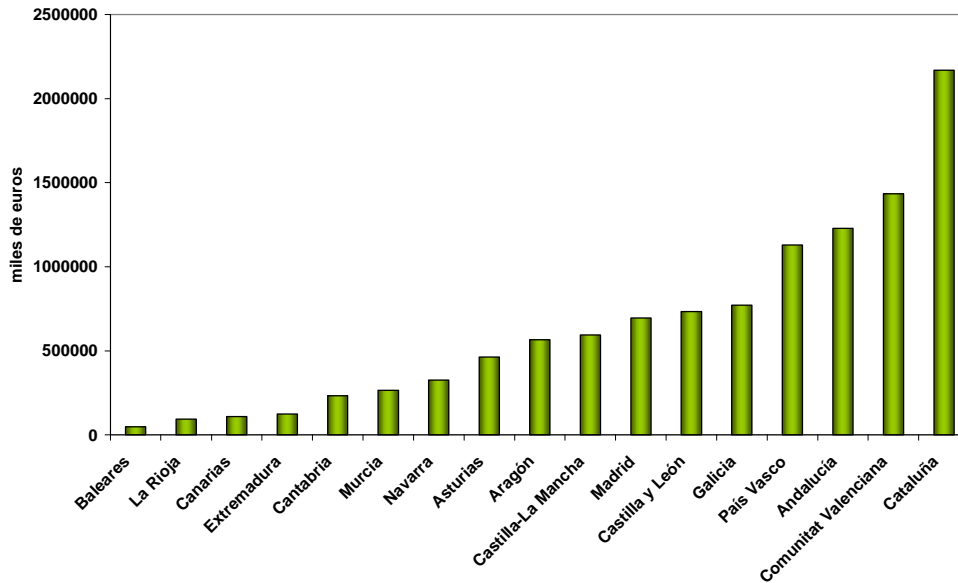


Figura 17. Consumo energético en el año 2007 por Comunidades Autónomas en miles de euros (INE, 2009).

A nivel nacional, al comparar la tendencia del consumo por Comunidades Autónomas en diferentes años, se observa que éste consumo tiene una tendencia al alza; asimismo, el consumo se ve incrementado durante el año 2007, con respecto al año 2005 en todas las Comunidades Autónomas (Figura 18). El consumo energético en Extremadura para este periodo ha experimentado un aumento del 28,78% en 2007 con respecto al año 2005, situándose la media nacional en un 35,47% de incremento. Sólo cuatro Comunidades Autónomas han elevado menos su consumo que Extremadura siendo éstas Cataluña con un incremento del 24,47%, Asturias con 23,63%, Cantabria con 23,61% y Galicia con 22,90%.

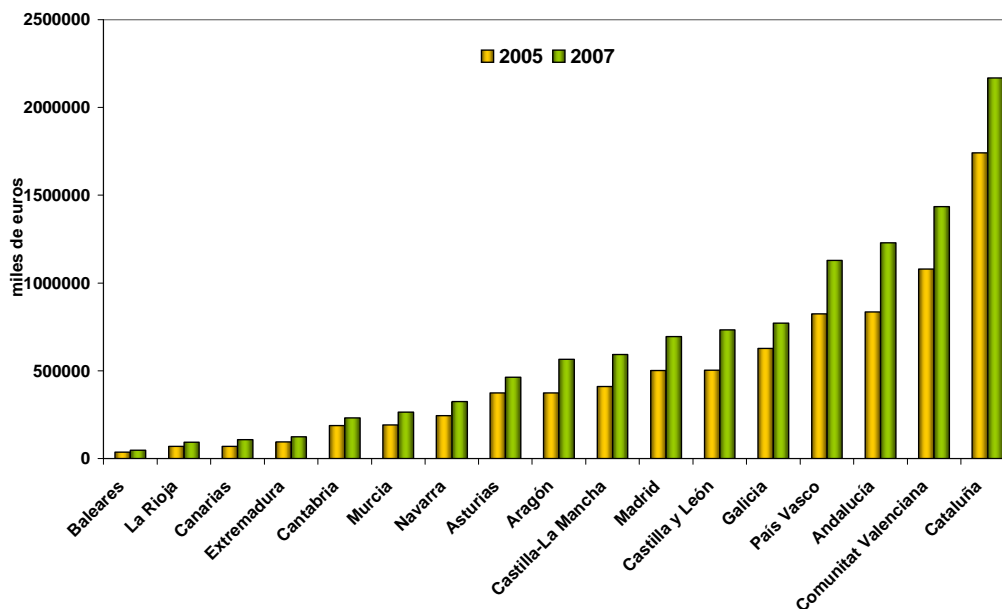


Figura 18. Consumo Energético en los años 2005 y 2007 por Comunidades Autónomas en miles de euros (INE, 2006; INE, 2009).

La distribución del consumo energético regional por sectores en 2009 (Figura 19) es similar a la del conjunto nacional (Figura 8), siendo el sector terciario el de mayor consumo con un 45%, seguido por el industrial con un 26% y el doméstico cuyo consumo es del 23% (Consejería de Industria, Energía y Medio Ambiente, 2011).

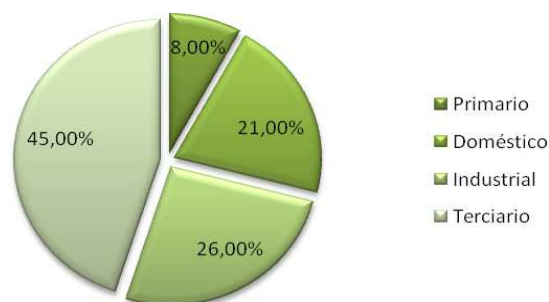


Figura 19. Distribución porcentual del consumo energético regional por sectores en 2009 (Consejería de Industria, Energía y Medio Ambiente, 2011).

La evolución del consumo eléctrico extremeño ha sido al alza en los últimos años (Figura 20). Esta evolución puede deberse en parte al crecimiento demográfico y económico continuado de la región en los últimos años que tiene implicaciones directas sobre el consumo de energía eléctrica.

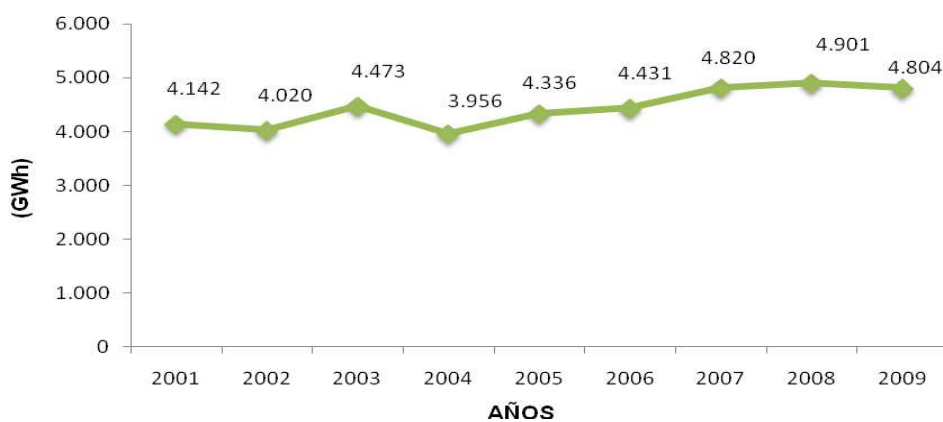


Figura 20. Evolución del consumo de energía eléctrica en Extremadura (GWh) (Consejería de Industria, Energía y Medio Ambiente, 2011).

## 5.2.2. Gas natural

### ➤ Consumo

Los datos recogidos hasta el año 2009 en Extremadura, indican que se ha producido un incremento en el consumo de gas natural, debido en gran medida al aumento del número de suministros (Figura 21). Extremadura se sitúa como la decimoquinta comunidad en consumo de gas natural y representa un 0,86% del consumo total nacional (Consejería de Industria, Energía y Medio Ambiente, 2011).

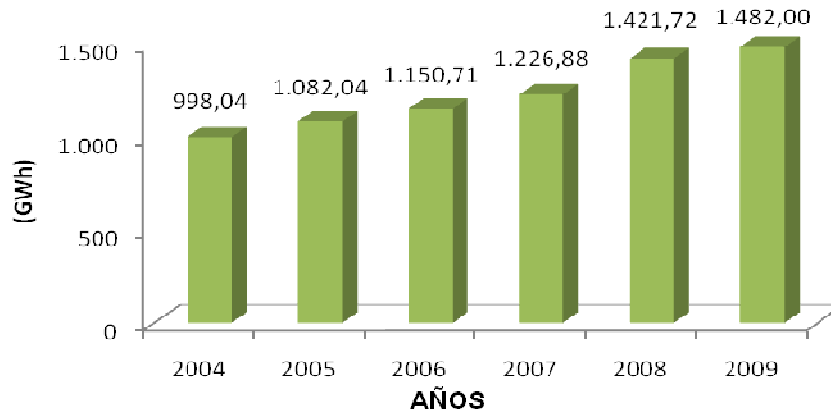
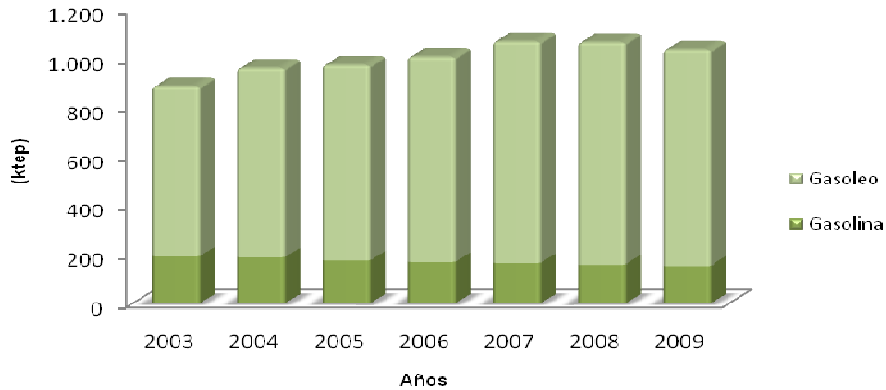


Figura 21. Evolución del consumo de gas natural en Extremadura (GWh) (Consejería de Industria, Energía y Medio Ambiente, 2011).

### 5.2.3. Productos petrolíferos

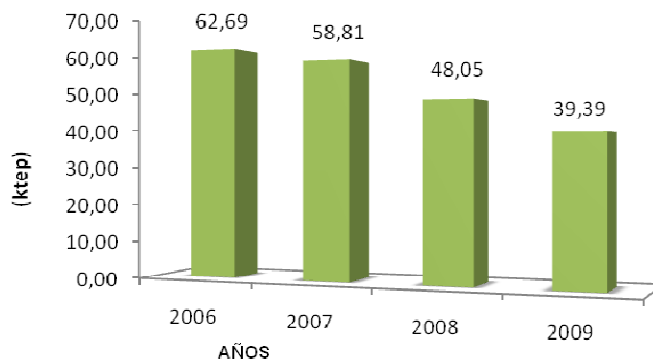
#### ➤ *Consumo*

La evolución del consumo de **gasóleos y gasolinas** a nivel regional ha sido relativamente estable en los últimos años, observándose un ligero aumento en el consumo global entre los años 2003 y 2007, llegando a un descenso en el año 2009 motivado en parte por la crisis financiera en la que se encuentra España (Figura 22). El consumo nacional anual de gasolinas en 2009 fue de 6.013 ktep, mientras que en el mismo periodo el consumo extremeño fue de unas 154,08 ktep, en torno al 2,56% del total nacional. En cuanto a los gasóleos, en Extremadura el consumo de 2009 representó el 2,65% del consumo nacional, que asciende a 33.344 ktep (Consejería de Industria, Energía y Medio Ambiente, 2011). No obstante, se aprecian dos tendencias antagónicas, mientras que el gasóleo ha experimentado un incremento constante, las gasolinas han seguido una tendencia de menor consumo desde 2005, siendo el decrecimiento medio anual desde entonces de -3,15%. Uno de los elementos que explican este comportamiento es la dieselización del parque automovilístico, que se ha dado en muchos países europeos incluyendo España.



**Figura 22. Evolución del consumo regional de gasolinas y gasóleos (ktep) (Consejería de Industria, Energía y Medio Ambiente, 2011).**

En 2009, el consumo de **fuel oíl** en Extremadura ascendió a 39,39 ktep, cantidad que supuso el 0,35% del consumo nacional, que fue de 11.150 ktep (Consejería de Industria, Energía y Medio Ambiente, 2011). Al igual que en el conjunto del país, el consumo de fuel oíl en Extremadura en los últimos años refleja un descenso continuado que se ha intensificado a partir de 2008 (Figura 23). Esto se debe principalmente a la menor demanda de fuelóleos para generación eléctrica en centrales de gas y cogeneración, y la menor demanda del sector del refino a causa del descenso de la producción (Consejería de Industria, Energía y Medio Ambiente, 2011).



**Figura 23. Evolución del consumo regional de fuel oíl (ktep) (Consejería de Industria, Energía y Medio Ambiente, 2011).**

La evolución en el consumo de **gases licuados de petróleo (GLP's)** en Extremadura refleja un descenso acusado, desde el año 2005 hasta el año 2009 (Figura 24). El consumo regional de GLP's sufrió en 2009 un descenso cercano al 1,5%, motivado en parte por la situación económica de la región en la actualidad. El consumo de GLP's en Extremadura durante el año 2009, ascendió a 89,90

ktep, cantidad que supuso el 4,61% del consumo nacional que fue de 1.840 ktep (Consejería de Industria, Energía y Medio Ambiente, 2011).

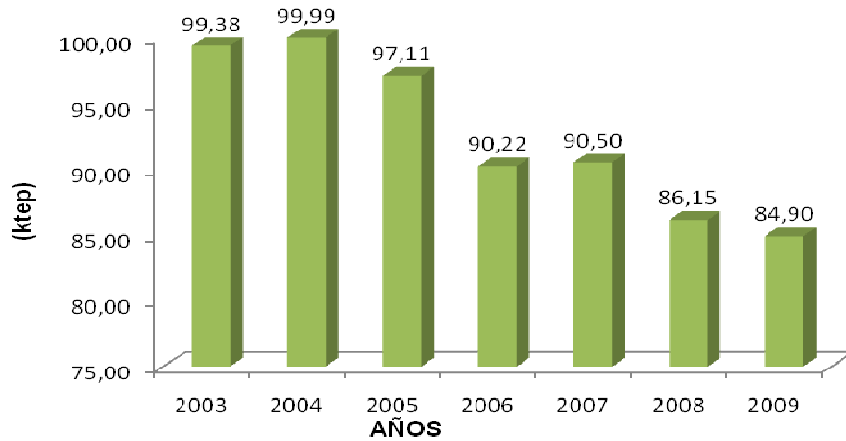
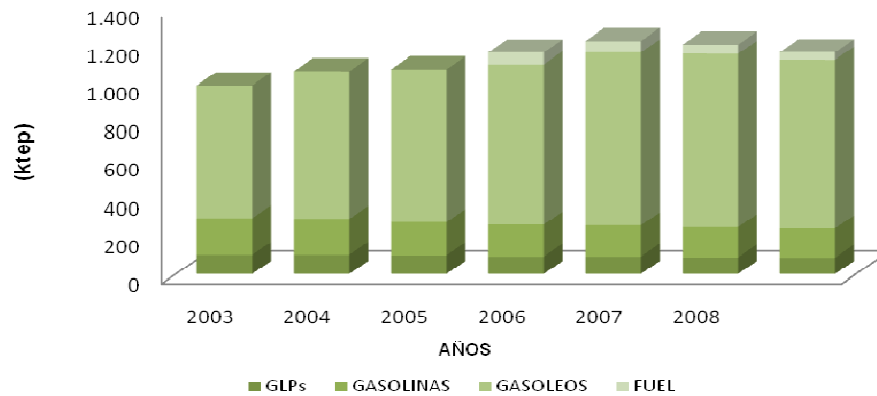


Figura 24. Evolución del consumo regional de GLP's (ktep) (Consejería de Industria, Energía y Medio Ambiente, 2011).

La evolución del consumo de los distintos productos petrolíferos líquidos muestra un ligero aumento global determinado por el incremento parcial del consumo de gasóleos (Figura 25). El consumo extremeño de combustibles líquidos derivados del petróleo en el año 2009 ascendió a 1.164,33 ktep, cantidad que representa el 1,70% del total nacional que fue de 68.430 ktep (Consejería de Industria, Energía y Medio Ambiente, 2011). Cabe citar que para ese mismo año el producto petrolífero con mayor demanda fue el gasóleo con un 76,09% de consumo frente al 3,38% del fuel y el 13,23% de las gasolinas. En los últimos dos años, a nivel nacional se observa una tendencia de reducción de consumos similar a la que ocurre en Extremadura, acompañada también de un descenso en el consumo de gasóleos. Esta evolución se debe a múltiples factores entre los que se puede citar fundamentalmente el descenso de los consumos finales, tanto de carburantes del transporte como de algunas materias primas y el consumo en generación eléctrica. En el sector residencial y terciario, ha bajado la demanda de estos productos debido a la menor actividad económica y también es importante citar el descenso de consumos de carburantes para la locomoción debido a la menor actividad del transporte de mercancías y del menor crecimiento del parque de turismos diesel.



**Figura 25. Evolución del consumo regional de productos petrolíferos (ktep)**  
(Consejería de Industria, Energía y Medio Ambiente, 2011).

#### 5.2.4. Intensidad energética

La intensidad energética es un indicador que da una idea de la eficiencia energética de un país. Se define como el consumo de energía, primaria o final, por unidad de Producto Interior Bruto (PIB). Por tanto, una evolución decreciente de este indicador significaría un menor consumo de energía para generar cada unidad de riqueza, interpretándose como un incremento en la eficiencia energética global del sistema analizado.

Extremadura experimentó aumentos anuales de la intensidad energética hasta el 2006, año a partir del cual ha comenzado el descenso motivado en parte por la implantación de medidas de ahorro y eficiencia energética (Figura 26).

El consumo de energía primaria en Extremadura en el año 2009 ha sido de 4.342,15 ktep, lo que conlleva un descenso de 8,46% con respecto al 2008, en el que el consumo fue de 4.743,58 ktep. Este descenso viene provocado por la disminución en el consumo total de petróleo, que fue del 4,39% respecto de 2008, del gas natural un descenso del 5,19% respecto de 2008, la disminución de la producción de energía eléctrica de origen nuclear, un 11,88% en 2009 y las hidroeléctricas que produjeron un 10,89% con respecto al año 2008 (Consejería de Industria, Energía y Medio Ambiente, 2011). De acuerdo con los compromisos adquiridos por España en el Paquete Energía y Clima de la Unión Europea en el 2008 (Comisión Europea, 2008), el país debe reducir en conjunto su intensidad energética un 2% anual hasta 2020.



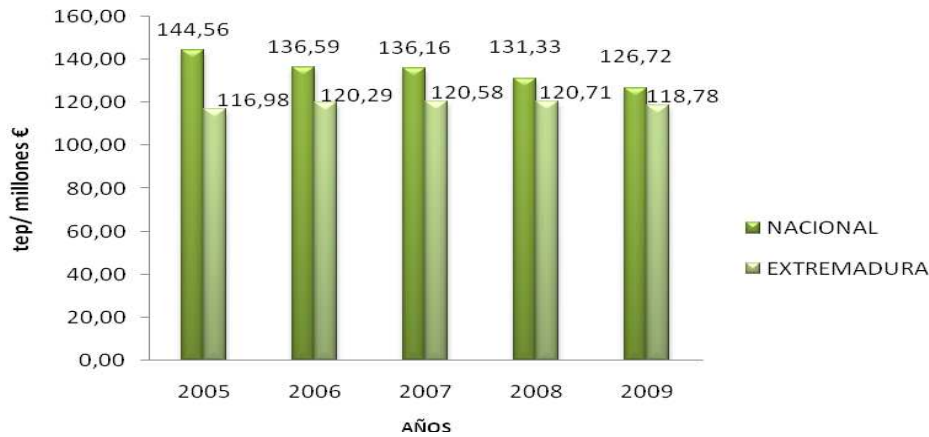


Figura 26. Evolución de la intensidad energética en España y en Extremadura (Consejería de Industria, Energía y Medio Ambiente, 2011).

### 5.3. Infraestructuras energéticas de Extremadura

Debido a la diversidad y la cantidad de factores que pueden interactuar e influir sobre el sector de la energía, es difícil determinar con exactitud de que manera puede afectar el cambio climático sobre la generación, transporte y distribución de la energía, ya que todas las infraestructuras energéticas implicadas son sensibles de uno u otro modo. De todas ellas, son las infraestructuras de transporte y distribución eléctrica (subestaciones y tendidos eléctricos) las que merecen una mayor atención, por su exposición directa a la meteorología.

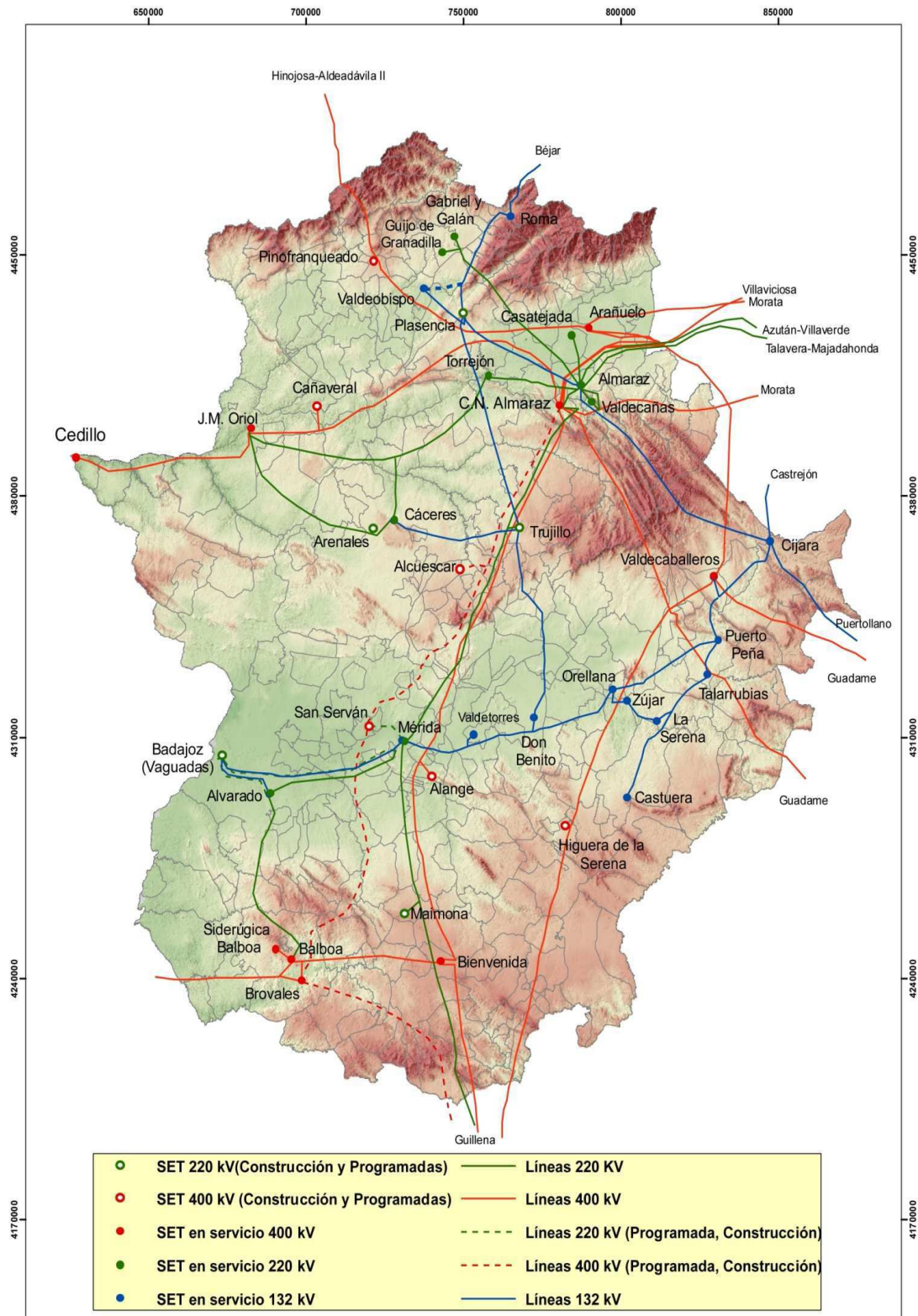
#### 5.3.1. Infraestructuras eléctricas

Durante al año 2009, la red de transporte de electricidad en España en 2009 se situó en un total de 34.754 km, de los cuales 17.977 km corresponden a circuitos de 400 kV, y 16.777 km de redes de 220 kV y menores de 220kV. Asimismo para el año 2009, se contabilizan un total de 3.385 subestaciones eléctricas (REE, 2010).

La red eléctrica de transporte extremeña recorre la región en sentido predominante Norte-Sur, cubriendo las necesidades de Extremadura y creando un entramado bien conectado con el resto del territorio nacional y portugués. Destacan los trazados de alta tensión a la central nuclear de Almaraz y a las cuencas hidrográficas del Tajo y Guadiana.

En Extremadura, la red eléctrica de transporte y distribución cuenta con amplias redes de tensión de más de 66 kV, en la zona de de distribución de la compañía Endesa, en la provincia de Badajoz, y con infraestructuras eléctricas de tensión menores de 45 kV, en la zona de distribución de Eléctricas Pitarch unidas a las instalaciones propiedades de Iberdrola mayores de 45kV, ambas en la provincia de Cáceres (Mapa 12 y anejo III). El entorno de la central nuclear de Almaraz, en la zona rural V,

determina la existencia de importantes pasillos eléctricos que conectan la central con Madrid y Portugal.



Mapa 12. Líneas de transporte y distribución eléctrica en Extremadura (Consejería de Industria, Energía y Medio Ambiente, 2011).

No cabe duda de que las instalaciones solares fotovoltaicas construidas en estos años, unida a la termosolar y a los futuros parques eólicos requieren de un desarrollo de las infraestructuras eléctricas que aseguren la capacidad de evacuación de todos aquellos proyectos compatibles con el planteamiento energético de la Comunidad de Extremadura.

De este modo grandes proyectos, como el tren de alta velocidad, necesitarán de suministro eléctrico en distintas ubicaciones de la región o provocarán que la región cree nuevos ejes de distribución.

Con el objetivo de racionalizar y ordenar las necesidades energéticas futuras de la red de infraestructuras eléctricas es necesario incorporar una planificación adecuada al territorio. De este modo la cobertura eléctrica se justifica bajo la hipótesis de la demanda y el desarrollo del parque generador, tanto en régimen ordinario como en especial.

En aras de un futuro desarrollo eléctrico en la región, el *Plan de Infraestructuras Nacional* establece para el horizonte del 2016 la creación de nuevas líneas de transporte y subestaciones, como la apertura de la red de transporte en 400 kV en los nudos de San Serván, Pinofranqueado y Alange. Cabe citarse el nuevo eje de 400 kV norte-sur de la región, que va desde la central nuclear de Almaraz a San Serván, Brovales a San Serván y Brovales a Guillena, con un total de 276 km (Consejería de Industria, Energía y Medio Ambiente, 2011).

Además de las infraestructuras recogidas en dicha planificación, durante el periodo de vigencia del *Acuerdo para el Desarrollo Energético Sostenible de Extremadura 2010-2020* (Consejería de Industria, Energía y Medio Ambiente, 2011), se prevé que surgirán nuevas necesidades que deben incorporarse a la previsión, tales como las necesarias para proyectos de suelo industrial como la Plataforma Logística de Badajoz, así como nuevos polígonos industriales de grandes dimensiones en las ciudades de Navalmoral de la Mata y Mérida (Consejería de Industria, Energía y Medio Ambiente, 2011).

Las previsiones de construcción de infraestructuras eléctricas correspondientes al periodo 2011-2014, reflejan que para el año 2014 Extremadura contará con 109,34 km nuevos de líneas de media tensión, con 84,61 km de líneas de baja tensión y con la creación de 180 centros de transformación de nueva creación. Asimismo, se llevarán a cabo mejoras en los tendidos eléctricos ya existentes (Tabla 9).

Tabla 9. Planificación de infraestructuras eléctricas en Extremadura 2010-2014 (Consejería de Industria, Energía y Medio Ambiente, 2011).

IBERDROLA DISTRIBUCIÓN S.L.U				
Nueva demanda	2011	2012	2013	2014
Línea de AT (km)	47,00	0,00	0,00	0,00
Línea de MT (km)	20,38	23,21	20,72	20,16
Línea de BT (km)	0,85	0,89	1,20	1,50
Subestaciones (ud)	2	1	2	1
Centros de transformación (ud)	15	16	13	12
Renovación o adaptación a la normativa	2011	2012	2013	2014
Línea MT (km)	0,00	0,00	0,00	0,00
Subestaciones (modificaciones)	9	7	8	6
ENDESA DISTRIBUCIÓN S.L.U				
Nueva demanda	2011	2012	2013	2014
Línea de AT (km)	0,10	0,12	0,14	0,15
Línea de MT (km)	93,28	66,85	73,54	77,95
Línea de BT (km)	66,48	69,80	76,78	81,39
Subestaciones (ud)	0	0	0	0
Centros de transformación (ud)	135	141	155	163
Renovación o adaptación a la normativa	2011	2012	2013	2014
Línea MT (km)	107,00	0,00	0,00	0,00
Subestaciones (modificaciones)	13	15	16	20
ELÉCTRICAS PITARCH DISTRIBUCIÓN S.L.U				
Nueva demanda	2011	2012	2013	2014
Línea de AT (km)	0,00	0,00	30,00	0,00
Línea de MT (km)	26,00	0,00	0,35	0,20
Línea de BT (km)	0,75	0,80	1,20	1,44
Subestaciones (ud)	0	1	0	1
Centros de transformación (ud)	3	2	4	3
Renovación o adaptación a la normativa	2011	2012	2013	2014
Línea MT (km)	0,00	0,00	0,00	0,00
Subestaciones (modificaciones)	4	3	2	0
ELÉCTRICAS OESTE DISTRIBUCIÓN S.L.U				
Nueva demanda	2011	2012	2013	2014
Línea de AT (km)	22,00	18,00	0,00	0,00
Línea de MT (km)	0,00	0,00	19,00	11,00
Línea de BT (km)	1,90	2,08	1,23	0,28
Subestaciones (ud)	0	0	0	0
Centros de transformación (ud)	5	4	3	2
Renovación o adaptación a la normativa	2011	2012	2013	2014
Línea MT (km)	0,00	0,00	0,00	0,00
Subestaciones (modificaciones)	3	3	0	2

### 5.3.2. Infraestructuras gasistas

En la región se ha producido un incremento superior a la media nacional en el número de suministros de gas natural, que se ha incrementado un 10,76% en 2009 respecto al año anterior. No sucede lo mismo en el caso del volumen de gas natural consumido, en el que se ha producido un descenso del consumo entorno al 7,20% (Figura 27) (Consejería de Industria, Energía y Medio Ambiente, 2011)

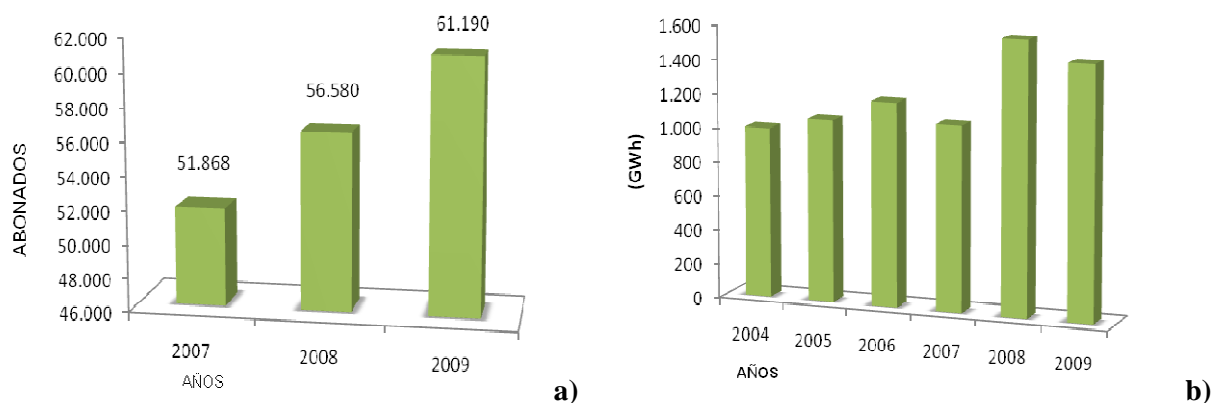


Figura 27. a) Evolución en el nº total de clientes de gas natural en Extremadura. b) Evolución del consumo de gas natural en Extremadura (GWh) (Consejería de Industria, Energía y Medio Ambiente, 2011).

En Extremadura, los gasoductos operativos actualmente, estarían dando servicio a una población de unos 396.664 habitantes (aproximadamente el 36% de la población extremeña), resultando la línea de Córdoba-Campo Maior, cuyo titular es Enagás la que abastece a un mayor número de habitantes (Tablas 10 y 11) (Consejería de Industria, Energía y Medio Ambiente, 2011).

Tabla 10. Gasoductos operativos por municipios y número de habitantes (Consejería de Industria, Energía y Medio Ambiente, 2011).

Titularidad de Gas Extremadura Transportista		
Gasoducto	Municipios	Número de habitantes
Almendralejo - Villafranca de los Barros	Villafranca de los Barros	12.655
	<b>Total</b>	<b>12.655</b>
Villafranca de los Barros - Jerez de los Caballeros	Los Santos de Maimona	7.978
	Zafra	15.498
	Jerez de los Caballeros	9.843
	<b>Total</b>	<b>33.319</b>
Conexión Cáceres desde Vía de la Plata	Cáceres	89.029
	<b>Total</b>	<b>89.029</b>

**Tabla 11. Gasoductos operativos por municipios y número de habitantes (Consejería de Industria, Energía y Medio Ambiente, 2011).**

Titularidad de Enagás		
Gasoducto	Municipios	Número de habitantes
Córdoba - Campo Maior	Almendralejo	29.303
	Badajoz	140.674
	<b>Total</b>	<b>169.977</b>
Almendralejo - Vía de la Plata	Plasencia	39.596
	Mérida	52.088
	<b>Total</b>	<b>91.684</b>

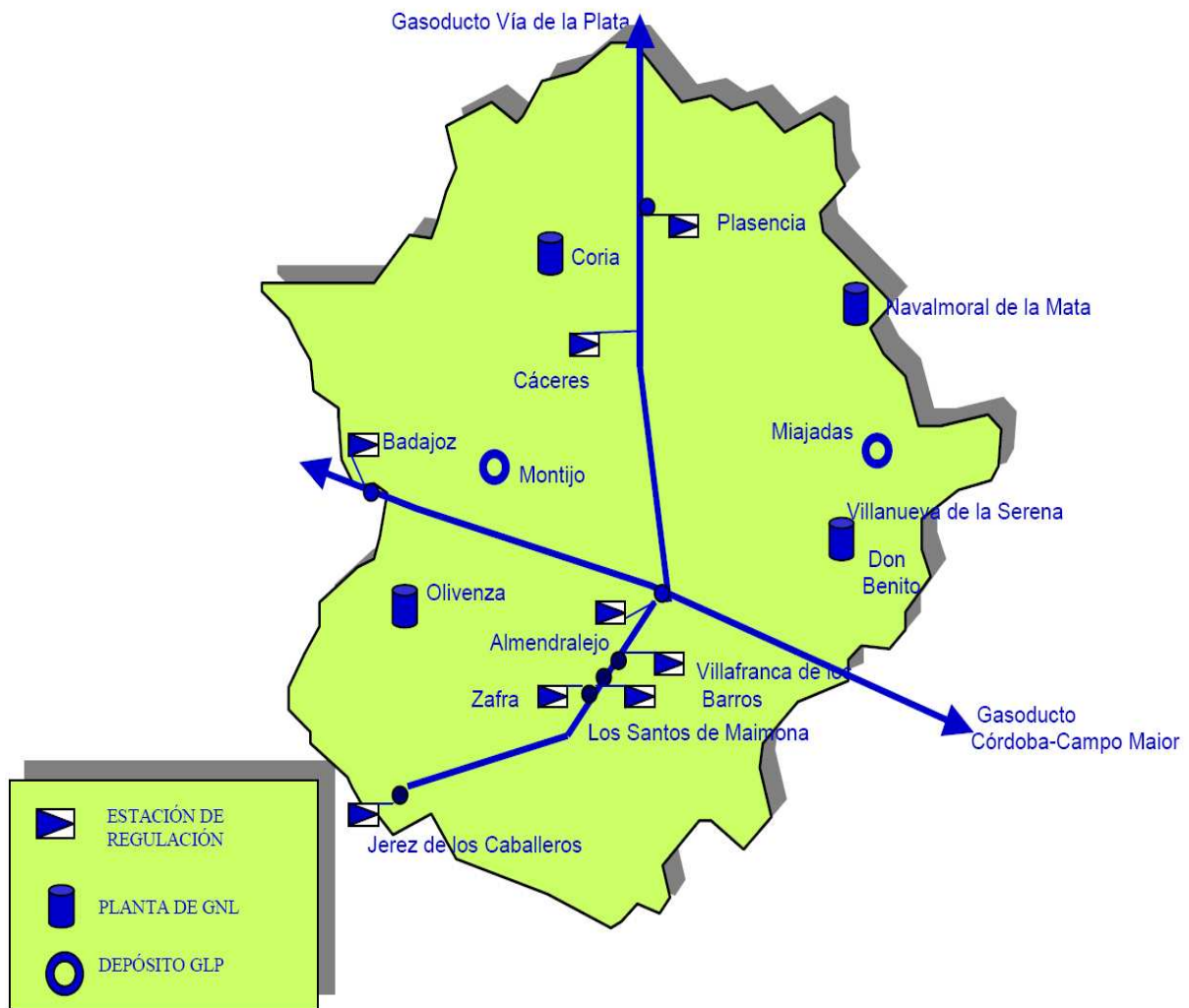
La red primaria de transporte, en Extremadura, cuenta con los siguientes gasoductos operativos (Mapa 13):

- Córdoba-Campo Maior (Este-Oeste)
- Almendralejo-Plasencia-Salamanca (Vía de la Plata) (Sur-Norte)

La red secundaria de transporte cuenta con los siguientes gasoductos (Mapa 13):

- Almendralejo-Villafranca de los Barros
- Villafranca de los Barros-Jerez de los Caballeros
- Conexión Cáceres desde Vía de la Plata





**Mapa 13. Red de distribución de gas natural en Extremadura y plantas satélites de GNL y depósitos de GLP (Consejería de Industria, Energía y Medio Ambiente, 2011).**

Hasta diciembre de 2009, se han contabilizado en Extremadura un total de 61.190 puntos de suministro, destacando sobre todos ellos los 18.816 puntos en la ciudad de Badajoz, lo que supone el 30,75% del total del suministro en la región (Tabla 12).

Además de las redes de distribución ya mencionadas, cabe resaltar que mediante la implantación del Plan de Infraestructuras, se prevé que en la región se realicen 793 km nuevos de gasoducto para el periodo marcado, que darán abastecimiento a 45 poblaciones y un total de 225.490 posibles nuevos suministros.

Referente a las redes de distribución de gas natural el Plan de Infraestructuras de distribución fija para el horizonte 2020, un total de 389 km nuevos de distribución que permitirán que 47 poblaciones tengan acceso a este nuevo servicio (Consejería de Industria, Energía y Medio Ambiente, 2011).

**Tabla 12. Puntos de suministro en Extremadura en 2009 (Consejería de Industria, Energía y Medio Ambiente, 2011).**

Municipio	Puntos de suministro	Municipio	Puntos de suministro
Badajoz	18.816	Navalmoral de la Mata	1.739
Cáceres	12.723	Zafra	1.680
Plasencia	6.769	Villafranca de los Barros	600
Don Benito	6.061	Los Santos de Maimona	258
Almendralejo	3.959	Jerez de los Caballeros	239
Mérida	3.642	Olivenza	118
Villanueva de la Serena	2.630	Villafranco del Guadiana	45
Coria	2.091		
<b>Total de puntos de suministro de gas natural en Extremadura</b>			<b>61.190</b>

Para poder dar suministro a todos los usuarios, la red de distribución en Extremadura es de 798.690 metros de los que el 18,14 % corresponden a Badajoz y el 15,34 % a Cáceres (Tabla 13).

**Tabla 13. Longitud de la red de distribución gasista en Extremadura en 2009 (Consejería de Industria, Energía y Medio Ambiente, 2011).**

Municipio	Metros de red de distribución	Municipio	Metros de red de distribución
Badajoz	144.913	Zafra	33.343
Cáceres	122.576	Villafranca de los Barros	24.557
Mérida	106.000	Coria	21.244
Almendralejo	70.806	Navalmoral de la Mata	20.757
Plasencia	65.847	Los Santos de Maimona	13.154
Don Benito	60.294	Olivenza	11.584
Villanueva de la Serena	45.621	Jerez de los Caballeros	10.362
Montijo	9.965	Miajadas	13.851
<b>Total metros lineales de la red de distribución de Extremadura</b>			<b>798.690</b>



### 5.3.3. Infraestructuras de productos petrolíferos

Extremadura cuenta con una estación de almacenamiento perteneciente al grupo CLH, situada en Mérida, cuyos productos son Gasolina 98, Gasóleo A, B y C, con una capacidad nominal de 64.404 m<sup>3</sup>, y una instalación en el aeropuerto de Badajoz, a través de la filial CLH en la que se dispone de AVGAS 100LL y Queroseno de Aviación.

La red de oleoductos de Extremadura consta de un solo ramal que proviene de Almodóvar del Campo (Ciudad Real) y que llega hasta las instalaciones situadas en Mérida, con una longitud de 119,6 km y un diámetro de tubería de 8 pulgadas (Mapa 14).

Cabe destacar las iniciativas que en Extremadura se están llevando a cabo relacionadas con la producción de productos energéticos, como el biodiesel. Como ejemplo, cabe citar la planta de fabricación de biodiesel, usando como base aceite crudo vegetal (aceites de girasol, colza y soja) en la localidad pacense de Valdetorres, con una producción estimada de 250.000 t/año y que está en funcionamiento desde el año 2008.

En la localidad de Los Santos de Maimona (Badajoz), se ha finalizado la construcción de otra planta de biodiesel, que utilizando la misma base como materia prima tiene una capacidad de producción estimada de 135.000 t/año (Consejería de Industria, Energía y Medio Ambiente, 2011).



Mapa 14. Esquema de la ubicación de la instalación de almacenamiento, del oleoducto y del aeropuerto en Extremadura (Consejería de Industria, Energía y Medio Ambiente, 2011).

## **6. Identificación de impactos potenciales**

De acuerdo con las características del sistema energético de Extremadura y con las proyecciones climáticas comentadas anteriormente, se asume que las nuevas condiciones previstas en el marco del cambio climático, afectarán al sector de la energía tanto en las pautas de consumo como en los sistemas de producción, transformación, transporte y almacenamiento energéticos. En materia de cambio climático, se han identificado los principales impactos sobre el sector energético,

- ↳ En las regiones donde se reduzcan las precipitaciones o en las que los veranos secos sean cada vez más frecuentes, disminuirá el flujo de agua para la refrigeración de centrales térmicas y nucleares, y para la producción de energía hidroeléctrica. La capacidad de refrigeración del agua también va a verse mermada como consecuencia del calentamiento general. Por otro lado, el sistema de refrigeración para centrales nucleares, que en el caso de Extremadura es fundamental, también podría verse afectado, y podrá superarse la temperatura límite de vertido de las aguas de refrigeración, de acuerdo con los planes hidrológicos vigentes.
- ↳ Los regímenes fluviales van a alterarse debido a la modificación de los regímenes pluviométricos, y en las zonas de montaña, por la disminución de la cubierta de hielo y nieve. Asimismo, la acumulación de sedimentos en el fondo de los embalses podría conllevar a una disminución de su profundidad, y a largo plazo puede implicar la terminación de la vida útil del embalse.
- ↳ Los veranos más largos y secos podrían determinar un aumento de la demanda eléctrica para refrigeración. El uso masivo de aparatos de aire acondicionado podría provocar interrupciones en el suministro eléctrico. Por el contrario, caerá la demanda de calefacción en invierno al ser éstos más cálidos.
- ↳ El incremento de los episodios de tormentas extremas e inundaciones puede afectar a las infraestructuras energéticas pudiendo dar lugar a interrupciones en el transporte y distribución de energía.
- ↳ El incremento de las temperaturas medias puede provocar una disminución de la capacidad de transporte de las líneas eléctricas sobre todo durante los meses más cálidos del año.

Las infraestructuras de transporte y distribución eléctrica son las que presentan un mayor riesgo debido a su extensión, a su exposición a los fenómenos meteorológicos extremos y a su importancia como distribuidor de energía final.

- ↳ En relación con la biomasa (cultivos energéticos y biocombustibles esencialmente), no se pueden pasar por alto los riesgos que para la producción de alimentos se podrían plantear en algunas zonas como consecuencia de las olas de calor, las sequías y las plagas, multiplicándose los casos de malas cosechas. Al aumentar la variabilidad de los rendimientos, se intensificarán los riesgos para el abastecimiento de alimentos a nivel mundial. A este respecto, es razonable pensar que las áreas destinadas a la producción de energía en forma de biomasa se reduzcan, pues entren en conflicto con las superficies agrícolas tradicionales, lo que determinaría una reducción importante de la disponibilidad de biomasa para la producción de energía.

Los impactos del cambio climático sobre el sector energético, en España, dependen esencialmente de la evolución futura de las variables precipitación, temperatura y viento. En función de la evolución de los comportamientos de dichas variables, al alza o a la baja, los impactos serán positivos, negativos o neutros según la etapa de la que se trate (extracción, producción, transporte, distribución, consumo) y del tipo de tecnología energética considerada. En términos generales, un incremento térmico será negativo para la extracción, transporte, distribución y demanda energéticas dependientes de los hidrocarburos; por el contrario, el impacto será positivo, para un escenario de reducción del volumen de precipitación anual (tabla 14).

Tabla 14. Principales impactos del cambio climático sobre el sector energético (MMA, 2005).

		Precipitaciones		Temperatura		Viento		Otros
		Incremento	Disminución	Incremento	Disminución	Incremento	Disminución	
Electricidad	Generación	Positivo (hidraulicidad)	Negativo	Negativo*	Positivo*	Positivo (eólica)	Negativo (eólica)	Solar: insolación positiva
	Transporte y Distribución	Negativo	Positivo	Negativo*	Positivo	Negativo (si es muy elevado)	Neutro	
	Comercialización/ Demanda	Neutro	Neutro	Negativo **	Negativo **	Neutro	Neutro	Combinación Temperatura/Humedad y Temperatura/ Viento : incremento conjunto provoca efecto negativo
Gas Natural	Aprovisionamiento	Negativo	Positivo	Neutro	Neutro	Negativo (barco)	Neutro	
	Regasificación	Neutro	Neutro	Positivo	Negativo	Neutro	Neutro	
	Transporte y distribución	Negativo	Positivo	Positivo (gasoductos descubiertos)	Negativo (gasoductos descubiertos)	Neutro	Neutro	
	Almacenamiento	Neutro	Neutro	Negativo (gasoductos descubiertos)	Neutro	Neutro	Neutro	
	Comercialización /Demanda	Neutro	Neutro	Negativo **	Negativo **	Neutro	Neutro	Combinación Temperatura/Humedad y Temperatura/ Viento : incremento conjunto provoca efecto negativo
Petróleo	Refino	Neutro	Neutro	Negativo	Positivo	Neutro	Neutro	
	Transporte y distribución	Negativo	Positivo	Negativo	Negativo	Neutro	Neutro	
	Demanda	Neutro	Neutro	Negativo **	Negativo **	Neutro	Neutro	
Carbón	Extracción	Negativo	Positivo	Negativo	Positivo	Neutro	Neutro	
	Almacenamiento	Negativo	Positivo	Negativo	Positivo	Negativo	Neutro	
	Demanda	Negativo	Positivo	Negativo **	Negativo **	Neutro	Neutro	
Renovables uso no eléctrico	Producción	Positivo en biomasa	Negativo en biomasa	Negativo en biomasa	Negativo en biomasa	Neutro	Neutro	Solar de baja intensidad: insolación positiva

\* afecta al rendimiento de las centrales termoeléctricas, nucleares, cogeneración, biomasa, solar térmica, etc. Asimismo, la solar fotovoltaica disipa el calor con mayor dificultad

\*\* se considera negativo al suponer una mayor demanda del recurso Nota. Incrementos o disminuciones en el parámetro climático considerado deben ser considerados como significativos

## 7. Sensibilidad al clima actual

La sensibilidad hace referencia a la reacción de un determinado sistema ante los cambios. En el caso de la sensibilidad climática, se refiere específicamente, a la manera en que repercuten los cambios en los regímenes de clima, sobre un determinado sistema natural o socioeconómico. Cuanto más afectado se ve el sistema analizado por los cambios térmicos o pluviométricos, es decir, cuanto mayor sea la respuesta adversa, más sensible es dicho sistema.

Es importante recalcar que, además de los condicionantes ambientales, el sistema eléctrico es sensible a otro tipo de vectores de cambio como por ejemplo, la actividad económica. En momentos de recesión económica, la demanda de energía eléctrica para usos industriales es menor que en momentos de elevada producción. Por este motivo, al análisis relativo a la sensibilidad climática del sector, se sobreponen otro tipo de influencias que en ocasiones pueden enmascarar la magnitud real de los efectos del clima sobre el sistema energético. A modo de ejemplo, en el ejercicio 2009 la coyuntura económica y no tanto la temperatura, es la variable que ha determinado la variación de la demanda eléctrica en España (Tabla 15).

**Tabla 15. Componentes de la variación (%) de la demanda en barras de central (REE., 2010).**

	(%) 08/07	(%) 09/08
Demanda en b.c.	1,0	-4,7
Componentes <sup>(1)</sup>		
Efecto temperatura <sup>(2)</sup>	-0,2	0,2
Efecto actividad económica y otros	0,8	-4,5

(1) La suma de efectos es igual al tanto por ciento de variación de la demanda total.

(2) Temperaturas medias diarias por debajo de 15 °C en invierno y por encima de 20 °C en verano, producen aumento de la demanda.

Para conocer la **sensibilidad climática** del sector de la energía en Extremadura, es necesario conocer cuáles son las variables climáticas que influyen en mayor medida sobre dicho sector y, posteriormente tratar de determinar en qué manera los cambios previstos por los modelos afectarán a la **demanda, la oferta y las infraestructuras energéticas**. De entre la gran variedad de variables que pueden tomarse en consideración, en el presente documento nos centraremos en aquellas de las que se dispone información futura: **temperatura y precipitación**.

Una vez detectadas las variables más influyentes, se realizará un análisis de los cambios potenciales que éstas puedan sufrir, y en qué manera afectarán al sector energético en el futuro. Se describen a

continuación, para las principales fuentes de energía consideradas, la sensibilidad de la oferta y la demanda de las mismas, frente a las distintas variables climáticas, tratando de establecer la relación entre los cambios previstos en las variables climáticas y sus efectos previsibles sobre el sector de la energía en Extremadura (MMA, 2005).

## 7.1. Electricidad

### • **Demanda**

De todas las variables climáticas a considerar que pueden influir en la demanda de electricidad, tales como temperatura del aire, la velocidad del viento, la humedad relativa, la presión atmosférica, la precipitación y la insolación en relación con el consumo de electricidad, es la temperatura del aire, con diferencia, la que mayor influencia ejerce sobre la demanda de energía eléctrica.

En términos generales, se espera un **incremento de las temperaturas** tanto de las máximas como de las mínimas durante el siglo XXI. Este incremento térmico será de hasta 3 °C en el periodo 2011-2040 y de hasta 5 °C en 2041-2070, y será generalizado en toda Extremadura, aunque afectará especialmente a las zonas montañosas ubicadas en las zonas rurales I, III, V y XII. Además, las temperaturas máximas se incrementarán especialmente en los meses de invierno, permaneciendo relativamente estables en los meses estivales, lo que determinará un aumento del consumo eléctrico para refrigeración a lo largo del año. Por otro lado, el incremento en la frecuencia y magnitud de las olas de calor, tenderá a fomentar la adquisición de equipos para la refrigeración y a un aumento del consumo global de energía eléctrica. Cabe citar como efecto beneficioso, que este incremento térmico, hará disminuir las necesidades de energía para calefacción en los meses invernales y en las áreas de montaña, tradicionalmente más frías.

Para estimar el efecto que sobre el consumo eléctrico tiene la variable temperatura, existen dos índices específicos denominados como los “grados días de calefacción” y los “grados días de refrigeración”,

- Los “grados días de calefacción”, *heating degree days* o HDD, se definen como la suma de las diferencias horarias de la temperatura media del aire exterior y que es inferior a una temperatura base de calefacción, con respecto a este valor de temperatura base para un determinado número de días del año

- Los “grados días de refrigeración”, *cooling degree days* o CDD se definen como la suma de las diferencias horarias de la temperatura máxima media del aire exterior superior a una temperatura base de refrigeración, con respecto a este valor para un determinado número de días del año.

En resumen, se trata de indicadores útiles para evaluar la duración e intensidad del frío en invierno y del calor en verano. En el caso de España, las temperaturas umbrales son,

- 15 °C, es la temperatura media por debajo de la cual es necesaria la calefacción.
- 20 °C, es la temperatura media por encima de la cual es conveniente la refrigeración.

La suma de los valores superiores a los umbrales citados durante un determinado periodo, denominan los grados-día y se emplea para evaluar el consumo de combustible en las instalaciones de climatización y se obtiene a partir de las siguientes fórmulas

- Grados días de calefacción:  $GC = \sum (15 - t_m) * 30 \text{ ó } 31$  (según el mes)
- Grados días de refrigeración:  $GR = \sum (t_m - 20) * 30 \text{ ó } 31$  (según el mes)

Siendo  $t_m$  la temperatura media mensual (Fernández, 1996).

La interpretación de estos indicadores proporcionará el número de grados-días para los que sería necesario utilizar recursos energéticos en los días de invierno para aproximar la temperatura ambiente a la de confort y a los días en lo que hace falta descender la temperatura en verano mediante recursos energéticos hasta el nivel de confort.

Para estimar estos indicadores se han calculado los grados día de calefacción y grados día de refrigeración descritos empleando para ello los datos de los Escenarios Regionalizados de Cambio Climático para Extremadura. Los valores correspondientes a los grados-día se calculan a partir de los registros de temperatura de las estaciones meteorológicas con los datos modelizados de temperatura. Los datos obtenidos de los escenarios darán una aproximación de la sensibilidad del sector en términos de la demanda de energía en los períodos de invierno y verano.

#### **Grados-día Anuales de Refrigeración en 1961-1990 y 2041-2070 (A2) y (B2).**

Tomando como base los Escenarios Regionalizados de Cambio Climático para Extremadura se han representado los grados-día anuales de refrigeración en el periodo 1961-1990 y en las proyecciones de 2041-2070 bajo los escenarios (A2) y (B2). La tendencia general en ambos periodos es un incremento de los grados-día de refrigeración debido al incremento de las temperaturas y como consecuencia, a un mayor uso de energía para aparatos de aire acondicionado (Mapa 15).

a) Periodo 1961-1990

En este periodo la diferencia entre la temperatura media del aire y la temperatura de confort varía entre los 400 y los 700, es decir, que en este periodo en Extremadura no se necesita gran cantidad de energía para alcanzar la temperatura de confort ya que el valor del índice no es muy elevado, por lo que se deduce que las temperaturas no son muy elevadas. Nótese que, aunque también hay otros valores por encima y por debajo de este intervalo, por ser estaciones puntuales no vienen representadas en el mapa.

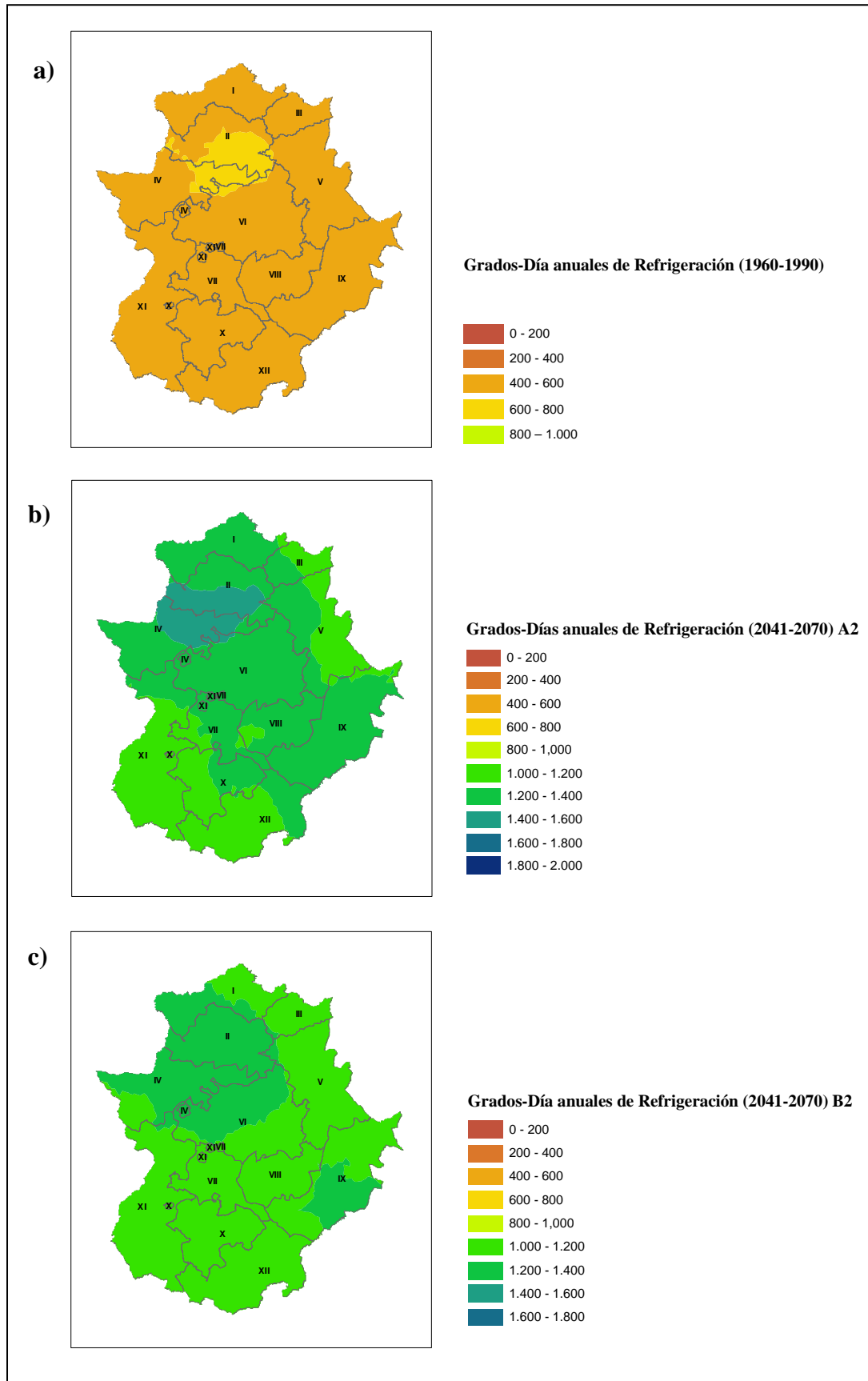
b) Periodo 2041-2070 (A2)

En el escenario (A2), se produce un incremento de los días de refrigeración cuyo intervalo principal oscila entre 1.000 y 1.600 grados-día de refrigeración, debido al incremento de temperaturas generalizado proyectado en los Escenarios Regionalizados de Cambio Climático la diferencia entre la temperatura media del aire y la temperatura de confort se verá incrementada por lo que se necesitará un mayor aporte de energía durante más días para poder alcanzar la temperatura de confort.

c) Periodo 2041-2070 (B2)

En el escenario (B2), el intervalo mayoritario va de los 1.000 a los 1.400 grados-día de refrigeración. El incremento de los grados-día es algo menor con respecto al escenario (A2), como cabría esperar por tratarse de un escenario en el cual las emisiones de GEI son algo menores que en (A2), y por lo tanto menos acusado es el incremento de las temperaturas por lo que también es menor el uso de energía para alcanzar la temperatura de confort en el periodo estival.





Mapa 15. Grados-día de refrigeración anuales en 1961-1990 y en 2041-2070 (A2) y (B2).

### **Grados-día Anuales de Calefacción en 1961-1990 y 2041-2070 (A2) y (B2).**

Tomando como base los Escenarios Regionalizados de Cambio Climático para Extremadura se han representado los grados-día anuales de calefacción en el periodo 1961-1990 y en las proyecciones de 2041-2070 bajo los escenarios A2 y B2 (Mapa 16).

En general, las proyecciones apuntan a un descenso de los grados-día anuales de calefacción en el periodo 2041-2070 en ambos escenarios, debido al aumento de las temperaturas que conllevaría un menor empleo de energía para calefacción.

#### a) Periodo 1961-1990

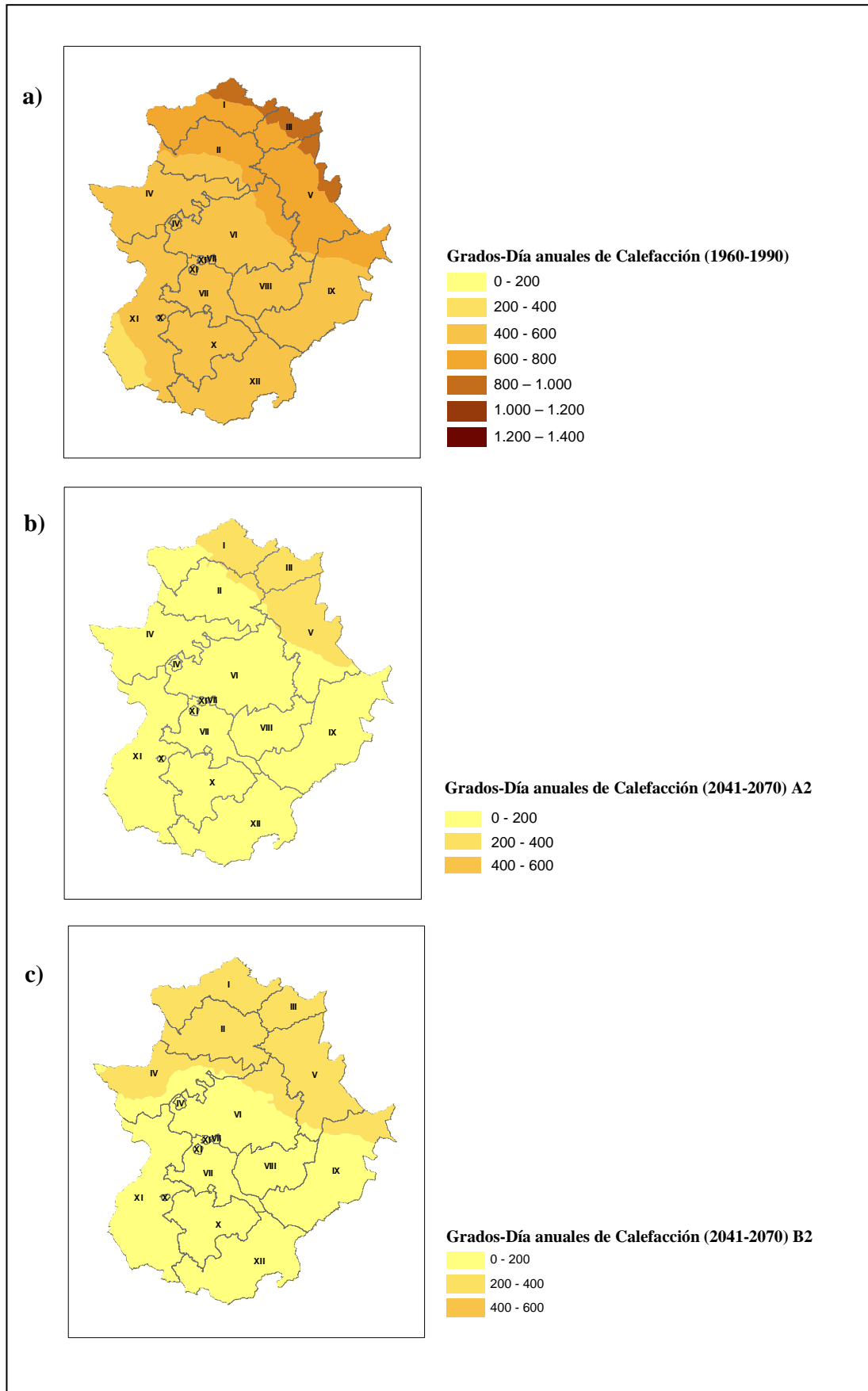
Se aprecia claramente cómo se produce un incremento en los grados-día de calefacción que va desde los 200 a los 1.000 grados-día desde el suroeste hacia el noreste. Aunque hay una pequeña área con 200-400 grados-día al Sur, la mayor superficie de la Comunidad extremeña supera los 400 grados-día y se superan los 800 a medida que nos acercamos a cotas más altas del norte como las sierras de Gata y Tomantos.

#### b) Periodo 2041-2070 (A2)

En este escenario el índice grados-día va desde los 0 a los 400 grados-día, no superando la mayor parte de la comunidad autónoma los 200 grados-día, salvo en las cotas más altas del norte. Esta disminución de los grados días de calefacción con respecto al periodo de referencia es debido al incremento generalizado de las temperaturas lo que permitirán hacer un menor uso de energía en invierno para alcanzar la temperatura de confort.

#### c) Periodo 2041- 2070 (B2)

Al igual que en el escenario (A2), no se superan los 400 grados-día de calefacción, con la diferencia de que una mayor parte del norte de la comunidad supera los 200 grados-día de calefacción. El menor incremento de las temperaturas esperable para el escenario (B2), hace suponer un mayor uso de la calefacción en invierno con respecto al escenario (A2), aunque resultará en cualquier caso menor que para el escenario de referencia.



Mapa 16. Grados-día de Calefacción anuales en 1961-1990 y en 2041-2070 (A2) y (B2).

De acuerdo con las previsiones climáticas, la demanda eléctrica debida al uso del aire acondicionado en países del sur de Europa, como España o Italia, podría ver incrementado en un 50 % la demanda para el año 2080. (IPCC, 2007).

En base a ello, se ha realizado una estimación del incremento de la demanda eléctrica en Extremadura para refrigeración de modo que la relación de proporcionalidad entre las cifras actuales de demanda final de energía eléctrica y el consumo para aire acondicionado se mantenga entorno al 10%. La demanda total de energía eléctrica para Extremadura en 2009 fue de 4.408 GWh en barras de la central (Figura 20), por lo que se puede estimar en 440,8 GWh la energía consumida para refrigeración. De manera análoga, un incremento del 49,32% en la demanda de electricidad para refrigeración del año 2009 respecto de 2008 (equivalente al aumento en un 50% en 2007), suponen 528 GWh adicionales de demanda para el año 2080, lo que supone un 3% de la producción actual de energía en Extremadura (16.314 GWh) (Tabla 2). Cabe resaltar que este aumento en la demanda se debería exclusivamente al uso de aire acondicionado durante los meses más cálidos del año.

Además de los factores comentados, existen otros vectores con influencia sobre la demanda de energía, como las dinámicas demográficas, ya que a mayor número de habitantes, es esperable un mayor consumo energético. Igualmente, el acceso de más personas a una mayor calidad de vida supone en general un aumento en el consumo energético.

Por el contrario, las políticas de ahorro y eficiencia energética puestas en marcha en la actualidad y las que se implementarán en el futuro, supondrán una reducción del consumo total de energía.

- **Oferta**

En relación con la generación de electricidad, el elemento más relevante en la determinación de la sensibilidad climática del sector energético en el contexto extremeño, es sin duda la influencia de la **reducción de las precipitaciones** sobre la producción hidroeléctrica. Tras la energía nuclear, la hidroeléctrica es la principal fuente de energía eléctrica en Extremadura ya que supone el 7% de la producción total. Las proyecciones climáticas indican una reducción generalizada del volumen anual de lluvias en toda Extremadura, siendo especialmente fuerte el descenso en la zona rural III y en menor medida en la zona rural I. Ambas son zonas montañosas y en ellas existen diferentes cabeceras de ríos, por lo que la reducción de la precipitación se traducirá en una menor disponibilidad hídrica en los ríos y por tanto en una reducción de la producción hidroeléctrica aguas abajo. La hidráulica influye en el precio de la electricidad por encontrarse relacionada con la pluviometría y con la capacidad de los embalses.

La **reducción de las precipitaciones y el aumento de las temperaturas** determinarán un incremento de la temperatura de los ríos en Extremadura. Esto afectará negativamente a la capacidad de refrigeración del agua, elemento clave para el rendimiento de las centrales térmicas, nucleares, de cogeneración, solar térmica de alta temperatura y de biomasa. Dicho rendimiento se reduce cuando no se puede transformar adecuadamente el calor en trabajo. Al mismo tiempo, se produce un mayor impacto térmico por los vertidos de aguas empleadas para enfriar los reactores más calientes de lo normal.

El incremento de la temperatura media puede determinar un mayor movimiento de las masas de aire y por tanto un régimen de vientos más energético. Sin embargo, tanto las situaciones de estabilidad térmica (anticiclones) propiciadas por las altas temperaturas como aquellas situaciones de extrema inestabilidad (vientos muy fuertes), perjudican el aprovechamiento del viento para la generación de energía eólica, debido a que sitúan la velocidad del viento en valores que no son adecuados para la producción de energía. A falta de datos fiables que permitan estimar los campos de viento en el futuro, es difícil establecer el efecto del cambio climático sobre la posibilidad de aprovechamiento de este elemento en parques eólicos en Extremadura.

En relación con la energía fotovoltaica y solar térmica, cabe indicar que el aumento de la temperatura máxima proyectado por los modelos de clima puede suponer un incremento de la sensibilidad de los huertos solares, dado que el rendimiento de las células solares disminuye con la temperatura. Además, el incremento de fenómenos meteorológicos extremos, como vientos huracanados, tormentas e inundaciones, puede afectar negativamente a las infraestructuras solares habilitadas, generando un aumento significativo del número de siniestros.

Por otro lado, no hay evidencias de que el cambio climático pueda suponer cambios sustanciales sobre las condiciones de insolación, por lo que el aprovechamiento de la energía solar en Extremadura es potencialmente muy bueno dadas sus condiciones orográficas y latitudinales. Sólo un incremento de la nubosidad podría reducir el rendimiento de los paneles fotovoltaicos y fototérmicos. Sin embargo, las predicciones de clima no generan este tipo de información por lo que es difícil establecer el efecto del cambio climático sobre la producción solar.

- **Infraestructuras de distribución**

El sistema de distribución eléctrico (subestaciones y líneas) está expuesto a las inclemencias meteorológicas, por lo que el incremento en la frecuencia e intensidad de fenómenos extremos afectará negativamente a dicho sistema. Las fuertes lluvias, vientos huracanados, inundaciones y olas de calor suponen una agresión a los materiales que en el caso de no estar preparados sufrirán

mayor número de incidencias pudiendo alterar el suministro con mayor frecuencia y en mayor número de puntos que en la actualidad. Con objeto de prevenir posibles alteraciones del suministro producidas a consecuencias de la meteorología, Extremadura está llevando a cabo en los últimos años inversiones en materia de calidad del suministro eléctrico, además de los planes nacionales de infraestructuras, los Planes Regionales de Infraestructuras Eléctricas Municipales (PIEM) (tales como el *Decreto 63/2008*, de 11 de abril, por el que se establecen las bases reguladoras de las ayudas de la Junta de Extremadura a Entidades Locales para sus instalaciones eléctricas municipales y se efectúa la primera convocatoria para 2008 (DOE nº 74, del 17 de abril de 2008) , y las inversiones privadas de compañías y particulares.

## 7.2. Gas natural, petróleo y carbón

### • Demanda

Actualmente, en Extremadura, el uso de petróleo, carbón y gas natural, para la generación de energía eléctrica es mínimo, sin embargo, el empleo de hidrocarburos es clave en distintos sectores de actividad presentes en la región,

- calefacción y agua caliente sanitaria en calderas domésticas
- uso industrial (petroquímica, textil, construcción, muebles, siderurgia, etc.)
- uso en el transporte por carretera tras refinado de petróleo

A priori, la demanda futura de hidrocarburos en Extremadura se verá condicionada por el cambio climático en lo relativo al consumo para calefacción. El **incremento de la temperatura**, sobre todo de los meses invernales determinará una reducción en la demanda de hidrocarburos para calefacción. Esto puede verse contrapuesto por el incremento de la demanda de gases licuados de petróleo GLP para su uso en sistemas de refrigeración. El resto de usos no se verá, en principio afectado por cambios en el clima. De acuerdo con los impactos previstos a nivel nacional (Tabla 11), la **reducción de las precipitaciones** favorecerá las condiciones de transporte y distribución de carbón, petróleo y gas natural.

Por otro lado, cabe comentar que las políticas de mitigación del cambio climático que se puedan poner en marcha, destinadas a la reducción de las emisiones de gases del sector del transporte pueden incidir en el volumen total de petróleo que es importado por Extremadura. La introducción progresiva de vehículos eléctricos en la región puede afectar a las necesidades de gasolinas y gasóleos, y por tanto a la disminución de la demanda de petróleo.

• **Oferta**

En Extremadura, la extracción de carbón, y el aprovisionamiento de gas natural y de petróleo es mínima respecto del volumen total importado, por lo que los efectos del cambio climático sobre la oferta de hidrocarburos son relativamente irrelevantes. Sin embargo, a nivel nacional e internacional, el clima puede afectar a la oferta de los combustibles fósiles de diferentes maneras,

- **Gas natural.** El suministro depende mayoritariamente del estado del mar. En la naturaleza, el gas natural se encuentra en forma gaseosa que es también el estado en el que se consume. Sin embargo, su transporte puede realizarse mediante gasoductos (conservando el estado gaseoso) o mediante buques gaseros (transformándolo a un estado líquido, el gas natural licuado). El incremento de la temperatura global dificulta la licuefacción o paso de estado gaseoso a líquido que se realiza en los países de origen. En este contexto, el cambio climático puede afectar negativamente en la oferta internacional de gas. Sin embargo, el incremento térmico favorece la regasificación (paso de gas natural licuado a gas natural, es decir, de estado líquido a gaseoso), proceso que sí se realiza en España lo que incrementa su facilidad de transformación.
- **Petróleo.** La calidad de los productos de refino varía con la temperatura del aire. Dependiendo del tipo de producto final procesado, el incremento de la temperatura podrá favorecer o dificultar el rendimiento final del proceso, por lo que no está claro la influencia general del cambio climático sobre la oferta de productos derivados del petróleo. Sin embargo, dada la sensibilidad a las variaciones de temperatura de los procesos de refino, las plantas existentes están suficientemente preparadas para controlar el proceso independientemente de las condiciones externas.

Por otro lado, la distribución y comercialización dependerán de las condiciones climáticas cuando se efectúe en petroleros y en camiones. En términos generales, el incremento de fenómenos meteorológicos extremos generará impactos en los sistemas de transporte de petróleo.

- **Carbón.** En su fase de extracción, las precipitaciones abundantes pueden provocar dificultades, tanto en las minas a cielo abierto como en las subterráneas. En la fase de almacenamiento, el incremento de la temperatura puede favorecer la combustión espontánea del carbón. Por otro lado, se puede dar una merma en el almacenamiento debido a los fuertes vientos así como a las escorrentías. La comercialización del carbón se verá influida por un lado por la hidraulicidad, debido a que en años secos se producirá un mayor uso de las centrales térmicas, y por otro lado también se verá afectada por las temperaturas del aire que provocarán una menor demanda en el uso doméstico para calefacción.

### 7.3. Energías renovables

Las energías renovables de aplicación en el territorio extremeño son la energía eólica, la energía hidráulica, la energía solar y la biomasa. Todas estas fuentes de energía dependen directa o indirectamente de las condiciones ambientales, por lo que a priori pueden verse afectado por los cambios proyectados en los regímenes de las variables térmicas y pluviométricas. Dado que no se conoce la evolución futura de la insolación (cambios en las coberturas de nubes) ni de los regímenes de viento en el marco de clima cambiante actual, es difícil evaluar la incidencia del cambio climático sobre el aprovechamiento energético en centrales solares y eólicas. En cuanto a las variables climáticas con proyecciones conocidas, **temperatura y precipitación**, influirán sobre la sensibilidad de los sistemas de energías renovables al cambio,

**-Energía solar.** Los paneles fotovoltaicos y fototérmicos, así como otros sistemas de aprovechamiento solar como plantas termoeléctricas y de concentración, ven reducido su rendimiento cuando están expuestos a temperaturas muy elevadas. El aumento generalizado de las temperaturas máximas, de hasta 5 °C en el periodo 2041-2070 en las zonas rurales I, III y XII, puede suponer un impacto negativo sobre el rendimiento y durabilidad de las instalaciones solares extremeñas que se ubiquen en esas zonas. Por otro lado, el incremento de fenómenos meteorológicos extremos como lluvias torrenciales o vientos huracanados puede afectar negativamente a las instalaciones, pudiendo provocar averías que supongan cortes en la producción.

**-Biomasa.** La biomasa puede clasificarse en biomasa natural, biomasa residual y cultivos energéticos. Resulta complejo realizar una estimación de los efectos del cambio climático sobre la disponibilidad de biomasa para producir energía, puesto que el crecimiento vegetal depende de características zonales y ciclos estacionales, del tipo de suelo y la disponibilidad de agua así como del tipo de biomasa o cultivo considerado. En España, el cultivo mayoritario empleado es el cereal para la producción de biocarburante en forma de bioetanol. En general, el incremento de las precipitaciones resulta positivo, siempre que se produzca en los periodos adecuados. Igualmente, el incremento tanto de la presión parcial de CO<sub>2</sub> por acumulación de gases de efecto invernadero, como de la humedad relativa, es positiva para el desarrollo vegetal y por tanto para la disponibilidad de recursos energéticos. En el caso de la temperatura, un ligero incremento térmico resulta favorable mientras que las temperaturas extremas son perjudiciales. En contraposición, las condiciones de aridificación a largo plazo pueden suponer una pérdida efectiva de calidad de los suelos lo que determinaría una reducción del potencial energético de la biomasa en Extremadura.



**-Energía eólica.** La variable climática fundamental para conocer el éxito de una determinada planta eólica es el viento. Cuanto más estable y moderado es el régimen de viento en superficie en una región, mayor es el potencial de generación eólico del mismo. Los modelos de circulación general actuales, no permiten conocer el régimen de vientos a la escala espacial y temporal necesaria para realizar una evaluación de la influencia del cambio climático sobre la producción futura de electricidad. Una reducción de la fuerza del viento supondría una reducción del potencial eólico mientras que un incremento de días de viento extremo, no aprovechable por los aerogeneradores actuales, también supondría un impacto negativo sobre la producción. Lo que sí parece claro es el impacto negativo producido por el incremento de fenómenos meteorológicos extremos sobre las infraestructuras de los parques eólicos.

**-Energía hidráulica.** Dada la importancia de la energía hidráulica en Extremadura, la segunda fuente de producción de electricidad tras la nuclear, se ha optado por realizar un análisis más profundo en el siguiente apartado. El incremento de las precipitaciones mensuales en enero y febrero (Anejo II) puede suponer un aumento temporal de la producción en centrales minihidráulicas, si bien es necesario conocer primero el potencial de los cursos de los ríos para albergar estas instalaciones. Las escasas precipitaciones previstas para los meses de verano y principios del otoño, limitarían a su vez la producción por falta de recurso hídrico en los saltos de agua. Actualmente, la Agencia Extremeña de la Energía está desarrollando un proyecto de detección de puntos de interés para la instalación de minicentrales hidroeléctricas en zonas de la Siberia Extremeña y zona occidental de Extremadura.

#### **7.4. Energía hidroeléctrica y recursos hídricos**

La elevación de las temperaturas y la reducción de las precipitaciones por efecto del cambio climático implicarían una menor disponibilidad hídrica para el aprovechamiento en centrales hidroeléctricas (Tabla 11). Asimismo, el aumento del poder calorífico del agua de los ríos por acción conjunta del aumento de la temperatura y de la reducción de la precipitación podría disminuir el rendimiento de las centrales nucleares y térmicas, de carbón, fuel, gas y ciclo combinado como ya se ha comentado con anterioridad.

Estudios sobre la evolución de las cuencas hidrográficas nacionales para el año 2060 (Ayala-Carcedo, 1996), muestran unas proyecciones de aumento de temperatura y predicción de la precipitación similares a las que se presentan para los Escenarios Regionalizados de Cambio Climático para Extremadura, en la que incrementos de 2,5 °C de la temperatura media unido a una

reducción del 17% de los recursos hídricos supondrían una reducción de unos 20.115 hm<sup>3</sup> de la precipitación para el año 2060.

En 2060 se estima que los recursos de la cuenca del Guadalquivir se verán mermados en un 34%, en un 28% los del Guadiana, en un 22% los del Duero y en un 17% los del Tajo (Figura 28).

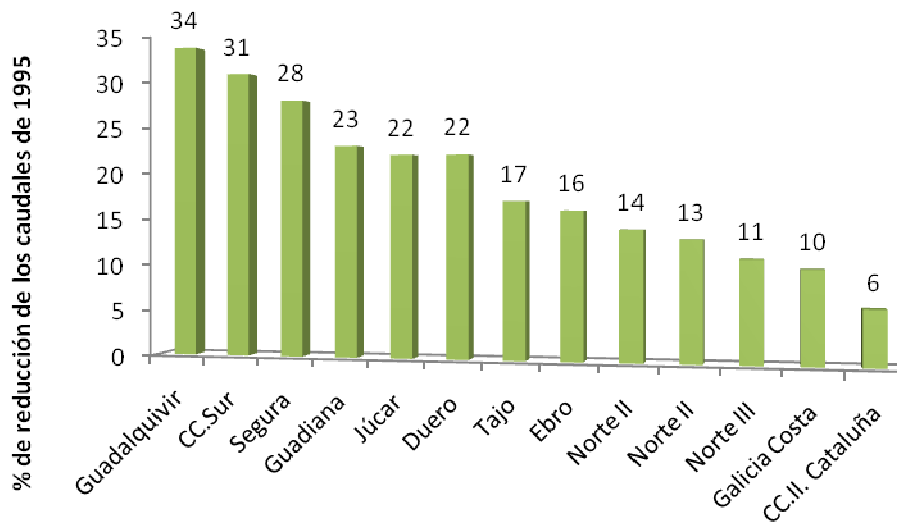


Figura 28. Reducción de caudales en las cuencas nacionales para el año 2060 (Ayala-Carcedo, 1996).

En el caso de los embalses de abastecimiento y generación, estos poseen una relación superficie inundada /capacidad del embalse que se verá afectada por los cambios climáticos de tal forma que los recursos hídricos se verán disminuidos por evaporación en mayor medida que otro tipo de aprovechamientos. Así pues, las cuencas con mayor tasa de evaporación serán la del Guadiana (+33%), Guadalquivir (+35%) y las Cuencas del Sur (+40%) (Figura 29).

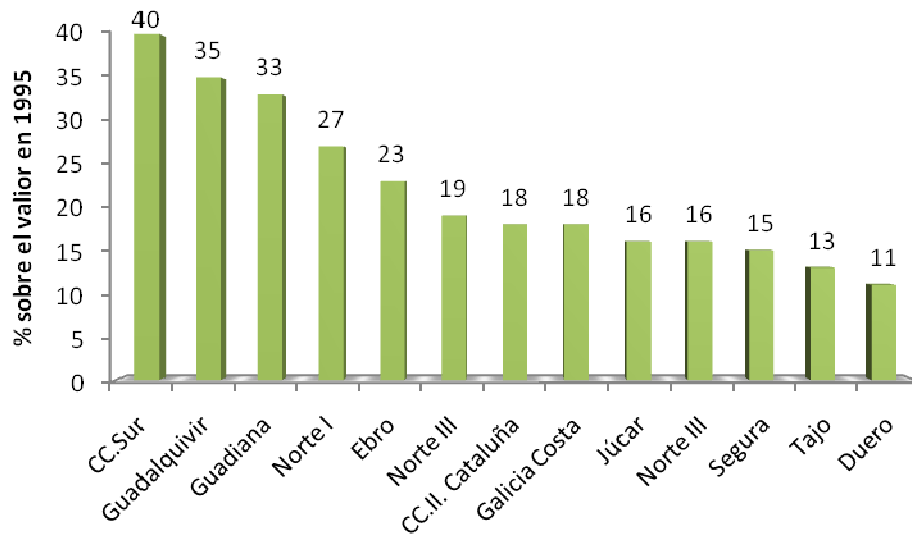


Figura 29. Aumento de evaporación en humedales y embalses para 2060 (Ayala-Carcedo, 1996).

Las centrales nucleares necesitan un caudal bastante alto para su correcto funcionamiento, por lo que es importante tener en cuenta la reducción de recursos hídricos, así como la severidad de las sequías. La reducción del volumen de agua en los ríos y el incremento de su temperatura será un condicionante importante para el adecuado funcionamiento de los sistemas de refrigeración de las centrales nucleares. Las proyecciones climáticas indican que las sequías serán más frecuentes e intensas por lo que el reparto de las aguas para su uso por distintos sectores, supondrá una fuente de conflicto añadido para el sector energético.

El sector hidroeléctrico, se enfrentará a un problema de reducción de generación como consecuencia de una menor disponibilidad de los recursos hídricos, debido a una intensificación de los periodos de sequía y al aumento de la variabilidad interanual (diferencia entre el volumen de precipitación en un determinado mes y el mismo mes del año anterior. En promedio para el conjunto nacional la variabilidad interanual será del 25% para 2060 (Ayala-Carcedo y Piserra, 2000), lo que supone un 0,5% de caída media anual y sostenida. Esta reducción será mayor en las centrales a pie de presa, donde la pérdida del recurso por evaporación será más acusada y tendrá menor incidencia en los saltos del agua.

En base a estas proyecciones (reducción del 25% en la generación) y tomando como referencia la producción hidroeléctrica del año 2006, se obtiene una estimación de la reducción en la producción hidroeléctrica por cuenca (Tabla 16) para las principales cuencas hidrográficas de Extremadura. Se prevé una reducción de 692.256,8 MWh en el Tajo frente a los 42.574,25 MWh del Guadiana.

Cabe destacar que esta reducción es la media del territorio nacional y que tal y como se expuso anteriormente, dicha reducción puede ser mayor para las cuencas más meridionales de la Península Ibérica.

**Tabla 16. Estimación de la reducción en la producción de energía hidroeléctrica (MITYC, 2006b).**

<b>Cuenca</b>	<b>Número centrales</b>	<b>Potencia (kW)</b>	<b>Producción (MWh)</b>	<b>Estimación reducción producción a 2060 (MWh)</b>
Guadiana	17	358.370	170.297	42.574,25
Tajo	103	2.639.348	2.769.027	692.256,8
Guadalquivir	64	618.758	397.886	99.471,5
Duero	162	3.852.784	6.171.088	1.542.772

A la elevación de la temperatura que disparará el consumo de energía eléctrica en verano por la activación de los dispositivos de aire acondicionado, hay que añadir el agravante de la mayor demanda para regadíos en esta época, que conlleva menor disposición del recurso hídrico para la producción (Ayala-Carcedo, 2000).

En Extremadura, las grandes instalaciones de producción de energía eléctrica son la central nuclear de Almaraz y las centrales hidroeléctricas (Tabla 3 y Mapa 17). A tenor de los cambios previstos en los regímenes de temperatura y precipitación ya comentados, cabe indicar que mientras que la central de Almaraz no está ubicada en una zona especialmente afectada por los cambios, la mayor parte de las plantas hidroeléctricas, de las zonas rurales I, III y V, se verán sometidas a cambios drásticos tanto de temperatura como de precipitación (Gabriel y Galán, Cíjara, Valdeobispo, etc.). Estos cambios en las condiciones climáticas pueden afectar tanto a la productividad de las centrales como a sus infraestructuras, pudiendo ocasionar daños sobre las mismas.

De acuerdo con las variaciones proyectadas de las variables climáticas de temperatura y precipitación, y su influencia sobre la oferta, la demanda y las infraestructuras energéticas de Extremadura, se ha elaborado una síntesis esquemática de los impactos previstos del cambio climático sobre el sector de la energía (Tabla 17). Siguiendo la metodología del trabajo utilizada para la evaluación de impactos a nivel nacional (MMA, 2006), en la región se ha realizado una valoración cualitativa de los impactos, clasificándolos como positivos o negativos.



Mapa 17. Situación de las centrales de producción de energía eléctrica en régimen ordinario en Extremadura (Consejería de Industria, Energía y Medio Ambiente, 2011).

Tabla 17. Principales impactos del cambio climático sobre el sector energético en Extremadura.

<b>Impactos previsibles del cambio climático sobre el sector de la energía</b>	<b>Incremento de las temperaturas</b>	Incremento de la demanda de energía en verano	efecto negativo
		Descenso del consumo de combustible para calefacción en invierno	efecto positivo
		Problemas de refrigeración de las centrales térmicas, nucleares así como de las instalaciones de energía solar	efecto negativo
		Pérdida de calidad del suministro eléctrico y cortes del suministro, como consecuencia de sobrecargas en el tendido eléctrico por no tener capacidad de evaporar el calor	efecto negativo
	<b>Cambio en el patrón de precipitaciones</b>	Menor disponibilidad de los recursos hídricos	efecto negativo
		Incapacidad de refrigeración de las centrales térmicas	efecto negativo
		Merma en la producción de las centrales hidroeléctricas	efecto negativo
		Falta de recursos para la producción de cultivos energéticos	efecto negativo
		Aumento de las precipitaciones, favorece el transporte de la energía	efecto positivo
	<b>Fenómenos meteorológicos extremos</b>	Olas de calor, que provocarán la aparición de picos de demanda del suministro eléctrico	efecto negativo
		Incapacidad de producción de energía	efecto negativo
		Sobrecarga de las redes de transporte	efecto negativo
		Inundaciones: Problemas en las infraestructuras del transporte	efecto negativo

## **8. Medidas y opciones de adaptación**

Una vez analizados los Escenarios Regionalizados de Cambio Climático y evaluados los impactos derivados del mismo sobre los patrones de generación y consumo energético, y las infraestructuras energéticas en Extremadura, se proponen medidas y opciones de adaptación que permitan, una vez implementadas, reducir la vulnerabilidad del sector y mejorar la respuesta del sistema energético a las alteraciones del clima futuro.

Algunas de las medidas planteadas tienen un carácter conceptual y otras son herramientas técnicas de aplicación directa. Con objeto de facilitar la presentación de las opciones de adaptación al cambio climático en el sector extremeño, se ha tratado de organizar las medidas en programas temáticos.

Por otro lado, considerando las incertidumbres existentes relativas a la magnitud y velocidad de los impactos del cambio climático y sus repercusiones sobre la sociedad y la economía, resulta imprescindible contar con herramientas que permitan evaluar el cambio, así como mecanismos para profundizar en el conocimiento de la dinámica del cambio climático. Por ello, se presentan también las necesidades de investigación y monitorización existentes en la actualidad.

## 8.1. Medidas enmarcadas dentro de otras estrategias, planes y programas

PROGRAMA 1: MEJORA EN LAS INFRAESTRUCTURAS DE PRODUCCIÓN, TRANSPORTE Y DISTRIBUCIÓN DEL SECTOR ELÉCTRICO EN EXTREMADURA.

**Objetivos:** Mejorar las infraestructuras de producción, transporte y distribución de la energía eléctrica con la finalidad de satisfacer la demanda futura en Extremadura en un marco de clima cambiante.

**Impacto al que va dirigido:** Incremento de la demanda eléctrica y cortes del suministro en verano.

Se prevé que los efectos derivados del cambio climático como son el aumento de las temperaturas, la disminución de las precipitaciones o el incremento de las condiciones climáticas extremas, causarán cambios en el comportamiento de la demanda de energía eléctrica en la región, lo que provocará que el sistema energético actual no sea capaz de hacer frente a esa demanda de energía y por ende, las infraestructuras de producción, transporte y distribución de la energía eléctrica no sean capaces de dar abastecimiento a la población extremeña.

El objetivo general del programa es evitar que los efectos del cambio climático provoquen cortes en el suministro eléctrico como consecuencia de no poder soportar el incremento de la demanda de energía eléctrica en Extremadura.

### **Documentos de referencia**

Se recogen a continuación los principales documentos de referencia vigentes que determinan el marco conceptual y metodológico actual en relación con el sistema eléctrico, y que han de ser tenidos en cuenta a la hora de desarrollar las medidas de adaptación en Extremadura. En la medida de lo posible, se han organizado los documentos referidos por su carácter internacional, nacional y regional y por su orden de aparición.

- Ante el escaso margen de activación en las condiciones del suministro y la distribución de energía a corto y medio plazo, la *Directiva 2006/32/CE* (DOUE, 27 de abril de 2006) sobre eficiencia energética establece la necesidad de mejorar la eficiencia del uso final de la energía, gestionar la demanda energética y fomentar la producción de energías renovables, ya sea creando nueva capacidad o mejorando la transmisión y la distribución. Así pues, la presente Directiva contribuye a alcanzar una mayor seguridad del suministro; en tanto que una mayor eficiencia del uso final de la energía contribuirá también a disminuir el consumo de energía primaria, a reducir las emisiones del CO<sub>2</sub> y demás gases de efecto invernadero y con ello a prevenir los cambios climáticos peligrosos.



- La **Decisión nº 1982/2006/CE del Parlamento Europeo y del Consejo**, de 18 de diciembre de 2006, relativa al **Séptimo Programa Marco de la Comunidad Europea** para acciones de investigación, desarrollo tecnológico y demostración (2007 a 2013) (DOUE nº 412, del 30 de diciembre de 2006), mediante el cual se establece el objetivo principal de contribuir a que la Unión europea se convierta en el espacio de investigación más importante del mundo. Asimismo, este programa debe contribuir al fomento del crecimiento, el desarrollo sostenible y la protección del medio ambiente, y específicamente, a abordar el problema del cambio climático.

El Séptimo programa prestará apoyo a las acciones de Cooperación, cabiendo resaltar el punto referente a la energía, Ideas, Personas y Capacidades, como pilares de acción del citado Programa.

- El Documento Básico HE (Ahorro de energía) (**Real Decreto 314/2006**, BOE nº 74, del 28 de marzo de 2006), establece las medidas para que se promueva la producción de energía para autoconsumo, de modo que dote a las instalaciones de cierta independencia del sector de distribución de la energía, y por el que se aprueba el **Código Técnico de la Edificación**, que incluye la normativa específica sobre:

- Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria (HE 4)
- Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica (HE 5)

-La **Estrategia Española de Cambio Climático y Energía Limpia Horizonte 2007-2012-2020**, (MMA, 2007) identifica las áreas de actuación en materia energética, que se corresponde con medidas de aplicación en eficiencia energética, energías renovables, gestión de la demanda y la investigación, desarrollo e innovación.

-El **Plan de Energías Renovables en España (2005-2010)** (IDAE, 2005) así como el nuevo **Plan Nacional de las Energías Renovables (2011-2020)** (MITYC, 2011), indican aquellas medidas encaminadas a la producción de energía mediante la implantación de sistemas renovables en el panorama energético de España.

-El **IV Plan Regional de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación de Extremadura (IV PRI+D+i, 2010-2013)** (Consejería de Economía, Comercio e Innovación, 2010), traza las acciones que permitirán convertir a la I+D+i en elementos clave de impulso y transformación del sistema productivo extremeño. Sus objetivos generales serán perseguidos con la puesta en marcha de cinco Programas, que desarrollarán diversas líneas instrumentales de actuación orientadas hacia la

- Formación
- Incorporación

- Movilidad de Recursos Humanos
- Generación de Conocimientos
- Infraestructuras y Equipamiento Científico
- Fomento de la Actividad Empresarial en I+D+i
- Transferencia y Difusión de Conocimientos y Cultura Científica.

Entre las áreas prioritarias de actuación del IV Plan se incluyen la Energía y el Desarrollo Sostenible en el contexto del cambio global, lo que permitirá innovar en materia de infraestructuras de producción, transporte y distribución de electricidad.

-El *Acuerdo para el Desarrollo Energético Sostenible de Extremadura 2010-2020* (Consejería de Industria, Energía y Medio Ambiente, 2011), que establece la definición de un nuevo modelo energético, basado en las energías renovables y en el ahorro y la eficiencia, es un elemento imprescindible para conseguir un desarrollo sostenible. El “Acuerdo” parte de los principios de la legislación energética nacional: el transporte y la distribución de electricidad y gas constituyen un monopolio natural; se trata de actividades intensivas en capital, que requieren conexiones directas con los consumidores.

### **Descripción**

Este programa contiene aquellas medidas destinadas a proteger el sistema de producción, transporte y distribución de energía eléctrica en Extremadura, de modo que se minimicen en el sector los efectos del cambio climático. En este sentido, el programa establece medidas que están encaminadas a la mejora de las infraestructuras de transporte y distribución, mediante el desarrollo de nuevas redes de transporte y revisiones de la planificación de distribución, de modo que se mejoren las infraestructuras de evacuación que hasta ahora son suficientes, pero que en un futuro pudieran ser insuficientes como consecuencia de los cambios en las pautas de consumo, derivado de los efectos del cambio climático. Se deben desarrollar centros de coordinación que permitan llevar a cabo la diversificación de la producción eléctrica. Adicionalmente, se hará necesario una modificación de la normativa de conexión, acceso a la red y condiciones de operación en aquellos casos en los que éstas resulten obsoletas, de modo que sea factible que la demanda no se vea afectada.

El presente programa desarrolla, entre otras, medidas dirigidas a planificar las grandes redes de transporte de energía en la región, de modo que la capacidad de evacuación desde los puntos de producción no se limite a una o dos líneas de evacuación, desarrollando líneas redundantes o en su defecto, se disponga de líneas de evacuación de menor voltaje aunque se incremente el coste de la energía, siempre y cuando lo permita el reglamento de las redes de distribución y el coste económico

no suponga una desventaja de tal magnitud que no hiciese viable la distribución de la energía (Tabla 18).

**Tabla 18. Programa 1. Medida 1.1: Ampliación de las redes de transporte de electricidad.**

MEDIDAS	ACCIONES	DOCUMENTOS DE REFERENCIA	INDICADORES
1.1. Ampliación de las grandes redes de transporte	Mejora de las infraestructuras de evacuación	Red Eléctrica Española (REE)	Financiación dedicada
	Desarrollo de nuevas redes de transporte	Ministerio de Industria, Turismo y Comercio (MITYC)	

Una segunda línea, encaminada al desarrollo e inversión en I+D+i, de modo que se puedan desarrollar materiales destinados a la fabricación de estructuras de transporte, que sean capaces de soportar los fenómenos meteorológicos, y cuya capacidad de respuesta ante éstos permitan que no sean necesarios cortes en el suministro como consecuencia de la inestabilidad del material ante dichos efectos (Tabla 19).

**Tabla 19. Programa 1. Medida 1.2: Invertir en I+D+i.**

MEDIDAS	ACCIÓN	DOCUMENTOS DE REFERENCIA	INDICADORES
1.2. Invertir en I+D+i	Desarrollar y desplegar nuevas tecnologías de materiales destinados a las líneas de transporte	Red Eléctrica Española (REE)	Número de proyectos de I+D+i enmarcados en las líneas mencionadas
	Fomentar la investigación de sistemas que integren de forma inteligente en la red eléctrica las fuentes de energía renovables y la demanda	Ministerio de Industria, Turismo y Comercio (MITYC)	Financiación dedicada

Por último, una tercera línea que promueva la aplicación de instalaciones producción de energía eléctrica mediante energías renovables, de modo que dote a las instalaciones de cierta independencia y autoabastecimiento del sector eléctrico. De este modo las instalaciones que dispongan de este tipo de sistemas no sólo ganaran en independencia, sino que la demanda será solo en aquellas ocasiones en el que el sistema no pudiera satisfacer los requisitos mínimos del suministro; en caso de disponer de excedencia de producción eléctrica, tener capacidad de vertido a red de modo que no sólo no aumenta la demanda sino que además estará contribuyendo al sector con aporte, que pueda ser utilizado en otros lugares en los que no exista autoabastecimiento (Tabla 20).

**Tabla 20. Programa 1. Medida 1.3: Promover la aplicación de instalaciones de producción de energía eléctrica que permitan el autoabastecimiento mediante energías renovables.**

MEDIDAS	ACCIÓN	DOCUMENTOS DE REFERENCIA	INDICADORES
1.3. Promover la aplicación de instalaciones de producción de energía eléctrica que permitan el autoabastecimiento mediante energías renovables	Establecer medidas de apoyo a la implantación de instalaciones de producción de energía eléctrica	Ministerio de Industria, Turismo y Comercio (MITYC)	Financiación dedicada
	Transformar las actuales redes de electricidad en una red de servicio interactiva, que permita el desarrollo de opciones de almacenamiento, y permita la integración de las fuentes renovables (Redes eléctricas inteligentes, "SmartGrids)	Séptimo Programa Marco de la Comunidad Europea para acciones de investigación, desarrollo tecnológico y demostración (2007-2013) (DOUE nº 412, del 30 de diciembre de 2006)	Potencia instalada (MW)

### **Beneficios obtenidos**

La aplicación de estas medidas encaminadas a la mejora de las infraestructuras de producción, transporte y distribución de la energía eléctrica en Extremadura, asegurarán que los posibles cortes del suministro y la incapacidad para satisfacer la demanda, principalmente en los meses de verano como consecuencia del incremento de las temperaturas, sean efectos que no adquieran excesiva repercusión en los usuarios de modo que se garantice que la energía llegue sin dificultad a la población extremeña.

De la forma, cantidad y calidad en que se satisfagan las necesidades energéticas, dependerán los beneficios que se obtendrán en el aspecto social, económico y ambiental. La estabilidad económica de un país o región se encuentra perjudicada por la dependencia exterior, la deficiencia estructural, y por los déficits comerciales. Por ello, la mejora de la eficiencia energética y un crecimiento sustancial de las fuentes de energía renovables, son elementos de estrategia económica, social y ambiental que dan lugar a importantes efectos positivos.

A la vez que la energía es un elemento clave en el desarrollo económico y social, su transformación y consumo dan lugar a una importante agresión al medio ambiente y constituyen la principal injerencia humana en el sistema climático, además de un consumo acelerado de recursos limitados. La utilización de energías renovables presenta múltiples ventajas frente al uso de otras fuentes de tipo fósil o nuclear. En este sentido, está comprobada la reducción de emisión de GEI mediante la aplicación de energías renovables. Esta cuantificación tanto a nivel ambiental como a nivel económico es muy significativa.

En definitiva, el nivel socioeconómico y el desarrollo de la región dependerán de la diversificación energética que permite contribuir a la estabilidad económica y a reducir el déficit comercial, permitiendo la mejora y modernización del tejido industrial, la generación de empleo y la contribución al desarrollo de manera sostenible (MITYC, 2005).

## PROGRAMA 2: PRODUCCIÓN DE ENERGÍA

**Objetivos:** Ampliar y mejorar la obtención de energía.

**Impacto al que va dirigido:** Disminución de producción energética, como consecuencia del aumento de la temperatura y la reducción de los recursos hídricos.

La abundancia, heterogeneidad y complementariedad de las formas de generación eléctrica determinan el vigor, resistencia y resiliencia de todo sistema eléctrico. Por este motivo, se considera necesario potenciar las fuentes de generación eléctrica en Extremadura de manera que se reduzca la dependencia energética, y se favorezca la estabilidad del sistema frente a los posibles impactos del cambio climático.

Garantizar la producción de energía es fundamental para mantener el dinamismo socioeconómico y la productividad de todos los sectores de actividad de cualquier región. Por este motivo, y en previsión de la reducción de la producción de energía eléctrica en Extremadura, sobre todo vinculada al descenso de la hidráulicidad y de la generación hidroeléctrica, es necesario plantear medidas que permitan mantener la producción eléctrica a nivel regional.

Los sistemas de producción eléctrica son variados y presentan, ventajas e inconvenientes tanto desde el punto de vista ambiental como económico y social. Así, la energía nuclear, fundamental en el marco extremeño, tiene unos elevados costes económicos en mantenimiento, seguridad y la producción de residuos de muy alto coste de gestión, genera cierta confrontación en la sociedad en general. Sin embargo, la energía nuclear tiene unas emisiones de gases de efecto invernadero bajas para el volumen de producción eléctrico generado, por lo que supone una fuente de generación compatible con las políticas de mitigación del cambio climático. Además, actualmente, la contribución nuclear sirve como energía de respaldo, siendo una producción constante y relativamente independiente de las variaciones de los mercados energéticos.

Las centrales de ciclo combinado y las térmicas que emplean como combustible carbón, gas natural y productos petrolíferos, son las principales fuentes de generación eléctrica en cuanto a emisiones de gases de efecto invernadero a la atmósfera y por tanto, causantes del calentamiento global. Dado que las materias primas fósiles (los productos energéticos) son importadas en su mayoría, las variaciones del precio de las materias primas, hace variar considerablemente el precio de la electricidad, al tiempo que mantiene la elevada dependencia energética. Las políticas de mitigación del cambio climático afectarán en el futuro a estas plantas de generación eléctrica, imponiendo límites a las emisiones, por lo que no es prudente plantear un futuro energético basado en estas tecnologías fósiles. Por otro lado, las plantas de ciclo combinado, cogeneración y las centrales térmicas modernas, tienen un elevado

rendimiento energético y una tecnología que permite modular la producción de electricidad, con mayor tiempo de reacción que las centrales nucleares, por lo que permiten que se ajuste con más celeridad la producción a la demanda.

Finalmente, las energías renovables, son claramente tecnologías más limpias en emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera por unidad de producción eléctrica, además reducen la dependencia energética, son independientes de los mercados de recursos fósiles, si bien, en general, plantean problemas ambientales, de rendimiento económico y de falta de continuidad en la producción. Actualmente en España, la energía eólica ha demostrado ser la tecnología más madura, y su contribución al sistema de generación eléctrico no ha cesado de aumentar en los últimos años. Existen sin embargo, problemas ambientales relacionados con el uso del terreno y las afecciones paisajísticas y sobre la avifauna. En el ámbito económico, los parques eólicos son rentables, aunque siguen dependiendo de la existencia de primas a la producción, cuyo futuro es incierto.

El principal problema de las energías renovables desde el punto de vista de la producción, es que dependen de las condiciones ambientales variables como el viento, la insolación o la hidraulicidad, y esto limita la producción en ciertos momentos, requiriendo en momentos de inoperatividad, una fuente de generación de respaldo de origen no renovable. La contribución futura de las energías renovables a la producción de electricidad es indudable y existen planteamientos de escenarios 100% renovables en electricidad (García Casals, 2005) (Nieto y Linares, 2011), empleando de manera complementaria la energía solar fotovoltaica y termoeléctrica, la eólica, la hidráulica, la biomasa, chimeneas solares, etc. En concreto, de acuerdo con los escenarios planteados, Extremadura podría ser autosuficiente con energías renovables para toda su demanda de electricidad proyectada para 2050 estimada en 5.44 TWh/año (García Casals, 2005). El potencial de producción eléctrica renovable en Extremadura es elevado, incluso en las condiciones proyectadas de cambio climático, por lo que su incorporación al sistema de generación eléctrico regional será continuo, pero deberá salvar los escollos económicos y ambientales que se plantean actualmente.

### **Documentos de referencia**

- La *Directiva 2009/28/CE* del Parlamento europeo y del Consejo, relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables (DOUE nº 140, del 5 de junio de 2009), que establece un marco común para el fomento de la energía procedente de fuentes renovables, fija objetivos nacionales obligatorios en relación con la cuota de energía procedente de fuentes renovables, en el consumo final bruto de energía, y con la cuota de energía procedente de fuentes renovables en el transporte, además establece normas relativas a las transferencias estadísticas entre Estados miembros, los proyectos conjuntos entre Estados miembros y con terceros países, las garantías de

origen, los procedimientos administrativos, la información y la formación, y el acceso a la red eléctrica para la energía procedente de fuentes renovables, y define criterios de sostenibilidad para los biocarburantes y biolíquidos.

- **Libro Verde «Hacia una red europea de energía segura, sostenible y competitiva»** (Comisión de las Comunidades Europeas, 2008 a). Las redes europeas de transporte de energía deben ser sometidas a una profunda transformación, con el fin de adaptarlas a las crecientes necesidades de la Unión Europea y a los objetivos climáticos y energéticos fijados por la Comisión. Así pues, las redes transeuropeas de energía necesitan nuevas interconexiones, así como fuentes de financiación diversificadas para consolidar una red energética europea más segura y solidaria.

- **Comunicación de la Comisión al Consejo Europeo y al Parlamento Europeo, de 10 de enero de 2007, «Una política energética para Europa»** (Comisión de las Comunidades Europeas, 2007b). Con su política europea de la energía, la Unión Europea se compromete con determinación a favor de una economía con un consumo reducido de energía -una energía más segura, competitiva y sostenible-. Los objetivos prioritarios al respecto, consisten en garantizar el funcionamiento adecuado del mercado interior de la energía, la seguridad del suministro estratégico, una reducción concreta de las emisiones de gases de efecto invernadero causadas por la producción o el consumo de energía, así como la afirmación de una voz única de la UE en el ámbito internacional. En lo referente a la energía nuclear, la política europea considera que frente a las preocupaciones crecientes en materia de seguridad del suministro energético y de emisiones de CO<sub>2</sub>, la energía nuclear presenta la ventaja de ser una de las fuentes de energía de baja emisión de carbono cuyos costes y suministro son más estables. La UE no tiene una postura a favor o en contra de la energía nuclear, sino que considera que corresponde a la discreción de los Estados miembros la decisión de utilizar o no energía nuclear. Ahora bien, el programa indicativo nuclear insiste en la necesidad de una actuación común, coherente en materia de seguridad física y operativa, de no proliferación, de desmantelamiento de las instalaciones y de gestión de los residuos.

- La **Directiva 2004/8/CE** del Parlamento europeo y del Consejo, relativa al fomento de la cogeneración sobre la base de la demanda de calor útil en el mercado interior de la energía (DOUE n° 52, del 21 de febrero de 2004), establece el objetivo de incrementar la eficiencia energética y mejorar la seguridad del abastecimiento, mediante la creación de un marco para el fomento y el desarrollo de la cogeneración de alta eficiencia de calor y electricidad, basado en la demanda de calor útil y en el ahorro de energía primaria en el mercado interior de la energía.



- El **Documento Básico HE** (Ahorro de energía) (*Real Decreto 314/2006*, BOE nº 74 del 28 de marzo de 2006), por el que se aprueba el **Código Técnico de la Edificación**.

-La *Estrategia Española de Cambio Climático y Energía Limpia Horizonte 2007-2012-2020*, (MMA, 2007).

-El *Plan de Energías Renovables en España (2005-2010)* (IDAE, 2005) así como el nuevo *Plan Nacional de las Energías Renovables (2011-2020)* (MITYC, 2011), aún en estado de borrador, indican aquellas medidas encaminadas a la producción de energía mediante la implantación de sistemas renovables en el panorama energético de España.

- El *Plan de Acción Nacional de Energías Renovables (PANER) 2010-2012* (IDAE, 2010), surge como consecuencia de la *Directiva 2009/28/CE* del Parlamento europeo y del Consejo, de 23 de abril de 2009, relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables, establece que cada Estado miembro elaborará un Plan de Acción Nacional en materia de Energías Renovables (PANER) para conseguir los objetivos nacionales fijados en la propia Directiva. Para España, los objetivos son: que 20 % del consumo final bruto de energía provenga de energías renovables; con un porcentaje del 10 % en el transporte para el año 2020.

- *Acuerdo para el Desarrollo Energético Sostenible de Extremadura. 2009-2012* (ADESE) (Consejería de Industria, Energía y Medio Ambiente, 2009). El 8 de octubre de 2007, la Junta de Extremadura junto con la Unión General de Trabajadores, Comisiones Obreras y la Confederación Regional Empresarial de Extremadura, suscribieron la Declaración para el Diálogo Social en Extremadura, en la que se establece como principal objetivo, alcanzar mayores niveles de desarrollo económico, empleo y calidad del mismo, de bienestar social, de cohesión y sostenibilidad ambiental. En este contexto surge el “Acuerdo para el Desarrollo Energético de Extremadura. 2009-2012 (ADESE), en el que se recoge la planificación referida a los siguientes aspectos:

- Previsión de la demanda de energía
- Estimación de la potencia mínima de generación con renovables
- Previsión de instalaciones de transporte y distribución
- El establecimiento de las líneas de actuación en materia de calidad del suministro a los usuarios
- Las actuaciones sobre la demanda que fomenten la eficiencia y ahorro energéticos

Este documento, se registró bajo el documento de nueva elaboración *Acuerdo para el Desarrollo Energético Sostenible de Extremadura. 2011-2020* (ADESE) (Consejería de Industria, Energía y Medio Ambiente, 2011) que en la actualidad se encuentra en estado de borrador.

-El *IV Plan Regional de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación de Extremadura (IV PRI+D+i, 2010-2013)* (Consejería de Economía, Comercio e Innovación, 2010), traza las acciones que permitirán convertir a la I+D+i en elementos clave de impulso y transformación del sistema productivo extremeño, entre cuyos objetivos se encuentra el fomento de las energías en el marco del cambio climático.

A nivel regional, la Agencia Extremeña de la Energía tiene en marcha los siguientes proyectos relacionados con el fomento de las energías renovables:

- Formate Bio: Formación para Trabajadores de Empresas en la cadena de biomasa.
- Retales: Red Transfronteriza de Autoridades Locales en Energías Renovables.
- Proyecto DESA: Diagnóstico energético del sector agroalimentario en Extremadura.
- Proyecto POEM: Planes de optimización energética municipales.
- PETER: Parque experimental transfronterizo sobre energías renovables.
- Proyecto ENERSUR: Fomento de actuaciones transfronterizas de energías renovables y eficiencia energéticas en el sur de la península.
- Biotermi: Inventario de residuos biomásicos y su uso térmico en el acondicionamiento de edificios públicos en zonas rurales en Extremadura y el Alentejo.

### **Descripción**

Las medidas que se plantean en el marco del programa 2, están orientadas a garantizar la producción de electricidad en Extremadura con objeto de satisfacer las demandas eléctricas futuras, considerando el incremento de picos de demanda asociados a olas de calor y a la reducción de la contribución de la generación hidroeléctrica, derivada de la reducción de las precipitaciones. Las medidas propuestas permitirán hacer frente a las exigencias eléctricas y son, por tanto, herramientas para la adaptación. Dada la complementariedad de las medidas, todas destinadas a mejorar la capacidad y calidad del suministro eléctrico, no será necesario desarrollar todas las medidas siendo posible seleccionar el esfuerzo a realizar focalizando el trabajo en algunas de ellas.

Las energías renovables, debido a que son una fuente inagotable, están llamadas a desempeñar un papel decisivo en la configuración de un modelo energético sostenible, en el mundo y en España (Nieto y Linares, 2011), y además tienen menos impactos ambientales y emisiones de CO<sub>2</sub> que las

convencionales, Por esto, las energías renovables se considera clave impulsar su implementación en el sistema energético extremeño (Tabla 21).

**Tabla 21. Programa 2. Medida 2.1: Implementar el establecimiento de instalaciones de producción de energías renovables en ubicaciones cercanas a puntos de abastecimiento.**

MEDIDAS	ACCIONES	DOCUMENTOS DE REFERENCIA	INDICADORES
2.1. Potenciar las energías renovables en Extremadura	Potenciar los estudios de capacidad de acogida de centrales renovables en Extremadura	Ministerio de Industria, Turismo y Comercio (MITYC)	Financiación dedicada y estudios publicados
	Planificar las redes de transporte de electricidad para permitir la entrada de centrales de producción renovable dispersas en el territorio extremeño		Financiación dedicada
	Establecer un marco normativo estable que favorezca las inversiones económicas públicas y privadas en energías renovables	Instituto para la Diversificación y el Ahorro Energético (IDAE)	Normativa aprobada
	Desarrollar plantas de generación eléctrica de origen renovable en Extremadura		Potencia anual instalada (MW/año)
			Producción anual renovable (GWh/año)

Uno de los problemas de la producción centralizada de energía es, precisamente esa centralización, ya que si una planta se ve afectada por un imprevisto y tiene que reducir o cancelar su producción eléctrica durante un tiempo determinado, se podrían crear problemas en la red de distribución, que pueden llegar a causar cortes en el suministro. En este sentido, las energías renovables tienen la ventaja de poder crear una red descentralizada de producción en instalaciones de pequeña y mediana potencia instalada. La creación de un tejido de producción eléctrica descentralizada, por tanto, podría aumentar la resistencia del sistema de producción de energía, por lo que es una medida de adaptación de interés frente a los efectos del cambio climático.

Por otro lado, dada la elevada insolación existente en buena parte del territorio extremeño, es razonable favorecer la instalación de paneles solares en tejados domésticos e industriales de manera que se aumente la producción de electricidad renovable. En la actualidad, existen incentivos para la implantación de instalaciones aisladas fotovoltaicas y fototérmicas. El nuevo Código Técnico de Edificación incorpora la necesidad de instalar fuentes renovables para mejorar el abastecimiento de los edificios de nueva planta, por lo que se trata de crear el marco financiero adecuado para potenciar este tipo de instalaciones en el mayor número de hogares e industrias de Extremadura (Tabla 22).

**Tabla 22. Programa 2. Medida 2.2: Fomento de la Producción descentralizada y la autoproducción.**

MEDIDAS	ACCIONES	DOCUMENTOS DE REFERENCIA	INDICADORES
2.2. Producción descentralizada y autoproducción	Potenciar los estudios de capacidad de acogida de centrales renovables en Extremadura	Ministerio de Industria, Turismo y Comercio (MITYC)	Financiación dedicada y estudios publicados
	Planificar las redes de transporte de electricidad para permitir la entrada de centrales de producción renovable dispersas en el territorio extremeño		Financiación dedicada
	Establecer un marco normativo estable que favorezca las inversiones económicas públicas y privadas en energías renovables		Normativa aprobada
	Desarrollar plantas de generación eléctrica de origen renovable en Extremadura	Instituto para la diversificación y el Ahorro Energético (DAE)	Potencia anual instalada (MW/año)
	Incentivar la instalación doméstica de paneles solares fotovoltaicos y fototérmicos		Producción anual renovable (GWh/año)
			Potencia doméstica instalada (MW)

La biomasa es una fuente de energía renovable con un elevado potencial en Extremadura dada la superficie, el grado de insolación y la disponibilidad hídrica en la región. La biomasa deberá sustituir, en parte, la función que realizan los combustibles fósiles para proveer energía térmica y de automoción a la ciudadanía. En el marco de la mejora de la capacidad productiva de energía, la biomasa puede jugar un papel importante tanto en usos térmicos mediante el biogás y la biomasa térmica, como en usos eléctricos (Tabla 23). La biomasa se puede emplear como combustible en generación de electricidad en instalaciones de co-combustión o co-gasificación, que consiste en introducir biomasa sólida o biogás en las centrales convencionales ya existentes. Este sistema se puede integrar con cogeneración aumentando el rendimiento y las ventajas de su uso.

**Tabla 23. Programa 2. Medida 2.3: Promover los cultivos energéticos destinados a la producción de energía procedente de la biomasa.**

MEDIDAS	ACCIÓN	DOCUMENTO DE REFERENCIA	INDICADORES
2.3. Promover los cultivos energéticos destinados a la producción de energía procedente de la biomasa	Potenciar los estudios de producción de biomasa y de aprovechamientos de la misma para generación de electricidad	Ministerio de Industria, Turismo y Comercio (MITYC)	Financiación dedicada y estudios publicados
	Desarrollar investigación relativa a los cultivos energéticos		Financiación dedicada
	Establecer plantas de aprovechamiento de la biomasa y cultivos energéticos en puntos de fácil accesibilidad de las materias primas	Instituto para la diversificación y el Ahorro Energético (IDAE)	Potencia anual instalada (MW/año).
	Incentivar la instalación doméstica de calderas de biomasa (pellets)		Producción anual renovable (GWh/año) Potencia doméstica instalada (MW)

La cogeneración es una tecnología relativamente madura que permite aprovechar el calor producido en centrales convencionales, para la producción de energía térmica o energía eléctrica, aumentando así la eficiencia energética final de la instalación. Actualmente, existen instalaciones de trigeneración que producen frío mediante un ciclo de absorción. Con objeto de aumentar la producción energética, se plantea promover el desarrollo de tecnologías de cogeneración o trigeneración, que permitan mejorar la eficiencia final de obtención de energía, ya sea eléctrica o térmica, en las instalaciones convencionales extremeñas, de manera que se aumente la productividad sin mayor generación de costes ambientales (Tabla 24).

**Tabla 24. Programa 2. Medida 2.4: Promover el ámbito de la cogeneración.**

MEDIDAS	ACCIÓN	DOCUMENTO DE REFERENCIA	INDICADORES
2.4. Promover el ámbito de la cogeneración	Incentivar la instalación de tecnologías de cogeneración o poligeneración en las centrales convencionales mediante sistemas de financiación adecuados	Directiva 2004/8/CE IDAE, 2010	Potencia instalada de cogeneración en Extremadura Financiación dedicada

En la actualidad, a nivel nacional la producción de electricidad en instalaciones de ciclo combinado supone un elevado porcentaje de la producción total. Este tipo de plantas energéticas emplean tecnología puntera y son bastante eficientes en la conversión de gas natural en energía eléctrica. A

pesar de que su funcionamiento emite gases de efecto invernadero a la atmósfera, son instalaciones que facilitan la adaptación de la curva de generación a la de demanda en breves periodos de tiempo.

Por este motivo, se considera que en un escenario de falta de fuentes de generación, contar con plantas de ciclo combinado ayudará a garantizar el suministro en todo momento, independientemente de las consideraciones realizadas anteriormente relativas a las energías renovables (Tabla 25).

**Tabla 25. Programa 2. Medida 2.5: Impulsar proyectos de centrales de ciclo combinado para poder abastecer el aumento de demanda energética en España.**

MEDIDAS	ACCIÓN	DOCUMENTO DE REFERENCIA	INDICADORES
2.5. Impulsar proyectos de centrales de ciclo combinado para poder abastecer el aumento de demanda energética en España	Incentivar la instalación de ciclo combinado mediante sistemas de financiación adecuados	Ministerio de Industria, Turismo y Comercio (MITYC)	Potencia instalada de ciclo combinado en Extremadura

### **Beneficios obtenidos**

La mejora de los sistemas de producción energéticos, ya sea mediante el incentivo de las energías renovables, la cogeneración o las centrales de ciclo combinado, permitirá obtener un sistema de generación más diverso y por tanto más vigoroso para hacer frente a las exigencias de la demanda de energía en el futuro.

Asimismo, la descentralización y la autoproducción, permitirán tener un sistema eléctrico redundante y menos influenciado por condiciones climáticas extremas, por lo que se aumentará la seguridad energética futura en la región.

Las energías renovables y la cogeneración, permitirán aprovechar recursos de manera más eficiente, con lo que a largo plazo, contar con instalaciones de este tipo reducirá la dependencia energética de Extremadura. Además, el apoyo a las tecnologías energéticas impulsará indirectamente una mejora del tejido productivo regional, pues será necesario contar con personal e industrias especializadas, que puedan gestionar los nuevos parques energéticos instalados.

### PROGRAMA 3: MEDIDAS DE AHORRO Y EFICIENCIA ENERGÉTICA

**Objetivos:** Dotar a las edificaciones de materiales que permitan el ahorro de energía.

**Impacto al que va dirigido:** Incremento de la demanda de consumo de energía en verano y pérdidas de la calidad del suministro.

Independientemente de la producción de energía, la manera en la que se consume dicha energía es una variable relevante para entender la eficacia de un sistema energético. En los últimos años se han empezado a hacer esfuerzos por mejorar la forma en la que se consume la energía, incentivando un consumo inteligente a través de políticas de ahorro y eficiencia energética. El uso más inteligente de la energía como recurso, permite aumentar la competitividad económica de las regiones y reducir los costes de generación, favoreciendo además a la mitigación del cambio climático, a la mejora de la seguridad energética y de la intensidad energética (consumo por unidad de PIB producida o consumo por individuo).

#### Documentos de referencia

- *Directiva 2006/32/CE* (DOUE del 27 de abril de 2006) sobre eficiencia energética establece la necesidad de mejorar la eficiencia del uso final de la energía, gestionar la demanda energética y fomentar la producción de energías renovables.

- *Comunicación de la Comisión, de 13 de noviembre de 2008, denominada “Eficiencia energética: alcanzar el objetivo del 20%”* (Comisión de las Comunidades Europeas, 2008b). Con este documento, los Estados miembros se han comprometido a reducir para el año 2020 el consumo de energía primaria en un 20%.

- *Directiva 2009/125/CE* del Parlamento Europeo y del Consejo, de 21 de octubre de 2009, por la que se insta un marco para el establecimiento de requisitos de diseño ecológico aplicables a los productos relacionados con la energía (DOUE nº 285, de 31 de octubre de 2009). La Directiva tiene por objeto proteger el medio ambiente reduciendo el impacto ambiental de los productos que utilizan energía. Existen otras normativas europeas relacionadas con el diseño ecológico y la eficiencia energética, que tienen entre otros objetivos, hacer un uso más eficiente de la energía a la hora de producir bienes de consumo y de reducir el consumo eléctrico durante el funcionamiento de la maquinaria.

- *Reglamento (CE) no 643/2009* de la Comisión, de 22 de julio de 2009, por el que se aplica la *Directiva 2005/32/CE* del Parlamento Europeo y del Consejo en lo relativo a los

- requisitos de diseño ecológico aplicables a los *aparatos de refrigeración domésticos* (DOUE nº 191, de 23 de julio de 2009).
- *Reglamento (CE) no 642/2009* de la Comisión, de 22 de julio de 2009 , por el que se desarrolla la *Directiva 2005/32/CE* del Parlamento Europeo y del Consejo respecto de los requisitos de diseño ecológico aplicables a las *televisiones* (DOUE nº 191, de 23 de julio de 2009).
  - *Reglamento (CE) no 641/2009* de la Comisión, de 22 de julio de 2009, por el que se desarrolla la *Directiva 2005/32/CE* del Parlamento Europeo y del Consejo en lo relativo a los requisitos de diseño ecológico aplicables a los *circuladores sin prensaestopas independientes* y a los *circuladores sin prensaestopas integrados en productos* (DOUE nº 191, de 23 de julio de 2009).
  - *Reglamento (CE) no 640/2009* de la Comisión, de 22 de julio de 2009, por el que se aplica la *Directiva 2005/32/CE* del Parlamento Europeo y del Consejo en lo relativo a los requisitos de diseño ecológico para los *motores eléctricos* (DOUE nº 191, de 23 de julio de 2009).
  - *Reglamento (CE) no 278/2009* de la Comisión, de 6 de abril de 2009, por el que se desarrolla la *Directiva 2005/32/CE* del Parlamento Europeo y del Consejo en lo concerniente a los requisitos de diseño ecológico aplicables a la *eficiencia media en activo de las fuentes de alimentación externas* y a su consumo de energía eléctrica durante el funcionamiento en vacío (DOUE nº 93, de 07 de abril de 2009).
  - *Reglamento (CE) no 244/2009* de la Comisión, de 18 de marzo de 2009, por el que se aplica la *Directiva 2005/32/CE* del Parlamento Europeo y del Consejo en lo relativo a los requisitos de diseño ecológico para *lámparas de uso doméstico no direccionales* (DOUE nº 76, de 24 de marzo de 2009).
  - *Reglamento (CE) no 1275/2008* de la Comisión, de 17 de diciembre de 2008, por el que se desarrolla la *Directiva 2005/32/CE* del Parlamento Europeo y del Consejo en lo concerniente a los requisitos de diseño ecológico aplicables al consumo de energía eléctrica en los modos preparado y desactivado de los *equipos eléctricos y electrónicos domésticos* y de oficina (DOUE nº 339, de 18 de diciembre de 2008).
  - Dictamen del Comité Económico y Social Europeo sobre el tema La reestructuración del sector de los electrodomésticos de gama blanca en Europa y su incidencia sobre el cambio climático y los consumidores (DOUE nº 100, de 30 de abril de 2009).
  - *Decisión 2006/1005/CE* del Consejo, de 18 de diciembre de 2006, relativa a la celebración del Acuerdo entre el Gobierno de los Estados Unidos de América y la Comunidad Europea sobre la coordinación de los programas de etiquetado de la *eficiencia energética para los equipos ofimáticos*.



- La *Estrategia Española de Cambio Climático y Energía Limpia Horizonte 2007-2012-2020*, (MMA, 2007), aprobada por el Consejo Nacional del Clima de 25 de octubre de 2007 y por el Consejo de Ministros de 2 de noviembre de 2007, forma parte de la *Estrategia Española de Desarrollo Sostenible* (EEDS, 2007) y cuenta como marco de referencia con la Estrategia Española para el cumplimiento del Protocolo de Kioto aprobada en 2004. Esta estrategia pretende asegurar la reducción de emisiones de GEI, prestando especial atención a la reducción en los sectores difusos; asimismo impulsar la aplicación del *Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático* aumentando la conciencia pública y el uso responsable de la energía. Un aspecto de especial relevancia es que la Estrategia no sólo recoge medidas de mitigación, sino que la adaptación juega también un papel destacado. Esta Estrategia recoge 198 medidas con 75 indicadores para su seguimiento. Las medidas se agrupan en dos áreas: Cambio Climático (con once áreas de actuación) y Energía Limpia (con cuatro áreas de actuación). El capítulo de Cambio Climático abarca un paquete de medidas en once áreas de actuación: cooperación institucional, mecanismos de flexibilidad, cooperación y países en desarrollo, comercio de derechos de emisión, sumideros, captura y almacenamiento de CO<sub>2</sub>, sectores difusos, adaptación al cambio climático, difusión y sensibilización, investigación, desarrollo e innovación tecnológica y medidas horizontales. En relación con el capítulo de Energía Limpia y con objeto de reducir paulatinamente la intensidad energética en España, las áreas de actuación donde se establecen medidas son: eficiencia energética, energías renovables, gestión de la demanda, investigación, desarrollo e innovación en el desarrollo de tecnologías de baja emisión de dióxido de carbono.

- *Convenio Marco de Colaboración, entre la Comunidad Autónoma de Extremadura y el IDAE, para definición y puesta en práctica de las actuaciones contempladas en el Plan de Acción 2008-2012* (PAE4+, IDAE, 2007) de la Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética en España. Este convenio, se firmó el 3 de noviembre de 2008 y su objetivo es definir y regular los mecanismos de colaboración entre el IDAE y la comunidad extremeña, para promover medidas y actuaciones concretas de apoyo público, encaminadas a cumplir con los objetivos del Plan de Acción 2008-2012. Estas ayudas públicas abarcan distintos sectores como industria, edificación, servicios públicos, equipamiento residencial, sector transporte, y sector de transformación de la energía. Dentro de las energías renovables hay ayudas públicas en biomasa, en energía solar térmica, solar fotovoltaica aislada o mixtas eólica-fotovoltaica aisladas y biocarburantes. Como novedad con respecto al anterior Plan E4, este Plan representa un reto adicional en el ámbito de la eficiencia energética especialmente en los sectores denominados difusos (principalmente transporte y edificación).

A nivel regional, la Agencia Extremeña de la Energía tiene en marcha los siguientes proyectos relacionados con la eficiencia energética,

- Edea Renov: Nuevas tecnologías innovadoras en construcción sostenible y eficiencia edificatoria;
- Promoeener: Promoción de la eficiencia Energética y las Energías Renovables en edificios públicos.
- Apersue: Análisis y promoción de nuevas metodologías en el ahorro y Eficiencia Energética en agricultura.
- Edea: Desarrollo de la Eficiencia Energética en la arquitectura de viviendas de renta baja, para aplicación de los resultados en viviendas de VPO.
- Proyecto ENERSUR: Fomento de actuaciones transfronterizas de energías renovables y eficiencia energéticas en el sur de la península.

Desde la Consejería de Industria, Energía y Medio Ambiente, en colaboración con la Consejería de Fomento y la Sociedad Cooperativa, Distribuidores de Energía Eléctrica (CIDE), se está llevando a cabo el proyecto europeo eSESH, que tiene como objetivo el ahorro de energía en las viviendas sociales. En dicho proyecto participan 35 socios de distintos países europeos entre los cuales se encuentra Extremadura. En la región, el objetivo definido por los socios consiste en reducir el consumo de energía eléctrica en las viviendas sociales, de aquellos propietarios o inquilinos que voluntariamente participen en el proyecto.

### **Descripción**

Las políticas de eficiencia energética consisten básicamente en optimizar los procesos de consumo de energía, de manera que sólo se utilice la cantidad de energía necesaria y se desperdicie la menor cantidad posible. Para ello, se suele analizar el ciclo productivo y mediante diagramas de flujo, se establece la circulación de la energía en cualquier proceso o instalación. En el marco europeo, se plantea una reducción del consumo de un 20% para el año 2020. Para alcanzarlo deberán desplegarse esfuerzos concretos, especialmente en materia de ahorro de energía en el sector del transporte, el establecimiento de requisitos mínimos de eficiencia para los equipos que consumen energía, la concienciación de los consumidores de energía para un comportamiento racional y eficiente, y la mejora de la eficiencia en la producción, el transporte y la distribución de calor y de electricidad, así como el desarrollo de tecnologías energéticas y para la eficiencia energética de los edificios. Extremadura ya tiene en marcha procesos administrativos para fomentar el ahorro y la eficiencia energética en el sector industrial, de la edificación, de los servicios públicos y de la transformación de la energía (*Decreto 262/2008*, de 29 de diciembre, por el que se establecen las bases reguladoras para

la concesión de subvenciones en actuaciones de ahorro y eficiencia energética, DOE nº 2, del 5 de enero de 2009).

Las medidas de ahorro y eficiencia tratan así pues de reducir el consumo sin menoscabo del confort o la calidad productiva. Entre los principales sectores de actividad sobre los que ya existen programas de eficiencia se pueden citar los siguientes: edificación, industria y transporte. Entre las medidas de ahorro y eficiencia energética ya descritas en la normativa europea o nacional pueden destacarse, entre otras:

### Sector de la edificación

El consumo de energía en los edificios residenciales y comerciales, representa aproximadamente el 40% del consumo total de energía final y el 36% de las emisiones totales de CO<sub>2</sub> de la Unión Europea. Para reducir este tipo de consumo, es preciso simplificar la *Directiva 2002/91/CE* sobre el rendimiento energético de los edificios, que constituye el marco jurídico actual, concediendo al mismo tiempo una cierta autonomía a los Estados miembros para actuar en este ámbito.

En este contexto y con objeto de mejorar la eficiencia energética y optimizar el uso de la energía en el entorno residencial y de edificación es necesario impulsar medidas dirigidas a este sector (Tabla 26).

**Tabla 26. Programa 3. Medida 3.1: Fomentar políticas y medidas de ahorro y eficiencia energética en el área del urbanismo y la edificación.**

MEDIDAS	ACCIONES	DOCUMENTOS DE REFERENCIA	INDICADORES
3.1. Fomentar políticas y medidas de ahorro y eficiencia energética en el área del urbanismo y la edificación	Mejorar el aislamiento térmico de los inmuebles y viviendas construidas y disminuir la demanda energética de los edificios, mediante acciones sobre la envolvente edificatoria	Ministerio de Agricultura y Medio rural y Marino (MARM, 2007)	Intensidad energética doméstica
	Medidas para la mejora de la eficiencia energética de las instalaciones térmicas (calderas, unidades de frío, unidades de tratamiento de aire)		
	Mejora de la eficiencia energética de las instalaciones de iluminación y potenciación de la iluminación natural de los inmuebles y viviendas construidas	Ministerio de Economía (ME, 2003b)	
	Limitación de la demanda energética de los edificios nuevos		

### **Eficiencia energética de los productos**

La Comisión Europea, ha presentado una propuesta de revisión de la *Directiva 92/75/CEE* sobre el etiquetado energético, este paquete de medidas incluye asimismo otra propuesta destinada a la creación de un sistema de etiquetado de neumáticos. Se adoptarán medidas de diseño ecológico en la iluminación (bombillas, aparatos eléctricos, fuentes de alimentación externas, etc.). Adicionalmente ha presentado una Propuesta de Directiva por la que se instaura un marco para el establecimiento de requisitos de diseño ecológico de los productos relacionados con la energía, destinada a ampliar el ámbito de aplicación de la *Directiva 2008/28/CE* sobre diseño ecológico.

Por diseño ecológico se entiende la integración de los aspectos ambientales en el diseño del producto, con el fin de mejorar su comportamiento ambiental a lo largo de todo su ciclo de vida.

Los parámetros de diseño ecológico dependen de las distintas fases del ciclo de vida del producto: selección y uso de materias primas; fabricación; envasado, transporte y distribución; instalación y mantenimiento; utilización y fin de vida útil. En cada fase deben evaluarse las características del producto: consumo previsto de materiales, energía y otros recursos; emisiones previstas a la atmósfera, al agua o al suelo; contaminación prevista (ruido, vibración, radiación y campos electromagnéticos); generación prevista de residuos; posibilidades de reutilización, reciclado y valorización de materiales y/o de energía, teniendo en cuenta la Directiva sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.

En definitiva, en línea de las iniciativas existentes sobre la mejora de la eficiencia energética y el ahorro en la fabricación de productos de consumo en la Unión Europea y en la reducción del consumo eléctrico durante su funcionamiento, se considera necesario impulsar, en el marco de la adaptación del sistema energético extremeño al cambio climático, medidas que permitan mejorar la eficiencia energética (Tabla 27).

**Tabla 27. Programa 3. Medida 3.2: Fomentar políticas y medidas de ahorro y eficiencia energética en la fabricación de bienes de consumo.**

MEDIDAS	ACCIONES	DOCUMENTOS DE REFERENCIA	INDICADORES
3.2. Fomentar políticas y medidas de ahorro y eficiencia energética en la fabricación de bienes de consumo	Medidas en Tecnologías Horizontales - (Tecnologías de Aplicación Multi-Sectorial)	Ministerio de Agricultura y Medio Rural y Marino (MARM, 2007)	Megavatios ahorrados
	Medidas en Procesos Productivos (Tecnologías Sectoriales)		
	Nuevos Procesos Productivos (Tecnologías Sectoriales)		
	Apoyo a la realización de auditorías energéticas y a la investigación en materia de eficiencia energética		

### **Sobre el transporte**

El sector del transporte, principalmente el transporte por carretera, es responsable de una parte importante del consumo de energía y de las emisiones de gases de efecto invernadero en España. Con objeto de mejorar la eficiencia del uso de la energía en este sector, existen iniciativas destinadas a reducir el número total de kilómetros realizados, a diversificar las fuentes de energía empleadas por los vehículos y a potenciar el transporte no motorizado. El libro verde sobre la eficiencia energética en Europa (Comisión de las Comunidades Europeas, 2008a) indica que en el sector del transporte, deben establecerse regímenes fiscales favorables a los vehículos limpios y económicos y penalizar a los que contaminan. Del mismo modo, es necesario recompensar a los fabricantes que favorecen la eficiencia energética y, responsabilizar a los consumidores sobre cuestiones como la presión de los neumáticos, el uso del transporte público y los desplazamientos en vehículo compartido. A nivel regional, es fundamental desarrollar una planificación a medio y largo plazo, para impulsar una optimización del sector del transporte de personas y mercancías, fomentando el tráfico no motorizado, el tráfico ferroviario, el transporte colectivo y el uso de vehículos más eficientes energéticamente de manera que se reduzcan las necesidades energéticas y se contribuya a reducir la dependencia energética extremeña (Tabla 28).

Tabla 28. Programa 3. Medida 3.3: Fomentar políticas y medidas de ahorro y eficiencia energética en el sector del transporte.

MEDIDAS	ACCIÓN	DOCUMENTO DE REFERENCIA	INDICADORES
3.3. Fomentar políticas y medidas de ahorro y eficiencia energética en el sector del transporte	Fomentar el cambio modal hacia una mejor redistribución de la movilidad en los modos de transporte más eficientes energéticamente	Ministerio de Agricultura y Medio Rural y Marino (MARM, 2007)	Planes aprobados
	Desarrollar planes de movilidad urbana y regional, para minimizar el número de viajes realizados y ahorrar combustible		
	Fomentar los sistemas de conducción eficiente, así como el incremento de la eficiencia energética de los vehículos por aumento del índice de ocupación de los mismos	Ministerio de Economía (ME, 2003c)	Intensidad energética en el transporte de personas y de mercancías
	Gestionar infraestructuras de transporte: diseño de carriles bus, Bus-VAO, medidas de templado de tráfico, etc		
Potenciar la mejora de la eficiencia energética de los vehículos (cumplimiento del compromiso de los fabricantes de reducción del consumo medio de los turismos nuevos)			
Fomentar sistemas de alquiler público de bicicletas, así como impulsar la adquisición de vehículos eléctricos tanto a nivel de usuario como por parte de las empresas		Financiación dedicada	

### **Beneficios obtenidos**

La planificación dirigida al ahorro y eficiencia energética permite reducir las necesidades de energía sin menoscabo, de la calidad de suministro, permitiendo por un lado contribuir a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y por otro, a aumentar la fortaleza del sistema energético pues a menor consumo energético, más fácil será dar respuesta a las necesidades del sistema.

El ahorro y la eficiencia energética repercuten positivamente en la economía local y regional ya que permiten un ahorro económico, tanto de las administraciones como de los ciudadanos y de las empresas e industrias. El dinero ahorrado por la Administración puede reinvertirse en campañas de sensibilización y comunicación ambiental, que permitan informar correctamente a la ciudadanía sobre

las consecuencias positivas del ahorro y eficiencia energéticas, siendo motor de una mejora constante en este campo. En cuanto al ámbito privado, el ahorro económico puede destinarse, entre otros, a mejorar los procesos productivos y a modernizar la maquinaria doméstica o industrial de calefacción, iluminación o transporte.

Finalmente, las medidas encaminadas a la mejora de la gestión del transporte, se acompañarán, no sólo de una reducción de las necesidades de combustibles, sino en una bajada de las emisiones netas de contaminantes atmosféricos. El tráfico no motorizado, las medidas para reducir el número de viajes, el fomento del transporte público o las medidas de reducción de la velocidad en ámbito urbano o periurbano, mejorarán además, los datos de siniestralidad y los costes humanos y económicos asociados.

#### PROGRAMA 4: MEJORA DE LA GESTIÓN DEL AGUA

**Objetivos:** Mejorar la implantación de las redes de control de usos del agua, superficial y subterránea, y de la red de medidas de caudales en fuentes.

**Impacto al que va dirigido:** Disminución de producción de energía eléctrica como consecuencia de la reducción de la disponibilidad de los recursos hídricos.

En la actualidad, la generación de electricidad en instalaciones hidroeléctricas es la segunda fuente de electricidad en Extremadura, sólo por detrás de la energía de origen nuclear. En el marco de cambio climático, de acuerdo con las proyecciones de precipitación, elaboradas para Extremadura, sobre todo bajo el escenario de emisiones (A2), el volumen anual de lluvias se verá reducido considerablemente teniendo como consecuencia, entre otros aspectos, un decremento de la hidráulidad y por tanto del potencial de generación hidroeléctrica. Debido a este descenso en las precipitaciones previsto para mediados del siglo XXI, resulta conveniente establecer medidas que permitan mantener en el futuro el potencial de generación hidroeléctrica. Para ello, será necesario gestionar el recurso hídrico, controlando de manera más estricta los distintos usos del agua, tanto consuntivos como no consuntivos. Además del uso energético del agua, el recurso hídrico se emplea en sectores de actividad que también se verán afectados por el cambio climático como el sector de la agricultura, el de la industria y el residencial.

En el marco común europeo, la Directiva Marco del Agua se postula como el documento referente para mantener, entre otros, la calidad y cantidad de los recursos hídricos y garantizar su función dentro de los ecosistemas. Las aguas continentales superficiales, así como las subterráneas renovables, integradas todas ellas en el ciclo hidrológico, constituyen un recurso unitario, subordinado al interés general, que forma parte del dominio público estatal como dominio público hidráulico.

A pesar de que corresponde al Estado la planificación hidrológica a la que debe someterse toda actuación sobre el dominio público hidráulico, pueden plantearse medidas para mejorar el aprovechamiento hidroeléctrico y aumentar la eficacia de la gestión de las aguas superficiales y subterráneas en Extremadura de manera que aunque el recurso sea más escaso en el futuro, se pueda seguir haciendo un uso energético sostenible del mismo que permita mantener el régimen hidroeléctrico actual en la región.

#### **Documentos de referencia**

- *Directiva Marco del Agua*, Directiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de octubre de 2000 (DOUE nº 327, del 22 de diciembre de 2000), por la que se establece un marco



comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas. Los principales objetivos son objetivos la prevención y la reducción de la contaminación, la promoción del uso sostenible del agua, la protección del medio ambiente, la mejora de la situación de los ecosistemas acuáticos y la atenuación de los efectos de las inundaciones y de las sequías. Con esta Directiva se pretende alcanzar un buen estado ecológico y químico de todas las aguas comunitarias para 2015.

- *Directiva 2008/105/CE* del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de diciembre de 2008, relativa a las normas de calidad ambiental en el ámbito de la política de aguas (DOUE nº 348, del 24 de diciembre de 2008). La Directiva establece normas de calidad ambiental para las sustancias prioritarias y para otros contaminantes con objeto de conseguir un buen estado químico de las aguas superficiales.

- *Dictamen* del Comité Económico y Social Europeo sobre el tema “*Más allá de un desarrollo sostenible*” (DOUE nº 100, del 30 de abril de 2009).

- *Real Decreto Legislativo 1/01*, de 20 de julio del 2001, por el que se aprueba el texto refundido de la *Ley de Aguas* (BOE nº 176, del 24 de julio de 2001).

- *Estrategia Española de Desarrollo Sostenible* (EEDS, 2007), aprobada por el Consejo de Ministros el 23 de noviembre de 2007, se enmarca dentro de la Estrategia de Desarrollo Sostenible de la UE (EDS), que fue renovada en el Consejo de Bruselas de 2006 con un principio general consistente en “determinar y elaborar medidas que permitan mejorar continuamente la calidad de vida para las actuales y futuras generaciones, mediante la creación de comunidades sostenibles capaces de gestionar y utilizar los recursos de forma eficiente, para aprovechar el potencial de innovación ecológica y social que ofrece la economía, garantizando la prosperidad, la protección del medio ambiente y la cohesión social”. Este objetivo se concreta en siete áreas prioritarias: cambio climático y energías limpias; transporte sostenible; producción y consumo sostenibles; retos de la salud pública; gestión de recursos naturales; inclusión social, demografía y migración; y lucha contra la pobreza mundial.

### **Descripción**

El presente programa se articula en dos líneas claramente diferenciadas. Por un lado, se considera necesario establecer sistemas complementarios a los actuales que permitan conocer con precisión y exactitud el estado actual y futuro del recurso hídrico en Extremadura, con detalle del volumen y calidad de las aguas en todas las fases del ciclo hidrológico. Conocer el estado del recurso permitirá mejorar la planificación de sus usos y destinar la cantidad suficiente a cada necesidad, en función del momento del año, de los requerimientos de cada sector y de las previsiones de precipitaciones futuras. Así, la primera medida plantea financiar investigaciones que permitan diseñar sistemas de

seguimiento del ciclo hidrológico y de los usos del agua en continuo y proyecciones a corto y medio plazo que permitan mejorar la gestión del recurso (Tabla 29).

**Tabla 29. Programa 4. Medida 4.1: Investigar para mejorar los métodos de monitorización del recurso hídrico actual y generación de escenarios hidrológicos en Extremadura.**

MEDIDAS	ACCIONES	DOCUMENTOS DE REFERENCIA	INDICADORES
4.1. Investigar para mejorar los métodos de monitorización del recurso hídrico actual y generación de escenarios hidrológicos en Extremadura	<p>Mejora de los sistemas de información automáticos de las redes hidrológicas (SAIH) en Extremadura</p> <p>Diseño e implementación de una red de control sistemático de los usos del agua</p> <p>Adecuación de los sistemas hidroeléctricos a la generación con menor recurso hídrico disponible</p>	<p>Directiva 2000/60/CE</p> <p>Real Decreto Legislativo 1/01: Ley de Aguas</p>	Inversión realizada

Por otro lado, es posible que las actuales infraestructuras de generación hidroeléctrica, no sean las más adecuadas en un marco definido por la escasez de precipitaciones y la competencia por el recurso entre distintos sectores de actividad económica. Por este motivo, se considera necesario evaluar la posibilidad de diversificar las instalaciones actuales potenciando, en su caso, las minihidráulicas y las centrales reversibles, que durante el año 2009 ya produjeron 31 GWh en Extremadura, (Tabla 30). La energía minihidráulica aprovecha pequeños saltos de agua para mover las turbinas. Mientras que, las centrales reversibles permiten aprovechar momentos excedentarios en producción eléctrica para bombear agua desde repositorios en los pies de las presas creados *ad hoc*, hasta el pantano ubicado aguas arriba de la central hidroeléctrica. De esta manera, en estas centrales se puede reutilizar en más de una ocasión la caída del agua siendo una manera de almacenar energía. Ambas centrales son de menor tamaño que las centrales convencionales y pueden ubicarse en un mayor número de puntos pudiendo ser interesante detectar las zonas donde menor es la previsión de pérdida de hidráulica y energía potencial del agua.

**Tabla 30. Programa 4. Medida 4.2: Diversificar las fuentes de producción.**

MEDIDAS	ACCIONES	DOCUMENTOS DE REFERENCIA	INDICADORES
4.2. Diversificar las fuentes de producción	<p>Potenciar la investigación relativa a las centrales de generación hidroeléctrica reversibles</p> <p>Evaluar el potencial de la minihidráulica en Extremadura</p>	<p>Directiva 2000/60/CE</p> <p>Real Decreto Legislativo 1/01: Ley de Aguas</p>	<p>Potencia instalada y producción hidroeléctrica</p> <p>Financiación dedicada</p>

**Beneficios obtenidos**

El agua como recurso es fundamental para la vida, para el mantenimiento de los servicios ecosistémicos y para el desarrollo socioeconómico de cualquier región. Establecer sistemas de control que permitan optimizar su salvaguarda y mejorar la eficacia de su uso, repercute en el medio ambiente e indirectamente en la economía de un determinado territorio, pues permite optimizar su aprovechamiento. La mejora de los sistemas de monitorización, permitirán controlar mejor no sólo el volumen de agua en sus distintas localizaciones, sino facilitar la inspección de la calidad de las aguas, tanto en su composición química como biológica, contribuyendo a mejorar la gestión del recurso hídrico.

Las medidas planteadas permitirán no sólo incrementar el control sobre el ciclo hídrico, tanto en términos de cantidad y calidad, sino que permitirán seguir manteniendo, en un futuro marcado por la reducción de las lluvias, un potencial de generación hidroeléctrica que permita hacer frente al incremento de la demanda y a las necesidades de apostar por energías con bajas emisiones de gases de efecto invernadero.

PROGRAMA 5: MEJORA DE LAS INFRAESTRUCTURAS DE ALMACENAMIENTO Y LAS REDES DE DISTRIBUCIÓN DEL GAS NATURAL

**Objetivos:** Aumentar la resistencia de las infraestructuras de distribución y almacenamiento gasistas frente a condiciones meteorológicas y climáticas más exigentes. Mejorar el diseño para mantener o aumentar la eficiencia de las infraestructuras de distribución y almacenamiento de gas natural.

**Impacto al que va dirigido:** Vulnerabilidad de las infraestructuras gasistas ante los fenómenos meteorológicos adversos.

Las alteraciones previstas en el régimen de temperaturas, principalmente las relativas a temperaturas máximas pueden suponer un incremento del desgaste de materiales empleados en los gasoductos y otras infraestructuras de distribución de gas natural. Asimismo, la mayor exposición a fenómenos meteorológicos de carácter extraordinario como vientos huracanados, fuertes tormentas e inundaciones pueden suponer un riesgo añadido para las estructuras de almacenamiento y transporte de gas natural. En este contexto y dado el importante uso que se hace en Extremadura del gas natural para consumo doméstico en calefacción y consumo industrial para procesos productivos, se considera necesario, mejorar las infraestructuras existentes y futuras, aumentando su resistencia frente a las inclemencias meteorológicas, con objeto de reducir la vulnerabilidad del sistema gasista.

La actual planificación de los sectores de electricidad y gas natural a nivel nacional, con periodo de vigencia 2008-2016, fue aprobada en mayo de 2008 (MITYC, 2008) considerando el marco de referencia del cambio climático. Entre otros aspectos, se marcaron objetivos relacionados con las redes de distribución y el desarrollo de las redes de transporte, desde la perspectiva de atención de los mercados doméstico, comercial e industrial por parte de Gas Extremadura, incrementando en el periodo 2009-2012. Es necesario, que tanto para las nuevas infraestructuras proyectadas como para las derivadas de la planificación posterior, se considere el hecho de que el cambio climático afectará a las instalaciones de almacenamiento y transporte de gas, siendo imprescindible incrementar el nivel de resistencia de las infraestructuras a las condiciones del clima en el futuro.

**Documentos de referencia**

- *Planificación de los sectores de electricidad y gas 2008-2016. Desarrollo de las redes de transporte* (MITYC, 2008). Incluye información sobre las previsiones de la demanda eléctrica y de gas y los recursos necesarios para satisfacerla, estableciendo las redes de transporte a construir teniendo como referencia los objetivos, que a nivel de la Unión Europea se han fijado para el horizonte 2020.
- *Orden ITC/734/2010*, de 24 de marzo (BOE nº 74 del 26 de marzo de 2010), por la que se inicia el procedimiento para efectuar propuestas de desarrollo de la red de transporte de energía eléctrica, de la

red de transporte de gas natural y de las instalaciones de almacenamiento de reservas estratégicas de productos petrolíferos.

- *Orden ITC/3862/2007*, de 28 de diciembre (BOE nº 312, del 29 de febrero 2007), por la que se establece el mecanismo de asignación de la capacidad de los almacenamientos subterráneos de gas natural y se crea un mercado de capacidad.

### Descripción

La elevada exposición a temperaturas extremas, principalmente durante las olas de calor proyectadas en el marco del cambio climático, pueden afectar a la estructura y las propiedades de los materiales empleados en las infraestructuras gasistas: gasoductos, centrales de regasificación, estaciones de compresión, plantas de almacenamiento en superficie de gas natural (esferas de propano), etc. Con objeto de evitar problemas de seguridad y suministro, se considera necesario efectuar estudios técnicos que permitan adaptar dichas infraestructuras a las nuevas condiciones climáticas. Para ello, por un lado se plantea un programa de financiación destinado a investigación y desarrollo sobre materiales y clima, y por otro lado, existe la posibilidad de desarrollar en Extremadura instalaciones de almacenamiento subterráneo de gas como las existentes en Palancares, Poseidón o Marismas en Huelva. Se considera de carácter estratégico, disponer de almacenes subterráneos y de cobertura de picos de demanda de gas con el fin de mejorar la garantía y la seguridad de abastecimiento del sistema. Por eso, se recomienda acabar de concretar los almacenes subterráneos estratégicos del sistema peninsular de gas para los próximos años y plantear alguno en territorio extremeño. Para ello es necesario elaborar estudios de viabilidad técnica, económica y ambiental que se acompañen de los pertinentes procesos de consulta y de concertación social de los proyectos (Tabla 31).

**Tabla 31. Programa 5. Medida 5.1: Promover el desarrollo de nuevos materiales de modo que los conductos de distribución del gas natural, así como los dispositivos de almacenamiento situados en superficie y subterráneos no se vean afectados por los cambios de temperatura.**

MEDIDAS	ACCIÓN	DOCUMENTO DE REFERENCIA	INDICADORES
5.1. Promover el desarrollo de nuevos materiales de modo que los conductos de distribución del gas natural así como los dispositivos de almacenamiento situados a la intemperie no se vean afectados por los cambios de temperatura	<p>Potenciar la investigación relativa a los efectos del cambio climático sobre la resistencia de los materiales de infraestructuras gasistas</p> <p>Elaborar estudios sobre la viabilidad ambiental, económica y técnica de almacenamientos subterráneos de gas natural</p>	<p>Ministerio de Industria, Turismo y Comercio (MITYC, 2008)</p> <p>Orden ITC/3862/2007</p>	Financiación dedicada

Por otro lado, es necesario que las infraestructuras de distribución y almacenamiento de gas natural vayan incorporando progresivamente las mejoras efectuadas, para lo cual es necesario articular herramientas legales para que los propietarios de dichas instalaciones inviertan el suficiente capital para garantizar, que las condiciones climáticas futuras no afectarán al funcionamiento de las infraestructuras gasistas (Tabla 32).

**Tabla 32. Programa 5. Medida 5.2: Incentivar financiera y normativamente estudios relacionados con la adaptación al cambio climático en empresas adjudicatarias y explotadoras de sistemas de transporte, distribución y almacenamiento de gas natural.**

MEDIDAS	ACCIONES	DOCUMENTO DE REFERENCIA	INDICADORES
5.2. Incentivar financiera y normativamente estudios relacionados con la adaptación al cambio climático en empresas adjudicatarias y explotadoras de sistemas de transporte, distribución y almacenamiento de gas natural	Incentivar la modernización de los sistemas de transporte, distribución y almacenamiento de gas natural en Extremadura de acuerdo con los criterios más innovadores de resistencia a inclemencias meteorológicas y climatológicas	Ministerio de Industria, Turismo y comercio (MITYC, 2008)	Financiación dedicada  Instalaciones gasistas con proyectos de adaptación al cambio climático

### **Beneficios obtenidos**

La modernización de las infraestructuras gasistas en Extremadura, permitirá hacer frente a las condiciones futuras del clima, reduciendo la vulnerabilidad del sistema energético y ayudando a garantizar el suministro en el futuro.

La menor incidencia de la temperatura y los fenómenos meteorológicos extremos redundará en una mayor seguridad energética y en un menor coste por reparaciones o seguros que cubran inclemencias del tiempo.

El almacenamiento subterráneo de gas natural podrá permitir mejorar no sólo la capacidad de almacenamiento total de recursos energéticos, sino que dado su carácter estratégico permite a la región mejorar su capacidad de respuesta frente a situaciones socioeconómicas y geopolíticas adversas, en las que el suministro de gas natural sea caro o inviable técnicamente. Este hecho mejora la confianza de los usuarios y del tejido productivo pudiendo favorecer un incremento del dinamismo económico regional.

## PROGRAMA 6: DESARROLLO DE NUEVAS TECNOLOGÍAS Y METODOLOGÍAS DE APROVECHAMIENTO DE LOS RECURSOS NATURALES

**Objetivos:** Incrementar el sistema de generación eléctrico, aprovechando los recursos naturales disponibles y aumentar la garantía de suministro energético.

**Impacto al que va dirigido:** Recortes energéticos consecuencia de la insuficiente producción.

Actualmente, existe una diversidad importante de fuentes de generación de energía aprovechando distintos tipos de recursos naturales: hidrocarburos, energías renovables, y principalmente recursos nucleares. El siglo XXI es indudablemente un momento de cambio de modelo energético motivado por el agotamiento de ciertos recursos, por el problema del cambio climático y por la necesidad progresiva de adaptación al paradigma de la sostenibilidad social, económica y ambiental.

Como se ha comentado con anterioridad, las energías renovables jugarán un papel determinante en el futuro a medio y largo plazo, siendo necesario incorporar dichas tecnologías al sistema de generación energético. Las tecnologías energéticas renovables desempeñarán un papel fundamental para conciliar la competitividad y la sostenibilidad de la energía, reforzando a su vez la seguridad del suministro y la independencia energética. El sistema de las energías renovables es heterogéneo tanto desde el punto de vista del recurso explotado como de la eficiencia de conversión y de las necesidades técnicas, ambientales y económicas de cada tecnología. Sin embargo, en las últimas décadas se han ido incrementando las oportunidades de implantación de estas energías al tiempo que se han ido solventado sus problemas e inconvenientes, siendo España, en la actualidad, un país líder en energías renovables. Esta posición de liderazgo en tecnologías energéticas de bajas emisiones de carbono es una oportunidad económica importante tanto desde la perspectiva del mercado laboral interno, como desde las oportunidades de transferencia tecnológica a otros países y mercados. Considerando que las energías renovables permitirán mejoras sustanciales en la disponibilidad de oferta de energía, en el dinamismo del tejido productivo nacional, en la reducción de la huella de carbono y en la independencia energética del país, es clave seguir investigando e innovando en dichas tecnologías. El presente programa del plan sectorial de adaptación al cambio climático del sector energético de Extremadura pretende incentivar la investigación de tecnologías que permitan el aprovechamiento de recursos naturales existentes en la región que no están actualmente aprovechados, fundamentalmente la biomasa en sentido amplio: restos de podas y cosechas, restos agroganaderos, residuos de la industria agroalimentaria y maderera, compost, residuos sólidos urbanos, biomasa residual húmeda, cultivos energéticos y biocombustibles.

Además, dado que el petróleo es un componente esencial no sólo en el ámbito energético sino en la fabricación de plásticos, materiales electrónicos, aceites y lubricantes, textiles, etc. es probable que

conforme se vaya reduciendo su disponibilidad a nivel mundial, se destine a usos no energéticos donde sea más difícil sustituirlo, fomentando la implantación de las energías renovables.

### **Documentos de referencia**

- ***Libro Blanco. Adaptación al cambio climático: Hacia un marco europeo de actuación COM (2009) 147 final*** (Comisión de las Comunidades Europeas, 2009).

- ***Energía inteligente – Europa***: La Comisión propone un esbozo de plan estratégico europeo para las tecnologías energéticas que abarcará todo el proceso de innovación, desde la investigación fundamental hasta la comercialización. Dicho plan estratégico respaldará el Séptimo Programa Marco de Investigación, que prevé un aumento del 50 % de los gastos anuales en investigación en el ámbito de la energía.

- ***Comunicación de la Comisión, de 7 de diciembre de 2005, Plan de acción sobre la biomasa*** (Comisión de las Comunidades Europeas, 2005). Frente a la dependencia cada vez mayor que tiene Europa respecto de los combustibles fósiles, el recurso de la biomasa constituye una de las principales soluciones para garantizar la seguridad de los abastecimientos y la sostenibilidad de la energía en el Continente. La Comunicación presenta una serie de medidas comunitarias con las que se pretende aumentar la demanda de biomasa, reforzar la oferta, eliminar los obstáculos técnicos y desarrollar la investigación.

- ***Comunicación de la Comisión, de 8 de febrero de 2006, Estrategia de la UE para los biocarburantes*** (Comisión de las Comunidades Europeas, 2006b). La estrategia europea responde a un triple objetivo: promover una mayor utilización de los biocarburantes en la Unión Europea y los países en desarrollo, preparar la utilización a gran escala de biocarburantes, y desarrollar la cooperación con los países en desarrollo para la producción sostenible de biocarburantes.

- El ***Plan de Acción Nacional de Energías Renovables (PANER) 2010-2012*** (IDAE, 2010), relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables, establece que cada estado miembro elaborará un Plan de Acción Nacional en materia de Energías Renovables (PANER) para conseguir los objetivos nacionales fijados en la propia Directiva. Los objetivos marcados para España consisten en que el 20 % del consumo final bruto de energía provenga de energías renovables; con un porcentaje del 10 % en el transporte para el año 2020.



### **Descripción**

El aprovechamiento de la biomasa con fines energéticos tanto para calefacción, como para transporte y en la generación de electricidad podría permitir hacer frente a la dependencia de energía importada al tiempo que, mejorar la competitividad, diversificar el abastecimiento, reducir las emisiones de GEI, fomentar el desarrollo sostenible y mejorar la seguridad del suministro a nivel regional.

El presente programa relativo al incentivo de la biomasa como fuente de energía, se inscribe en la política energética europea, en la que se considera que en el futuro la biomasa deberá sustituir en parte la función que realizan los combustibles fósiles. Las medidas planteadas han de evaluarse tanto desde la perspectiva energética como ambiental, considerando que los terrenos forestales y los ecosistemas de los que se pueda aprovechar la biomasa son esenciales para el suministro a la sociedad, de alimento y servicios ecosistémicos como la regulación del clima, la captura de CO<sub>2</sub>, el control del ciclo hidrológico y ciclos biogeoquímicos, el enriquecimiento de los suelos, etc.

### **Biomasa para usos térmicos**

La biomasa genera aproximadamente el 90% de la energía térmica que procede de las energías renovables, siendo la principal fuente renovable de calor (Nieto y Linares, 2011). El procedimiento de aprovechamiento de la biomasa es sencillo y poco costoso desde el punto de vista tecnológico. Sin embargo, aún se está lejos de aprovechar toda la biomasa residual disponible para calefacción y de incrementar al máximo el rendimiento de las calderas. De hecho, a escala doméstica las calderas de biomasa para calefacción son minoritarias en un mercado en el que predominan las calderas alimentadas con hidrocarburos. Por todo ello, es necesario incentivar un incremento de la utilización de la biomasa para usos térmicos, tanto en ámbito doméstico como para edificios colectivos. Se trata, pues, de favorecer su utilización haciéndola más competitiva, rentable y cómoda (Tabla 33). En Extremadura, a modo de ejemplo, el Ayuntamiento de Baños de Montemayor (Cáceres) ha instalado una caldera de biomasa para climatizar el Centro de Formación "Fermín Chamorro Chorro" del municipio, un espacio que se convierte así en el primer centro público del norte de Extremadura acondicionado íntegramente con biomasa (pellets de madera, astillas, residuos forestales y huesos de aceituna).

**Tabla 33. Programa 6. Medida 6.1: Promover estudios para la optimización del proceso de obtención de biocombustibles sólidos para calefacción, a partir de biomasa procedentes de residuos agrícolas y cultivos energéticos en Extremadura.**

MEDIDAS	ACCIONES	DOCUMENTOS DE REFERENCIA	INDICADORES
6.1. Promover estudios para la optimización del proceso de obtención de biocombustibles sólidos para calefacción, a partir de biomasa procedentes de residuos agrícolas y cultivos energéticos en Extremadura	Adoptar nuevas normas que regulen específicamente la utilización de las fuentes de energía renovables para la calefacción	COM (2005) 628 final	Financiación dedicada
	Incentivar la investigación relacionada con la calefacción de biomasa en ámbito doméstico e industrial		
	Adecuar la normativa para incentivar la instalación de calderas de biomasa (leña tradicional y leña briquetada)		
	Mejorar los sistemas de suministro de biomasa para calefacción	Instituto para la Diversificación y el Ahorro Energético (IDAE, 2010)	Normativa aprobada
	Realizar un estudio sobre la mejora del rendimiento de las calderas domésticas alimentadas con biomasa y sobre la reducción de la contaminación		Potencia instalada de calderas alimentadas por biomasa
Promover estudios para la optimización del proceso de obtención de biocombustibles sólidos en forma de pellets, a partir de biomasa procedentes de residuos agrícolas y cultivos energéticos en Extremadura			

### Biomasa para uso eléctrico

En la actualidad, la contribución de la biomasa para uso eléctrico es insignificante en el conjunto nacional, estando instalada fundamentalmente en plantas junto a industrias papeleras o de extracción de aceite que consumen la electricidad producida a partir de sus propios residuos. Por otro lado, el biogás es un subproducto obtenido en el tratamiento de ciertos residuos biodegradables como los ganaderos, lodos de estaciones depuradoras de aguas residuales (EDAR), efluentes industriales y la fracción orgánica de los residuos sólidos urbanos (RSU). Se debería fomentar las posibilidades de esta tecnología en las zonas productoras de los residuos ganaderos es fundamental de cara al futuro de estas aplicaciones (Nieto y Linares, 2011).

Para que la biomasa se desarrolle en el sector energético en Extremadura de la mejor forma posible, es necesario potenciar la investigación en nuevas formas de aprovechamiento, y la implementación de las tecnologías existentes de manera que se pueda ir incrementando progresivamente el porcentaje de electricidad generada a partir de residuos forestales, agrícolas, podas de jardines, RSU, etc. (Tabla 34).

**Tabla 34. Programa 6. Medida 6.2: Promover el uso de la biomasa para uso eléctrico.**

MEDIDAS	ACCIONES	DOCUMENTOS DE REFERENCIA	INDICADORES
6.2 Promover el uso de la biomasa para uso eléctrico	Incentivar la investigación relacionada con el aprovechamiento de residuos como biomasa de uso eléctrico en instalaciones de co-combustión y co-gasificación	COM (2005) 628 final	Financiación dedicada
	Fomentar la instalación de plantas de aprovechamiento de residuos para la generación de electricidad en Extremadura	Instituto para la Diversificación y el Ahorro Energético (IDAE, 2010)	Potencia eléctrica generada a partir de residuos (GWh/año)

### Biocarburantes para el transporte

Los biocarburantes se obtienen a partir de la biomasa, un recurso renovable, constituyen una fuente de energía renovable y representan una alternativa a las fuentes de energía fósil utilizadas por el sector del transporte. Con objeto de incrementar el uso de los biocarburantes en el marco comunitario, la actual planificación plantea entre otras iniciativas, estimular la demanda de biocarburantes; actuar en provecho del medio ambiente en términos de reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero garantizando la producción sostenible de alimentos; desarrollar la producción y distribución de biocarburantes; ampliar el suministro de materias primas; potenciar las oportunidades comerciales de los biocarburantes y fomentar la investigación y la innovación en esta materia.

A pesar de sus efectos positivos sobre la contención de las emisiones de GEI, los biocarburantes plantean en la actualidad dudas sobre su impacto en los usos del suelo, en especial en lo que respecta a la deforestación que producen y a los posibles efectos indirectos sobre hambruna en países en vías de desarrollo. En este sentido, una solución puede ser la fermentación de biomasa no aptas para la alimentación humana, tales como residuos agrícolas y otros cultivos lignocelulósicos. En este contexto, se considera necesario potenciar la investigación sobre biocarburantes, en el ámbito territorial extremeño que favorezcan la utilización de residuos vegetales y puedan ser empleados en la locomoción (Tabla 35).

**Tabla 35. Programa 6. Medida 6.3: Promover el uso de los biocarburantes para el transporte.**

MEDIDAS	ACCIONES	DOCUMENTOS DE REFERENCIA	INDICADORES
6.3. Promover el uso de los biocarburantes para el transporte	Incentivar la investigación relacionada con el aprovechamiento de biomasa para locomoción	COM (2006) 34 final	Financiación dedicada
	Elaborar una normativa para impulsar la adquisición pública y privada de vehículos impulsados por biocombustibles	Instituto para la Diversificación y el Ahorro Energético (IDAE, 2010)	Número de vehículos adquiridos

### **Beneficios obtenidos**

El territorio de Extremadura está cubierto fundamentalmente por terrenos agrícolas y forestales. Del aprovechamiento de todos ellos, se generan residuos que pueden ser aprovechados como biomasa para la calefacción, para el transporte o para la generación de electricidad, siempre y cuando se disponga de las infraestructuras adecuadas: sistemas de recogida, de distribución y plantas de conversión energética. Las inversiones en estas nuevas tecnologías contribuirán de forma directa a la mejora del sistema energético, aumentando la seguridad e independencia energética extremeña y fomentando el crecimiento y el empleo regional.

El aprovechamiento de los residuos, favorece que éstos no generen problemas ambientales por no ser correctamente gestionados, por lo que indirectamente se resuelve un problema de gestión de desechos que en ocasiones, pueden resultar costosos como el caso de los residuos ganaderos o los residuos sólidos urbanos (RSU).

Además, la biomasa sólida puede ser aprovechada para fines caloríficos o eléctricos, en el lugar en el que se produce por lo que el coste de transporte y distribución se reduce permitiendo a los usuarios disponer de una energía más barato. Esto repercute positivamente en las posibilidades de éxito económico de determinadas actividades silvícolas y agropecuarias cuyo margen de beneficios suele ser escaso.

En el ámbito de la biomasa para el transporte, es necesario elaborar una política clara sobre el papel de los biocarburantes que considere las diferentes políticas que abarcan, política agrícola, tecnológica y ambiental que permitan crear sinergias entre ellas y generen una mayor eficiencia de tal manera que todas las políticas se orienten hacia unos mismos objetivos sin menoscabo de la seguridad alimentaria y de la conservación de la naturaleza.

### **8.2. Otras medidas y opciones adaptativas**

La evaluación del riesgo del cambio climático es una tarea compleja con muchas incertidumbres asociadas, que requiere una aproximación multidisciplinar, científica, social y económica. Además de las medidas contempladas dentro de las estrategias, planes y programas expuestos en el punto anterior, a continuación se comentan una serie de medidas que podrían contribuir a dicha adaptación.

En primer lugar y dado el carácter dual del sector energético como emisor de GEI (y por tanto vector de cambio climático) y como sector que se ve afectado por las alteraciones climáticas, es necesario vincular las medidas de adaptación que se tomen a las herramientas de mitigación que ya están

planteadas. En este contexto, Extremadura cuenta con la *Estrategia de Cambio Climático 2009-2012* como marco que agrupa y dirige las actuaciones en materia de mitigación y adaptación durante el periodo 2009-2012, y con el *Plan de Seguimiento de la Estrategia de Cambio Climático para Extremadura 2009-2012* (Consejería de Industria, Energía y Medio Ambiente, 2010), basado en un sistema de indicadores que permite evaluar el grado de cumplimiento de los objetivos establecidos.

La Estrategia de Cambio Climático se basa en seis principios estratégicos que constan a su vez de unos objetivos y una serie de áreas y líneas de actuación para conseguirlos (Tabla 36). Algunas de las actuaciones proyectadas en la Estrategia son de interés en la aplicación de políticas de adaptación como el fomento de las energías renovables, la apuesta decidida por el ahorro y la eficiencia energética, la adaptación del sistema de transporte a un escenario de mayor complejidad energética o la adecuada ordenación territorial en la región.

Existen otros aspectos de interés en relación con el sistema energético y el diseño de medidas de adaptación al cambio climático en Extremadura.

#### **Diversificación de las pérdidas**

La introducción en los mercados financieros de productos relacionados con algún parámetro climático como el viento, la temperatura, las precipitaciones, etc. se plantea como una opción adaptativa (MMA, 2005). Gestores de riesgo cubrirían riesgos asociados al clima de empresas expuestas al cambio climático, como por ejemplo la disminución del consumo de energía por un verano con temperaturas suaves. La realización de **seguros** sobre las infraestructuras energéticas más vulnerables frente a los posibles fenómenos meteorológicos extremos es una medida novedosa en España que debería empezar a tomarse más en consideración.

Por otro lado, es necesario potenciar la **coordinación** entre las Administraciones Públicas y las empresas para agilizar la reparación de daños por efecto de condiciones meteorológicas extremas. Para ello es posible elaborar un protocolo de comunicación que permita reconducir la situación de daño tras una afección de origen meteorológico o climático.

Tabla 36. Mapa de la Estrategia de Cambio Climático para Extremadura.

Principios estratégicos		Objetivos	Áreas	Líneas de actuación
<b>Misión</b>	<b>1. Principio de desarrollo sostenible</b>	Ajustar las emisiones de GEI contribuyendo al cumplimiento de Kyoto	<b>Mitigación de las emisiones de GEI</b>	1. Fomentar las energías renovables y la eficiencia energética. 2. Promover la producción y el uso de los biocarburantes. 3. Mejorar y promover el transporte público. 4. Aplicar de forma pro-activa el Código Técnico de la Edificación. 5. Gestión de residuos sólidos urbanos. 6. Fomentar el compostaje como tratamiento de los residuos orgánicos. 7. Llevar a cabo una correcta gestión de los residuos ganaderos. 8. Incorporar prácticas agrícolas con una fertilización sostenible. 9. Fomento de la captación de carbono por los sumideros. 10. Fomentar un uso eficiente del agua.
		Lograr que las actuaciones y proyectos incorporen el CC como un factor esencial	<b>Integración del CC en la evaluación de Planes y Programas</b>	11. Incorporar criterios que tengan en cuenta el CC en la evaluación ambiental de Planes y Programas. 12. Incorporar criterios de CC para el otorgamiento de licencias y autorizaciones administrativas. 13. Puesta en marcha de Planes de Ordenación Territorial.
	<b>2. Principio de Responsabilidad</b>	Desarrollar instrumentos para gestionar la variable CO2 y evaluar el cumplimiento de esta Estrategia	<b>Desarrollo de instrumentos</b>	14. Creación de un Observatorio Extremeño de Cambio Climático que coordine todas las políticas con incidencia en las emisiones de GEI. 15. Desarrollar inventarios anuales de emisiones de GEI. 16. Desarrollar el inventario de sumideros de Extremadura.
	<b>3. Principio de prevención</b>	Sentar las bases para adaptarnos al cambio climático	<b>Preparación y adaptación</b>	17. Desarrollar un mapa de impactos del CC en Extremadura. 18. Elaborar un plan de acción para la adaptación al CC.
	<b>4. Principio de innovación</b>	Región pionera en el desarrollo de soluciones	<b>Formación y conocimiento</b>	19. Desarrollar acciones de formación en materia de cambio climático en todos los sectores de la sociedad extremeña.
	<b>5. Principio de gobernanza</b>	Hacer frente de modo global a la degradación ambiental.	<b>Política ambiental</b>	20. Contribuir al desarrollo y demostración de enfoques innovadores, tecnologías, métodos e instrumentos.
				21. Contribuir a consolidar el conocimiento de base del desarrollo, control y evaluación de la política y legislación ambiental.
				22. Facilitar la aplicación de la política ambiental comunitaria.
	<b>6. Principio de la difusión</b>	Conseguir que la sociedad extremeña sea sensible frente al cambio climático como la Administración agente tractor	<b>Sensibilización</b>	23. Desarrollar campañas de sensibilización en materia de CC en todos los sectores de la sociedad extremeña.
				24. Llevar a cabo acciones de reducción de emisiones en las sedes del Gobierno de Extremadura que sirvan como ejemplarizantes para los demás sectores de la sociedad extremeña.
				25. Implicar a los ciudadanos en la elaboración de planes de actuación que persigan la mitigación del CC.

### **Reducción de la vulnerabilidad**

Las infraestructuras existentes se presentan especialmente vulnerables a los impactos del cambio climático. El **desarrollo de infraestructuras y normas de construcción adecuadas** viene amparado por la UE, a través de recomendaciones dispuestas en el *Libro Blanco de Adaptación al Cambio Climático* (Comisión de las Comunidades Europeas, 2009). Además del aumento de la resistencia de las infraestructuras energéticas ya comentada mediante la renovación de las existentes o de la planificación futura considerando el cambio climático, las principales medidas de reducción de la vulnerabilidad del sector energético son,

- **Aplicación de los eurocódigos**, que son códigos de práctica unificados a nivel internacional para el diseño estructural de edificios y obras de ingeniería (entre ellas infraestructuras energéticas) que, con el tiempo, sustituirán a los códigos nacionales (Recomendación 2003/887/CE de la Comisión).
- Tener en cuenta los **impactos del cambio climático al aplicar la Directiva de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) y la Directiva de Evaluación Ambiental Estratégica (EAE)**, así como las **políticas de ordenación territorial**. Condicionando las inversiones públicas y privadas a la realización de una evaluación del impacto climático, y a la viabilidad de incorporar criterios de sostenibilidad (por ejemplo, tener en cuenta el cambio climático) en normas armonizadas para la construcción (Ej. Eurocódigos).
- Otra medida consistiría en trabajar conjuntamente con las **organizaciones de normalización y certificación**, puesto que son las encargadas de elaborar las normas necesarias para que el mercado incorpore nuevas tecnologías.

### **Aumento de la eficacia de la gestión de la red eléctrica**

Se hace necesario intensificar la gestión de la respuesta a la demanda, de tal manera que la red sea capaz de soportar acusadas fluctuaciones de demanda y producción de electricidad, así como la creación de centros específicos para coordinar la producción eléctrica.

Con el fin de acelerar el desarrollo y la implantación al mínimo coste de tecnologías con baja emisión de carbono, la Comisión Europea está trabajando desde 2007 en el *Plan Estratégico Europeo de Tecnología Energética* (Plan EETE. Comisión de las Comunidades Europeas, 2007a).

### **Prevención de los efectos**

Para prevenir los efectos sería necesario desarrollar nuevas políticas reguladoras que aseguren una generación y distribución sostenible, además de la elaboración de una **estrategia autonómica de integración de las fuentes energéticas renovables en la red eléctrica**, junto con la colaboración de los agentes del mercado. Se tratarían aspectos tales como la asignación de costes a lo largo de la cadena de abastecimiento, los costes adicionales, las tecnologías de transporte, la conexión entre las redes locales y europeas y la coherencia normativa.

### **Producción energética**

Es necesario la promoción de proyectos que lleven la energía desde las zonas de excedencia hasta otras donde se necesite, asegurando así un uso más eficiente de las fuentes de energía locales, además sería conveniente el **impulso de las nuevas tecnologías de redes**. Un ejemplo sería la producción de electricidad en los hogares y la producción combinada de calor y electricidad, medidas para las cuales ya existen ayudas en la Comunidad de Extremadura.

En esta misma línea de reducción de distancias entre los centros de producción y los de consumo, en función de las amenazas climatológicas se **reubicarían los centros** de suministro eléctrico, que determinarían a su vez los emplazamientos de las distintas actividades económicas.

Para poder llevar a cabo las medidas anteriores, es necesaria la **evaluación de la vulnerabilidad** de las instalaciones e infraestructuras de producción actual y futura, y distribución de energía, teniendo en consideración **las nuevas oportunidades para la inversión** en nuevas fuentes de energía. Asimismo, para conseguir una reducción en las emisiones y una mayor eficiencia energética, es necesario llevar a cabo una **revisión del mix energético extremeño**.

La promoción de **acuerdos comerciales** para reducir el consumo en aquellas actividades que más energía emplean, es otra de las medidas a considerar.

### **Medidas en relación con la energía hidroeléctrica**

La disminución de los recursos hídricos incide en un gran número de sectores. En concreto, las políticas definidas para regular el sector energético a nivel nacional deberán incidir en tres aspectos fundamentales:

- Disminución de la producción de energía de origen hidráulico inherente a la disminución de recursos.
- Aumento del consumo energético por el incremento de las operaciones de desalación.



- Bombeos en trasvase y de aguas subterráneas como paliativo de la escasez hídrica.

Es necesario que cuando se elaboren los escenarios energéticos futuros, se considere la posibilidad de destinar energía al bombeo aguas arriba en embalses reversibles, como forma de almacenamiento de energía y el coste energético de la desalación (aunque Extremadura no tenga salida al mar, este coste en energía realizado en otras Comunidades Autónomas repercutirá en el balance energético extremeño).

### **8.3. Necesidades de investigación y detección del cambio**

Se han identificado una serie de necesidades de investigación en el marco de la adaptación al cambio climático del sector energético que sería interesante plantear para alcanzar un grado de adaptación óptimo. Algunas de ellas se han comentado en los programas sectoriales del punto 8.1,

- Profundizar en el conocimiento de las interrelaciones entre los escenarios climáticos proyectados, impactos y la demanda eléctrica, considerando aspectos socioeconómicos en los escenarios como que una mejora de la renta puede dar lugar a una modificación de los hábitos de la sociedad, en la medida que pueda permitirse mayor grado de confort y por tanto modificar la demanda de energía.
- Impulsar la investigación y el desarrollo en la captura, transporte y almacenamiento de CO<sub>2</sub> (CAC).
- Fomentar la mejora de las redes de distribución de energía, favoreciendo la cooperación entre la comunidad científica y el sector privado en esta materia.
- Considerar los efectos del cambio climático en las redes energéticas, en lo que respecta a la ubicación de los centros de producción, líneas y conducciones de energía.
- Investigar las consecuencias que pueda tener la conexión de los automóviles eléctricos a las redes eléctricas. Igualmente, se debería trabajar con la posibilidad de almacenamiento de energía en vehículos eléctricos y su vertido a red en horas punta.

- Fomentar la investigación y el desarrollo en almacenamiento energético o diseño de edificios para almacenar energía, redes inteligentes y sistemas que empleen la energía de manera más eficiente.
- Elaborar estudios técnicos de potencial de generación energético de las distintas energías renovables y de las distintas formas de biomasa en Extremadura.
- Profundizar en el conocimiento del cambio climático y su interacción sobre la demanda de energía a nivel regional y por sectores económicos.

En lo relativo a la detección del cambio, se proponen los siguientes indicadores para el sector de la energía,

- Puntas de demanda en verano. Relación entre la punta de demanda en invierno/verano
- Grado de utilización de la hidráulica en generación
- Precio de la electricidad (contado y a plazo)
- TIEPI, tiempo de interrupción anual del suministro eléctrico
- NIEPI, número de interrupciones anuales del suministro eléctrico
- Empleo en refrigeración
- Empleo en calefacción
- Empleo para aportes energéticos en los procesos

Los siguientes indicadores se elaboran anualmente para el conjunto nacional por parte del Observatorio de la Sostenibilidad de España (OSE, 2011) y permiten conocer la evolución de las principales magnitudes energéticas. Dado que la metodología de cálculo está publicada puede ser interesante realizar los trabajos para su obtención en el ámbito de Extremadura,

- Consumo de energía primaria y final
- Intensidad energética de la economía (industria, agricultura, sector servicios)
- Dependencia energética
- Aportación de biocombustibles en el consumo de carburantes
- Participación de las energías renovables en el mix energético
- Aportación de las energías renovables al consumo bruto de electricidad
- Balanzas de energía eléctrica
- Gestión de la energía eléctrica
- Emisiones de gases de efecto invernadero (GEI)

- Población expuesta a contaminación atmosférica
- Cambio de la temperatura del aire en superficie
- Balanza de carbono de las CCAA
- Consumo de energía del sector transporte
- Intensidad energética del transporte

## **9. Conclusiones**

El análisis de los Escenarios Regionalizados de Cambio Climático para Extremadura realizado en este informe, pone de manifiesto que en las próximas décadas la región podría sufrir numerosos cambios relacionados con el clima, que podrían repercutir de manera decisiva en distintos sectores claves para el desarrollo regional, como es el sector de la energía.

Asimismo, la cartografía climática de la región, presentada bajo los escenarios de emisiones (A2), escenarios basados en un crecimiento y desarrollo económico alto, con elevadas emisiones de gases de efecto invernadero, y los escenarios de emisiones (B2), escenarios basados en un desarrollo orientado a la protección del medio ambiente, donde se producirían emisiones de gases de efecto invernadero, pero a menor ritmo que en el escenario de emisiones (A2), determinan la importancia de las medidas de mitigación de gases de efecto invernadero en la región. La implantación de estas medidas atenuarían los impactos, y por tanto redundarían en una menor necesidad de medidas de adaptación al cambio climático, ya que se esperarían menos cambios en cuanto a temperatura y precipitación, fruto de unas menores concentraciones atmosféricas de gases de efecto invernadero. De esto se concluye, que las medidas de mitigación al cambio climático no son excluyentes de las medidas de adaptación, sino que ambas políticas deben ser complementarias.

En el presente documento, se ha tratado de poner de manifiesto la relación entre cambio climático y sector energético en Extremadura documentando para ello, las principales características del sector energético en la región, analizando las proyecciones climáticas bajo dos escenarios de emisiones distintos, y detectando los principales impactos del cambio climático sobre el sector energético extremeño.

De la caracterización del sector energético, se extrae, que una gran debilidad del sistema energético español es la dependencia de este sector de las importaciones realizadas a otros países, ya que aproximadamente el 80% de la energía primaria consumida en España es importada. En el caso de Extremadura, aunque en el último lustro ha habido un despegue de la contribución de energías renovables al sistema de generación eléctrico, existe una elevada dependencia energética de las importaciones de productos petrolíferos para automoción y transporte y de gas natural.

La Comunidad Autónoma de Extremadura durante el año 2009, tuvo una producción de electricidad de 16.314 GWh. La principal fuente de generación eléctrica en la Comunidad es de origen nuclear, llegando a alcanzar el 90% de la producción seguida, en menor medida, de la generación eléctrica de origen hidroeléctrico. El consumo eléctrico regional durante el año 2009, se situó entre los más bajos

del país alcanzando 4.804 GWh de consumo. De esto se concluye, que la Comunidad Autónoma de Extremadura, es una región predominantemente exportadora de energía hacia otras zonas, principalmente del territorio nacional.

Las proyecciones climáticas de Extremadura determinan, que conforme avance el siglo XXI, se espera un incremento de las temperaturas en la región, principalmente de las temperaturas máximas, siendo mayores los aumentos bajo el escenario de emisiones (A2) que bajo el escenario (B2). El norte de la provincia de Cáceres se verá especialmente afectado por el incremento térmico. En cuanto al régimen de precipitaciones, se espera una reducción paulatina del volumen de lluvia anual, siendo este decremento más acusado bajo el escenario (A2). Las zonas más afectadas por la reducción de las precipitaciones serán la zona rural III (La Vera y Valle del Jerte), la zona rural I (Las Hurdes, Sierra de Gata, Trasierra-Tierras de Granadilla y Valle de Ambroz) y en menor medida la zona rural XII (Comarca de Llerena y Tentudia) y el resto de zonas rurales de Cáceres. Asimismo, se espera un incremento de la frecuencia e intensidad de eventos meteorológicos extremos en toda la región.

En cuanto a los impactos detectados sobre el sector energético extremeño, se puede indicar de manera general, que las modificaciones proyectadas en los regímenes termopluviométricos en Extremadura afectarán probablemente a los patrones de generación de energía, a la demanda energética de la población y a las infraestructuras energéticas existentes en la región. Estos impactos se verán agravados por la dependencia energética de productos importados, ya que el cambio climático podría repercutir en la producción y distribución energética a nivel mundial, afectando inexorablemente a España, y por ende a Extremadura.

Analizando de manera específica, los impactos del cambio climático sobre el sector energético en Extremadura, y con objeto de garantizar la seguridad energética y la competitividad socioeconómica frente a los cambios climáticos futuros sobre el sistema energético, se proponen una serie de medidas de adaptación para garantizar en el futuro, la generación de energía en cantidad y calidad suficiente, para hacer frente a la demanda de la población extremeña.

Debido al cambio climático se esperan impactos sobre las infraestructuras de generación, transporte, distribución y almacenamiento de energía. Las plantas de generación de electricidad, tanto nucleares como hidroeléctricas, se verán afectadas por el incremento de los vientos huracanados y los temporales. Asimismo, las infraestructuras gasistas y de distribución de hidrocarburos se verán afectadas negativamente por el aumento de las temperaturas y la influencia de las olas de calor. La exposición a altas temperaturas reducirá la resistencia de los materiales, siendo por tanto más vulnerables frente a las condiciones meteorológicas. En este sentido, las medidas de adaptación

planteadas en este documento van dirigidas a aumentar la resistencia de las infraestructuras de transporte y las redes de distribución de energía existentes en la región y la diversificación de las mismas, para lo cual ha sido necesario determinar la vulnerabilidad de las infraestructuras y las redes a las variaciones climáticas.

La reducción de los recursos hídricos proyectados en los escenarios futuros plantea dentro del sector energético extremeño principalmente dos problemáticas, la reducción de la producción de energía hidroeléctrica en la Comunidad y la menor capacidad para la refrigeración con agua de las centrales nucleares, ya que se reduce la eficiencia del proceso de enfriamiento hídrico. En este sentido, Extremadura sería especialmente vulnerable puesto que la mayor parte de la energía eléctrica que produce, es de origen nuclear e hidráulico. La reducción de la disponibilidad hídrica en la región, conllevará otro problema añadido, que es la pugna por el uso del recurso entre el sector energético y otros sectores económicos claves en la Comunidad, como pueden ser la agricultura o la ganadería.

Las medidas de adaptación planeadas para los problemas derivados de la reducción de los recursos hídricos van encaminadas al desarrollo de una planificación hidrológica regional adecuada, con la que se pueda gestionar el recurso hídrico, controlando de manera más estricta los distintos usos del agua y aumentando la eficiencia de la gestión de las mismas.

Al impacto de la menor producción eléctrica en la región, se le añadiría, el aumento de la demanda eléctrica por el uso de aire acondicionado en Extremadura durante los meses de verano, que según las estimaciones podrían incrementarse en un 50 % para el año 2080, agravando la situación futura del sistema energético en la región. En este sentido, las medidas de adaptación planteadas van orientadas principalmente a la potenciación de las energías renovables en Extremadura y al autoabastecimiento energético mediante energías renovables a la población.

En este contexto, se plantea necesario elaborar una planificación energética apropiada en la región, que establezca los objetivos estratégicos que se persiguen, las ventajas e inconvenientes de los mismos, y las políticas para alcanzarlo, dando a los agentes la información, restricciones y estímulos necesarios para que contribuyan a alcanzar los objetivos deseados, tanto de garantía de suministro como de mantenimiento de las condiciones ambientales necesarias.

El ahorro y la eficiencia energética es otro de los programas de adaptación propuestos, ya que es fundamental que la población se conciencie de la necesidad del uso inteligente de la energía. Disminuir la demanda energética de la población, reduciría las necesidades de generación eléctrica en Extremadura, este hecho resultaría clave para garantizar el suministro en todos los sectores de la

región. Entre los ámbitos prioritarios de actuación en materia de ahorro y eficiencia energética se encuentran el transporte, la producción de bienes y el sector de la edificación. La implementación de criterios bioclimáticos en la construcción y de diseño de la ciudad, que mejore la eficiencia energética se revela como una medida fundamental, dentro del programa.

De todo esto, se deduce, que el sistema energético extremeño tiene la urgente necesidad de diversificar las fuentes de energía y de implementar una política energética que vele por la seguridad del suministro en condiciones futuras adversas. La apuesta por las energías renovables que tienen un elevado potencial en Extremadura es clave para garantizar el suministro en el futuro, al tiempo que se reduciría las emisiones de gases de efecto invernadero a la atmósfera. Existe también, la necesidad de fortalecer la red de distribución de energía en la Comunidad, convirtiéndose ésta en una medida prioritaria, puesto que podrían aumentar las interrupciones en el suministro eléctrico debido principalmente a los fenómenos meteorológicos extremos, al aumento de la variabilidad de la demanda y la deslocalización de la producción.

El objetivo último del Plan de adaptación al cambio climático presentado es, reducir el nivel de vulnerabilidad de los sistemas frente al cambio de condiciones climáticas de manera, que se asegure el adecuado funcionamiento del sistema energético, siempre en consonancia con el paradigma de la sostenibilidad económica, social y ambiental. Las mejoras de las condiciones de funcionamiento del sistema energético, permitirán en el futuro hacer frente a nuevas variaciones de las necesidades. La apuesta decidida por la diversificación de las fuentes de generación, las políticas de ahorro y eficiencia energética, la mejora de las infraestructuras de transporte y distribución, son elementos clave de la política de energía a medio y largo plazo, de acuerdo con los últimos informes estratégicos elaborados a nivel nacional en el marco de la actual crisis económica, financiera, energética, ambiental y climática (Nieto y Linares, 2011).

Asimismo, el plan sectorial de adaptación se incardina dentro de la propuesta de la Unión Europea de provocar una nueva revolución industrial y crear una economía de alta eficiencia energética y baja emisión de CO<sub>2</sub>, desarrollando un mercado competitivo de energía, diversificado, moderno, descentralizado e interconectado en el que se garantice la seguridad, reduciendo el despilfarro y la ineficiencia en el uso de la energía y que permita, al mismo tiempo, cumplir con los compromisos de mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero.

## **BIBLIOGRAFÍA**

Agencia Estatal de Meteorología (AEMET). Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, 2009. Generación de Escenarios Regionalizados de Cambio Climático para España. 165 pp. Accesible en: [www.aemet.es/documentos/es/elclima/cambio\\_climat/escenarios/Informe\\_Escenarios.pdf](http://www.aemet.es/documentos/es/elclima/cambio_climat/escenarios/Informe_Escenarios.pdf)

Ayala-Carcedo F.J., 1996. Reducción de los recursos hídricos en España por el posible cambio climático. Tecnoambiente.

Ayala-Carcedo, F.J., 2000. Impactos del Cambio Climático sobre los recursos hídricos en España y viabilidad del Plan Hidrológico Nacional 2000. Ponencia II Congreso Ibérico sobre Gestión y Planificación del Agua, Oporto, noviembre 2000. 17 pp. Accesible en: <http://tierra.rediris.es/documentos/cambioclima.pdf>

Ayala-Carcedo, F.J. y Piserra, M<sup>a</sup> T., 2000. Impactos del Cambio Climático sobre la economía y los seguros en Europa. Gestión de Riesgos y Seguros, MAPFRE, Madrid, 15-20 pp.

Ayuso, A., Álvarez, J. y González, J., 2006. Cultivos para producción de biomasa en regadío en Extremadura. Vida rural. N<sup>o</sup> 222. pp. 40-43 pp.

Comisión de las Comunidades Europeas, 2005. Comunicación de la Comisión, de 7 de diciembre de 2005, Plan de acción sobre la biomasa. COM (2005) 628 final. 46 pp. Accesible en: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2005:0628:FIN:ES:PDF>

Comisión de las Comunidades Europeas, 2006a. Comunicación de la Comisión. Plan de acción para la eficiencia energética: realizar el potencial. COM (2006)545 final. Descargable en: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2006:0545:FIN:ES:PDF>

Comisión de las Comunidades Europeas, 2006b. Comunicación de la Comisión, de 8 de febrero de 2006, Estrategia de la UE para los biocarburantes. [COM (2006) 34 final - DOUE 67 de 18/03/2006]. Accesible en: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2006:0034:FIN:ES:PDF>

Comisión de las Comunidades Europeas, 2007a. Comunicación de la Comisión al Consejo, al Parlamento Europeo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones. Plan Estratégico Europeo de Tecnología Energética (Plan EETE). COM(2007) 72 final. Descargable en: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2007:0723:FIN:ES:PDF>

Comisión de las Comunidades Europeas, 2007b. Comunicación de la Comisión al Consejo Europeo y al Parlamento Europeo, de 10 de enero de 2007, Una política energética para Europa. [COM (2007) 1 final - no publicada en el Diario Oficial]. Accesible en: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2007:0001:FIN:ES:PDF>

Comisión de las Comunidades Europeas, 2008a. Libro Verde «Hacia una red europea de energía segura, sostenible y competitiva» [COM (2008) 782final – no publicada en el Diario Oficial. Accesible en: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2008:0782:FIN:ES:PDF>



Comisión de las Comunidades Europeas, 2008b. Comunicación de la Comisión, de 13 de noviembre de 2008, denominada “Eficiencia energética: alcanzar el objetivo del 20%” [COM (2008) 772 – no publicada en el Diario Oficial]. Descargable en: <http://eur-lex.europa.eu>

Comisión de las Comunidades Europeas, 2009. Libro Blanco. Adaptación al cambio climático: Hacia un marco europeo de actuación. COM (2009) 147 final. Descargable en: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2009:0147:FIN:ES:PDF>

Comisión de las Comunidades Europeas, 2009. Acuerdo Del Consejo Europeo del Paquete del Clima y la Energía en el 2008.

Comisión Nacional de la Energía. <http://www.cne.es/cne/Home>

Consejería de Administración Pública y Hacienda, 2007 Programa Operativo FEDER de Extremadura 2007 – 2013. Informe de Sostenibilidad Ambiental. Junta de Extremadura. 129 pp. Descargable en: <http://www.gobex.es/cons001/view/main/index/index.php>

Consejería de Economía, Comercio e Innovación, 2010. IV Plan Regional de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación de Extremadura (IV PRI+D+i, 2010-2013). Junta de Extremadura. 2010. 117 pp. Accesible en: <http://www.gobex.es/cons003/view/main/index/index.php>

Consejería de Industria, Energía y Medio Ambiente, 2008. *Decreto 63/2008*, de 11 de abril, por el que se establecen las bases reguladoras de las ayudas de la Junta de Extremadura a Entidades Locales para sus instalaciones eléctricas y se efectúa la primera convocatoria para 2008. DOE nº 74, del 17 de abril de 2008. Accesible en: <http://www.gobex.es/cons002/view/main/index/index.php>

Consejería de Industria, Energía y Medio Ambiente, 2009. Acuerdo para el Desarrollo Energético Sostenible de Extremadura, ADESE (2009-2012). Junta de Extremadura. 2009. 141 pp. Accesible en: <http://www.ugtextremadura.org/userfiles/e31ea3ca69bd27e646966283b38a2d79.pdf>

Consejería de Industria, Energía y Medio Ambiente, 2011. Acuerdo para el Desarrollo Energético Sostenible de Extremadura, ADESE (2011-2020). Junta de Extremadura. 2011. Borrador.

Consejería de Industria, Energía y Medio Ambiente, 2010. Plan de Seguimiento de la Estrategia de Cambio Climático para Extremadura 2009-2012. Sistema de indicadores de seguimiento. Junta de Extremadura, 134 pp. Descargable en: <http://www.extremambiente.gobex.es>

Consejo de Ministros, 2007a. Acuerdo por el que se aprueba el Plan de Acción 2008-2012 de la Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética en España, 2004-2012 (PAE4+). 20 de julio de 2007. PAE4+. 233 pp.

Consejo de Ministros, 2007b. Acuerdo por el que se aprueba la Estrategia Española de Cambio Climático y Energía Limpia. Horizonte 2007-2012-2020. 2 de noviembre de 2007.

Consejo de Ministros, 2008. Acuerdo por el que se aprueba el documento de Planificación de los sectores de electricidad y gas 2008-2016. 30 de mayo de 2008.

Convenio Marco de Colaboración, entre la Comunidad Autónoma de Extremadura y el IDAE, para la definición y puesta en prácticas de las actuaciones contempladas en el Plan de Acción 2008-2012 (PAE4+), de la Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética en España. Orden de 30 de diciembre de 2010 por la que se convoca la concesión de ayudas para actuaciones de ahorro y eficiencia energética para el año 2011. DOE nº5, de 10 de enero de 2011.

*Decreto 192/2005*, de 30 de agosto, por el que se regula el procedimiento para la autorización de las instalaciones de producción de energía eléctrica a partir de la energía eólica, a través de parques eólicos, en el ámbito de la Comunidad Autónoma de Extremadura. DOE número 104 del 6/09/2005. 12887-12896 pp. Accesible en: [http://www.extremambiente.gobex.es/pdf/Decreto192\\_2005.pdf](http://www.extremambiente.gobex.es/pdf/Decreto192_2005.pdf)

*Decisión 2006/1005/CE* del Consejo, de 18 de diciembre de 2006, relativa a la celebración del Acuerdo entre el Gobierno de los Estados Unidos de América y la Comunidad Europea sobre la coordinación de los programas de etiquetado de la eficiencia energética para los equipos ofimáticos (DOUE nº 381, de 28 de diciembre de 2006).

*Decisión Nº 1982/2006/CE del Parlamento Europeo y del Consejo*, de 18 de diciembre de 2006, relativa al Séptimo Programa Marco de la Comunidad Europea para acciones de investigación, desarrollo tecnológico y demostración (2007 a 2013) (DOUE nº 412, del 30 de diciembre de 2006).

*Decreto 61/2006*, de 31 de enero, por el que se determinan las especificaciones de gasolinas, gasóleos, fuelóleos y gases licuados del petróleo y se regula el uso de determinados biocarburantes. BOE nº41, de 17 de febrero de 2006. 16 pp.

*Decreto 63/2008*, de 11 de abril, por el que se establecen las bases reguladoras de las ayudas de la Junta de Extremadura a Entidades Locales para sus instalaciones eléctricas municipales y se efectúa la primera convocatoria para 2008. DOE nº74, del 17 de abril de 2008.

*Decreto 262/2008*, de 29 de diciembre, por el que se establecen las bases reguladoras para la concesión de subvenciones en actuaciones de ahorro y eficiencia energética. DOE número 2 del 05/01/2009. 177-207 pp. Accesible en: <http://doe.juntaex.es/pdfs/doe/2009/200/08040289.pdf>

*Decreto 263/2008*, de 29 de diciembre, por el que se establecen las bases reguladoras del régimen de concesión de subvenciones para la promoción de las energías renovables en Extremadura. DOE nº 2 del 5 de enero de 2009. 20 pp.

*Decreto 242/2009*, de 20 de noviembre, por el que se modifica el Decreto 263/2008, de 29 de diciembre, por el que se establecen las bases reguladoras para la promoción de las energías renovables en Extremadura. DOE nº 228, de 26 de noviembre de 2009.

*Decreto 115/2010*, de 14 de mayo, por el que se crean y establecen las funciones de los órganos de gobernanza para la aplicación de la Ley de Desarrollo Sostenible del Medio Rural y se determina la

delimitación y calificación de las zonas rurales de Extremadura. DOE número 95 del 20 de mayo de 2010.12.554-12. 567 pp.

*Decreto 160/2010* de 16 julio, por el que se regula el procedimiento para la autorización de las instalaciones de producción de energía eléctrica a partir de la energía eólica, mediante parques eólicos, en la Comunidad Autónoma de Extremadura. DOE nº 139, de 21 de julio de 2010. 25 pp.

*Decreto 220/2010*, de 3 de diciembre, por el que se modifica el Decreto 263/2008, de 29 de diciembre, por el que se establecen las bases reguladoras para la promoción de las energías renovables en Extremadura. DOE nº 235, del 9 de diciembre de 2010. 8 pp.

Dictamen del Comité Económico y Social Europeo sobre el tema La reestructuración del sector de los electrodomésticos de gama blanca en Europa y su incidencia sobre el cambio climático y los consumidores. DOUE nº 100, de 30 de abril de 2009.

Dictamen del Comité Económico y Social Europeo sobre el tema “Más allá de un desarrollo sostenible”. DOUE nº 100, del 30 de abril de 2009.

*Directiva 92/75/CEE* del Consejo de 22 de septiembre de 1992 relativa a la indicación del consumo de energía y de otros recursos de los aparatos domésticos, por medio del etiquetado y de una información uniforme sobre los productos. DOUE número 297, de 13 de octubre de 1992.

*Directiva 2000/60/CE* del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de octubre de 2000 por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas. DOUE número 327 del 22/12/2000. 1-72 pp. Accesible en: <http://eur-lex.europa.eu>

*Directiva 2003/30/CE* del Parlamento Europeo y del Consejo de 8 de mayo de 2003 relativa al fomento del uso de biocarburantes u otros combustibles renovables en el transporte. DOUE, 17 de mayo de 2003. Accesible en: <http://eur-lex.europa.eu>

*Directiva 2004/8/CE* del Parlamento Europeo y del Consejo de 11 de febrero de 2004 relativa al fomento de la cogeneración sobre la base de la demanda de calor útil en el mercado interior de la energía y por la que se modifica la Directiva 92/42/CEE. DOUE número 52 del 21/02/2004. 50–60. Accesible en: [http://www.thermya.com/es/pages/pdf/directiva\\_2004\\_8\\_CE\\_es.pdf](http://www.thermya.com/es/pages/pdf/directiva_2004_8_CE_es.pdf)

*Directiva 2006/32/CE* del Parlamento Europeo y del Consejo de 5 de abril de 2006 sobre la eficiencia del uso final de la energía y los servicios energéticos y por la que se deroga la Directiva 93/76/CEE del Consejo. DOUE número 114 del 27/04/2006. 64-85 pp. Accesible en: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2006:114:0064:0064:ES:PDF>

*Directiva 2008/28/CE* del Parlamento Europeo y del Consejo, de 11 de marzo de 2008 que modifica la Directiva 2005/32/CE, por la que se instaura un marco para el establecimiento de requisitos de diseño ecológico aplicables a los productos que utilizan energía, así como la Directiva 92/42/CEE del Consejo y las Directivas 96/57/CE y 2000/55/CE por lo que se refiere a las competencias de ejecución atribuidas a la Comisión. DOUE número 81, del 20 de marzo del 2008.

*Directiva 2008/105/CE* del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de diciembre de 2008, relativa a las normas de calidad ambiental en el ámbito de la política de aguas, por la que se modifican y derogan ulteriormente las Directivas 82/176/CEE, 83/513/CEE, 84/156/CEE, 84/491/CEE y 86/280/CEE del Consejo, y por la que se modifica la Directiva 2000/60/CE. DOUE número 348 del 24/12/2008. 84-97 pp. Accesible en: <http://www.mma.es/secciones>

*Directiva 2009/28/CE* del Parlamento Europeo y del Consejo de 23 de abril de 2009 relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables y por la que se modifican y se derogan las Directivas 2001/77/CE y 2003/30/C. DOUE número 140 del 05/06/2009. 16-62. Accesible en: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:140:0016:0062:ES:PDF>

*Directiva 2009/125/CE* del Parlamento Europeo y del Consejo de 21 de octubre de 2009 por la que se insta un marco para el establecimiento de requisitos de diseño ecológico aplicables a los productos relacionados con la energía. DUOE número 285, del 31 de octubre de 2009. Accesible en: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:285:0010:0035:ES:PDF>

Fernández-García, F., 1996. Manual de Climatología Aplicada. Clima, Medioambiente y Planificación. Capítulo 4: Radiación y Temperaturas. Índices Térmicos. Madrid. Editorial Síntesis S.A. 78 pp.

Foro Nuclear, 2010. Foro de la Industria Nuclear Española. Energía 2010. 25 años. 287 pp. Descargable en: [http://www.foronuclear.org/en/pdf/Energia\\_2010.pdf](http://www.foronuclear.org/en/pdf/Energia_2010.pdf)

García Casals, X. 2005. Renovables 2050. Un informe sobre el potencial de las energías renovables en la España peninsular. Greenpeace. 261 pp. Accesible en: <http://www.greenpeace.org>

Grupo Interministerial para la Revisión de la Estrategia de Desarrollo Sostenible de la Unión Europea, 2007. Estrategia Española de Desarrollo Sostenible. Ministerio de la Presidencia. 122 pp. Descargable en: [http://www.mma.es/secciones/el\\_ministerio/pdf/EEDSnov07\\_editdic.pdf](http://www.mma.es/secciones/el_ministerio/pdf/EEDSnov07_editdic.pdf)

Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC). 2000. Informe especial del IPCC. Escenarios de emisiones. Resumen para responsables de políticas. 22 pp. Descargable en: <http://www.ipcc.ch/pdf/special-reports/spm/sres-sp.pdf>

Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC). 2007. Cambio Climático 2007: Informe de Síntesis. 73 pp. Descargable en: [http://www.ipcc.ch/publications\\_and\\_data](http://www.ipcc.ch/publications_and_data)

Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE), 2005. Plan de Energías Renovables en España 2005 – 2010. Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. 350 pp. Aprobado por Consejo de Ministros el 26 de agosto de 2005. Accesible en: <http://www.idae.es>

Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE), 2007. Plan de Acción 2008-2012. Estrategia de ahorro y eficiencia energética. Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. 233 pp. Descargable en: <http://www.idae.es>

Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE), 2010. Plan de Acción Nacional de Energías Renovables (PANER) 2010-2020. Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. 171 pp. Descargable en: <http://www.idae.es>

Instituto Nacional de Estadística (INE), 2006. Encuesta de Consumos Energéticos 2005. Consumos energéticos por comunidad autónoma y producto consumido. Acceso a datos: <http://www.ine.es/jaxi/tabla.do?path=/t04/p01/a2005/10/&file=01003.px&type=pcaxis>

Instituto Nacional de Estadística (INE), 2009. Encuesta de Consumos Energéticos. Año 2007. 7 pp. Nota de prensa descargable en: <http://www.ine.es/prensa/np540.pdf>. Consumos energéticos por comunidad autónoma y producto consumido. Acceso a datos: <http://www.ine.es/jaxi/tabla.do?path=/t04/p01/a2007/10/&file=01003.px&type=pcaxis&L=0>

López, F., 2007. Situación de Extremadura respecto a las energías renovables. Agencia Extremeña de la Energía (AGENEX).

Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino (MARM), Secretaría de Estado de Cambio Climático, 2010. Inventario Nacional de Emisiones de Contaminantes a la Atmósfera. Emisiones de GEI por Comunidades Autónomas a partir del Inventario Español serie 1990 – 2008. 3 pp. Descargable en: <http://www.mma.es>

Ministerio de Economía, 2003a. Orden ECO/3888/2003, de 18 de diciembre, por la que se dispone la publicación del Acuerdo de Consejo de Ministros de 28 de noviembre de 2003, por el que se aprueba el Documento de Estrategia de ahorro y eficiencia energética en España 2004-2012 (E4). BOE número 29 del 3/02/2004. 4498-4500

Ministerio de Economía (ME). 2003b. Estrategia de ahorro y eficiencia energética en España 2004-2012. Sector edificación. 69 pp. Accesible en: <http://www.mityc.es/energia>

Ministerio de Economía (ME). 2003c. Estrategia de ahorro y eficiencia energética en España 2004-2012. Sector transporte. 150 pp. Accesible en: <http://www.mityc.es/energia>

Ministerio de Industria, Turismo y Comercio (MITYC), 2006. Planificación de los sectores de electricidad y gas 2002-2011. Revisión 2005-2011. 348 pp. Descargable en: <http://www.mityc.es/energia/planificacion/Planificacionelectricidadygas>

Ministerio de Industria, Turismo y Comercio (MITYC), 2006b. Estadísticas anuales de la Industria de la Energía Eléctrica. Descargables en: <http://www.mityc.es/energia/balances>

Ministerio de Industria, Turismo y Comercio (MITYC), 2008. Planificación de los sectores de electricidad y gas 2008-2016. Desarrollo de las redes de transporte. 474 pp. Accesible en: [http://www.mityc.es/energia/planificacion/Planificacionelectricidadygas/Desarrollo2008/DocTransportes/planificacion2008\\_2016.pdf](http://www.mityc.es/energia/planificacion/Planificacionelectricidadygas/Desarrollo2008/DocTransportes/planificacion2008_2016.pdf)

Ministerio de Industria, Turismo y Comercio (MITYC), 2010. La Energía en España 2009. Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. Secretaría de Estado de Energía. 329p. Descargable en: [http://www.mityc.es/energia/balances/Balances/LibrosEnergia/ENERGIA\\_2009.pdf](http://www.mityc.es/energia/balances/Balances/LibrosEnergia/ENERGIA_2009.pdf)

Ministerio de Industria, Turismo y Comercio (MITYC), 2011. Plan Nacional de las Energías Renovables (2011-2020). Sin publicar. Acceso a información en: <http://www.idae.es>

Ministerio de Medio Ambiente (MMA), 2006. Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático. Marco General de Referencia para las actividades de evaluación de impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático (PNACC), Oficina Española de Cambio Climático. Madrid. 50 pp. Descargable en: [www.mma.es/portal/secciones/cambio\\_climatico](http://www.mma.es/portal/secciones/cambio_climatico)

Ministerio de Medio Ambiente (MMA), 2007. Estrategia Española de Cambio Climático y Energía Limpia. Horizonte 2007-2012-2020. 53 pp. Accesible en: [www.mma.es/secciones/cambio\\_climatico](http://www.mma.es/secciones/cambio_climatico)

Ministerio de la Presidencia, 2006. Real Decreto 1370/2006, de 24 de noviembre, por el que se aprueba el Plan Nacional de Asignación de derechos de emisión de gases de efecto invernadero, 2008-2012. BOE número 282 del 25/11/2006. Accesible en: [www.mma.es/secciones/cambio\\_climatico](http://www.mma.es/secciones/cambio_climatico)

Moreno, J. M.; Aguiló, E.; Alonso, S.; Álvarez Cobelas, M.; Anadón, R.; Ballester, F.; Benito, G.; Catalán, J.; de Castro, M.; Cendrero, A.; Corominas, J.; Díaz, J.; Díaz-Fierros, F.; Duarte, C. M.; Esteban Talaya, A.; Estrada Peña, A.; Estrela, T.; Fariña, A. C.; Fernández González, F.; Galante, E.; Gallart, F.; García de Jalón, L. D.; Gil, L.; Gracia, C.; Iglesias, A.; Lapieza, R.; Loidi, J.; López Palomeque, F.; López-Vélez, R.; López Zafra, J. M.; de Luis Calabuig, E.; Martín-Vide, J.; Meneu, V.; Mínguez Tudela, M. I.; Montero, G.; Moreno, J.; Moreno Saiz, J. C.; Nájera, A.; Peñuelas, J.; Piserra, M. T.; Ramos, M. A.; de la Rosa, D.; Ruiz Mantecón, A.; Sánchez-Arcilla, A.; Sánchez de Tembleque, L. J.; Valladares, F.; Vallejo, V. R. y Zazo, C., 2005. Evaluación Preliminar de los Impactos en España por Efecto del Cambio Climático. Proyecto ECCE. Ministerio de Medio Ambiente. 822 pp.

Nieto, J. y Linares, P. 2011. Cambio Global España 2020/50. Energía, Economía y Sociedad. Accesible en: [www.conama10.vsf.es/download/bancorecursos/cge\\_energia.pdf](http://www.conama10.vsf.es/download/bancorecursos/cge_energia.pdf)

Observatorio de la Sostenibilidad de España (OSE). 2011. Sostenibilidad en España 2010. Evaluación integrada. 66 pp. Accesible en: <http://www.sostenibilidad-es.org>

Orden de 28 de julio de 2008 por la que se convoca la concesión de subvenciones para la producción de energía térmica utilizando como combustible biomasa para uso doméstico. DOE número 149 del 01/08/2008. 21028-21036 pp.



Orden ITC/3862/2007, de 28 de diciembre, por la que se establece el mecanismo de asignación de la capacidad de los almacenamientos subterráneos de gas natural y se crea un mercado de capacidad. BOE número 312 del 29/2/2007. 53809-53814 pp. Accesible en: <http://www.boe.es/boe/dias/2007/12/29/pdfs/A53809-53814.pdf>

Orden ITC/734/2010, de 24 de marzo, por la que se inicia el procedimiento para efectuar propuestas de desarrollo de la red de transporte de energía eléctrica, de la red de transporte de gas natural y de las instalaciones de almacenamiento de reservas estratégicas de productos petrolíferos. BOE número 74 del 26/03/2010. 28862-28869. Accesible en: <http://www.boe.es/boe/dias/2010/03/26/pdfs/BOE-A-2010-4978.pdf>

Orden ITC/1588/2010, de 7 de junio, por la que se concede renovación de la autorización de explotación a la Central Nuclear Almaraz, Unidades I y II. BOE número 146 de 16/06/2010. Sección III. 51616-51621 pp.

Pérez Fernández, M.; Rodríguez Gómez, J.; García Laureano, R. y Pérez Ledesma, J., 2009. Estrategia de Cambio Climático para Extremadura 2009-2012. Dirección General de Evaluación y Calidad Ambiental. Consejería de Industria, Energía y Medio Ambiente. Junta de Extremadura. 91 pp. Accesible en: [www.extremambiente.gobex.es/files/biblioteca\\_digital/libro\\_cambio\\_climatico.pdf](http://www.extremambiente.gobex.es/files/biblioteca_digital/libro_cambio_climatico.pdf)

Real Decreto 314/2006, de 17 Marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. BOE número 74 del 28/03/2006. 11816-11831. Accesible en: <http://www.boe.es/boe/dias/2006/03/28/pdfs/A11816-11831.pdf>

Real Decreto Legislativo 1/01, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas. BOE número 176 de 24/07/2001. 26791-26817 pp.

Recomendación de la Comisión de 11 de diciembre de 2003 relativa a la aplicación y el uso de Eurocódigos para obras de construcción y productos de construcción estructurales [notificada con el número C (2003) 4639]. DOUE número 332, de 19 de diciembre de 2003.

Red Eléctrica de España (REE). 2010. El sistema eléctrico español 2009. 152pp. Descargable en: [http://www.ree.es/sistema\\_electrico/pdf/infosis/Inf\\_Sis\\_Elec\\_REE\\_2009.pdf](http://www.ree.es/sistema_electrico/pdf/infosis/Inf_Sis_Elec_REE_2009.pdf)

Reglamento (CE) 1275/2008 de la Comisión, de 17 de diciembre de 2008, por el que se desarrolla la Directiva 2005/32/CE del Parlamento Europeo y del Consejo en lo concerniente a los requisitos de diseño ecológico aplicables al consumo de energía eléctrica en los modos preparado y desactivado de los equipos eléctricos y electrónicos domésticos y de oficina. DOUE nº 339, de 18 de diciembre de 2008.

Reglamento (CE) 640/2009 de la Comisión, de 22 de julio de 2009, por el que se aplica la Directiva 2005/32/CE del Parlamento Europeo y del Consejo en lo relativo a los requisitos de diseño ecológico para los motores eléctricos. DOUE nº191, de 23 de julio de 2009.

Reglamento (CE) 641/2009 de la Comisión, de 22 de julio de 2009, por el que se desarrolla la Directiva 2005/32/CE del Parlamento Europeo y del Consejo en lo relativo a los requisitos de diseño ecológico aplicables a los circuladores sin prensaestopas independientes y a los circuladores sin prensaestopas integrados en productos. DOUE nº191, de 23 de julio de 2009.

Reglamento (CE) 642/2009 de la Comisión, de 22 de julio de 2009 , por el que se desarrolla la Directiva 2005/32/CE del Parlamento Europeo y del Consejo respecto de los requisitos de diseño ecológico aplicables a las televisiones. DOUE nº191, de 23 de julio de 2009. Accesible en: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:191:0053:0068:ES:PDF>

Reglamento (CE) 643/2009 de la comisión de 22 de julio de 2009 por el que se aplica la Directiva 2005/32/CE del Parlamento Europeo y del Consejo en lo relativo a los requisitos de diseño ecológico aplicables a los aparatos de refrigeración domésticos. DOUE número 191, del 23 de julio de 2009. Accesible en: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:191:0053:0068:ES:PDF>

Reglamento (CE) 244/2009 de la Comisión, de 18 de marzo de 2009, por el que se aplica la Directiva 2005/32/CE del Parlamento Europeo y del Consejo en lo relativo a los requisitos de diseño ecológico para lámparas de uso doméstico no direccionales. DOUE nº 76, de 24 de marzo de 2009.

Reglamento (CE) 278/2009 de la Comisión, de 6 de abril de 2009, por el que se desarrolla la Directiva 2005/32/CE del Parlamento Europeo y del Consejo en lo concerniente a los requisitos de diseño ecológico aplicables a la eficiencia media en activo de las fuentes de alimentación externas y a su consumo de energía eléctrica durante el funcionamiento en vacío. DOUE nº 93, de 7 de abril de 2009.

Viner, D., 2002. A qualitative assessment of the sources of uncertainty in climate change impacts assessment studies: a short discussion paper. *Advances in Global Change Research* 10: 139–151.



# **Anejo I. Escenarios Regionalizados de Cambio Climático: Conceptos**

## CONCEPTOS BÁSICOS SOBRE ESCENARIOS DE EMISIONES

El proceso de cambio climático, supone una amenaza para la sociedad y los distintos sectores de actividad. Este hecho ha generado la necesidad de conocer los cambios de las diferentes variables climáticas para este próximo siglo, mediante modelizaciones regionales del clima.

Los escenarios de cambio climático son proyecciones del clima del futuro obtenidas a partir de los denominados Modelos de Circulación General (MCG's), que simulan flujos de energía, masa y movimiento en una retícula tridimensional que formaría la atmósfera, los océanos y las capas superiores de la litosfera y la criosfera. Estos flujos están influenciados por el forzamiento radiativo. A partir de cálculos y análisis complejos y análisis se realizan simulaciones a partir de las concentraciones históricas de gases de efecto invernadero.

Se realizan entonces simulaciones del clima futuro para el siglo XXI en función de las proyecciones de las emisiones de gases de efecto invernadero modelizadas, es decir, incluyendo los distintos escenarios de emisiones que se prevén según proyecciones realizadas en cuanto a evolución de las actividades humanas y el desarrollo económico (Figura 1). Estos escenarios de emisiones han sido propuestos a nivel internacional y aprobados por el Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC). De todos los escenarios existentes, para el análisis realizado en Extremadura se ha optado por elegir dos, que se sitúan en los extremos de las posibilidades que, con mayor probabilidad, pueden afectarnos. Éstos son:

- *Escenario A2*: describe un mundo muy heterogéneo. Sus características más distintivas son la auto-suficiencia y la conservación de las identidades locales. La población mundial se mantiene en continuo crecimiento. El crecimiento económico por habitante, así como el cambio tecnológico están más fragmentados y son más lentos que en otros escenarios posibles.
- *Escenario B2*: contempla un mundo en el que predominan las soluciones locales para la sostenibilidad económica, social y medioambiental. Aumenta progresivamente a un ritmo menor que en A2. Aunque este escenario está orientado a la protección del medio ambiente y a la igualdad social, se centra, principalmente, en los niveles local y regional.

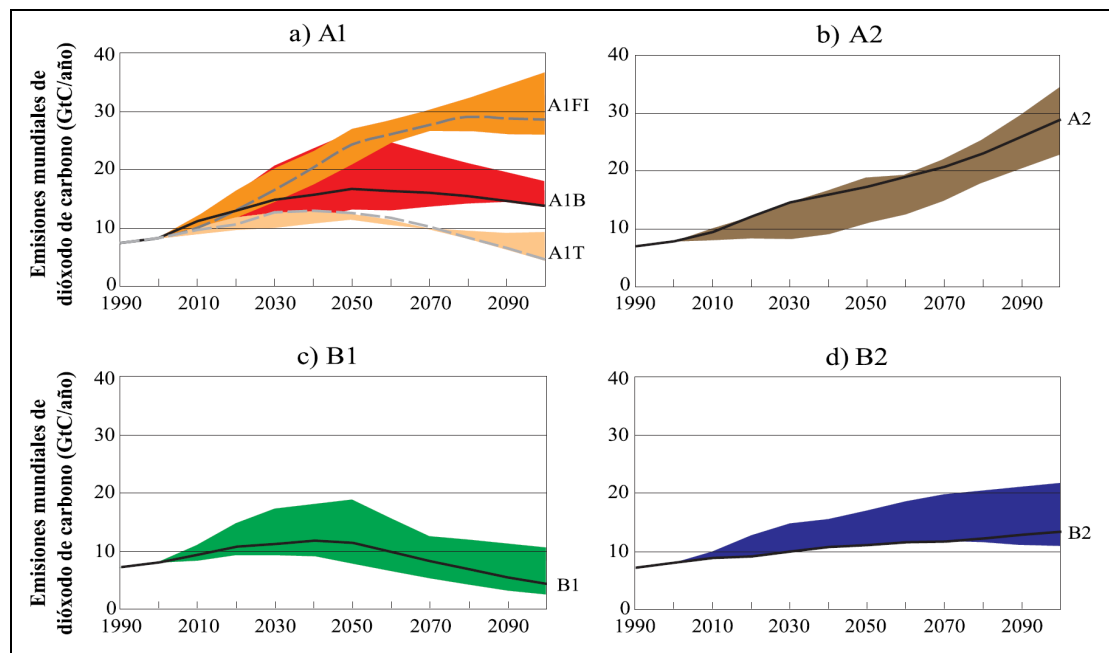


Figura 1. Escenarios de emisiones del IPCC. Fuente: Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC) – OMM – PNUMA.

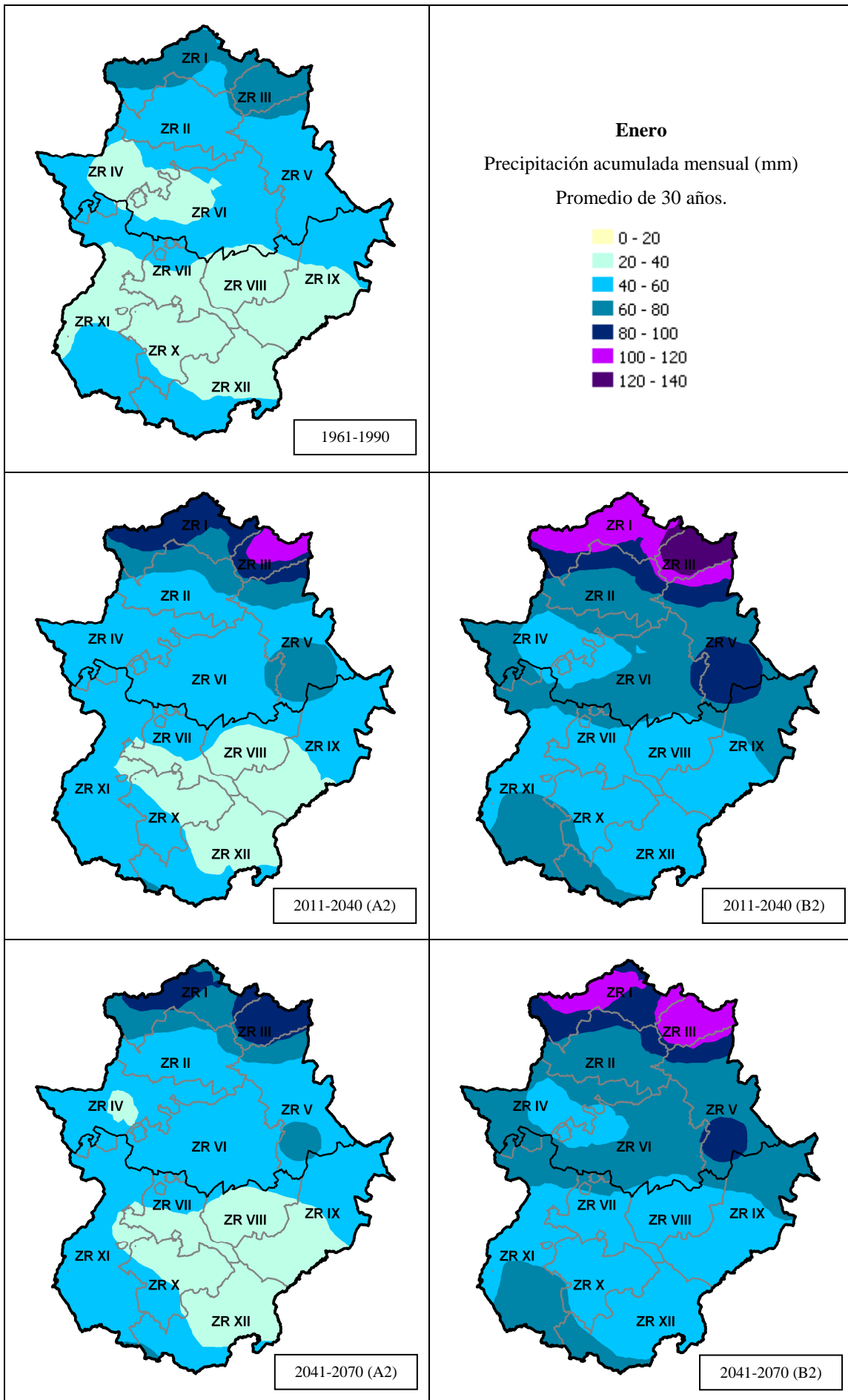
Sin embargo, los Modelos Globales del Clima ofrecen una serie de limitaciones que se podrían resumir básicamente en su escasa resolución espacial, y por tanto en su impedimento para mostrar las peculiaridades existentes a nivel regional desde el punto de vista climático y que no aparecen reflejadas en estos modelos globales.

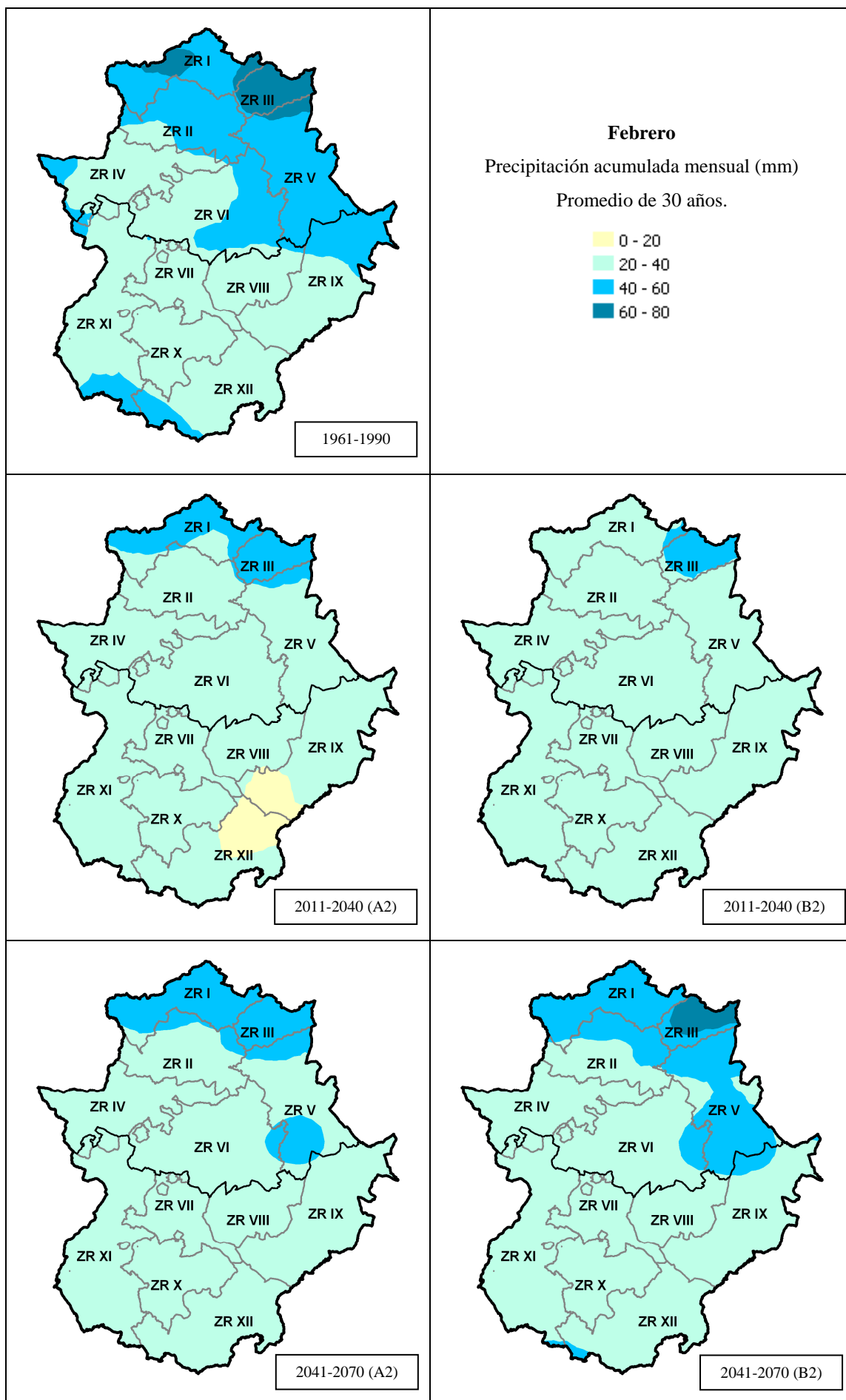
Este hecho implica la necesidad de emplear las denominadas técnicas de “downscaling” que permiten “traducir” la información fiable que ofrecen los MCGs, para convertirla en la información requerida sobre efectos en superficie: temperatura y precipitación con una resolución espacial mayor.

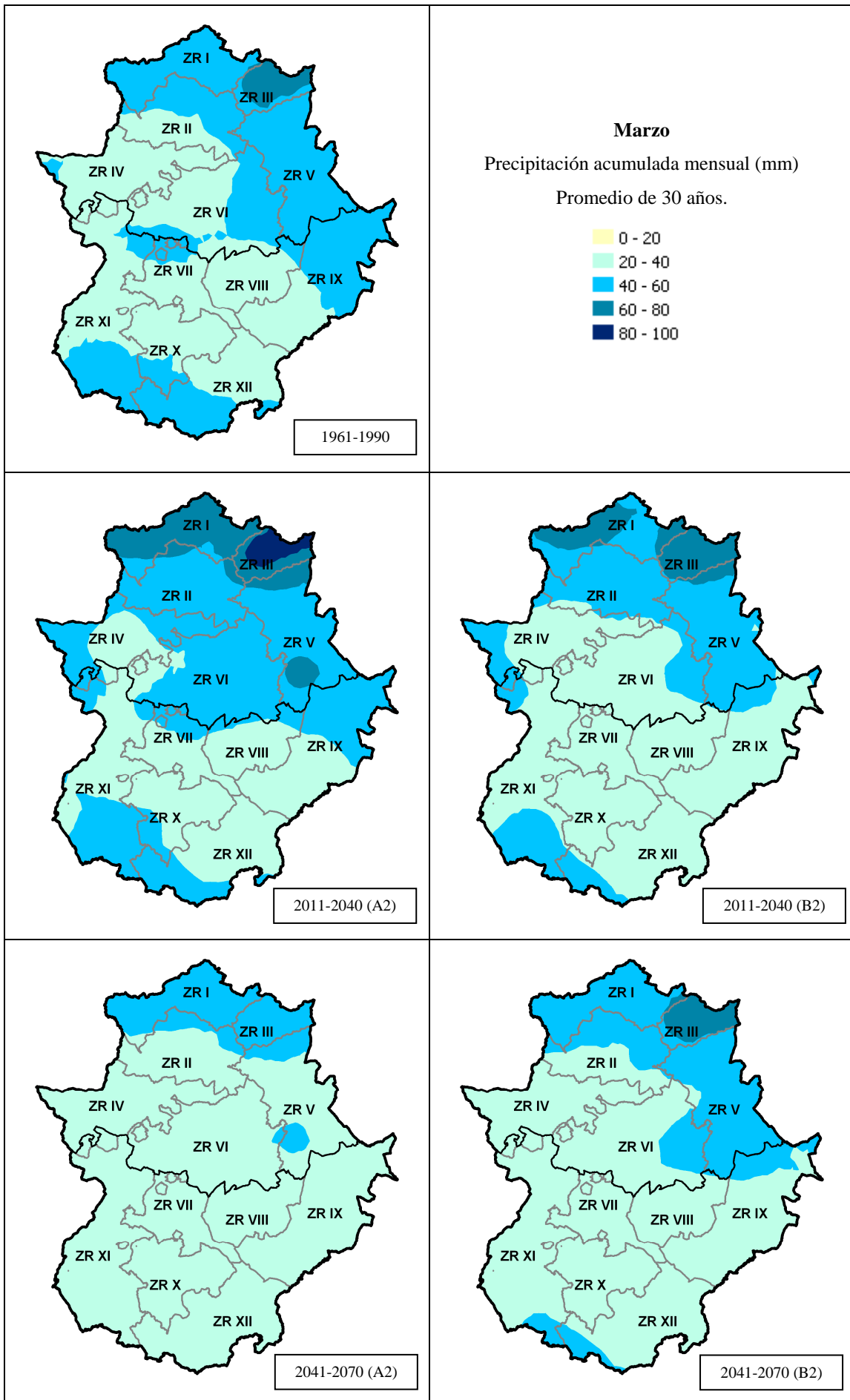
En el presente trabajo de Adaptación al Cambio Climático se ha optado por emplear los datos correspondientes al Modelo Global MCG ECHAM4 y a los escenarios de emisiones A2 y B2. Los datos de los Modelos Regionales del Clima modelizados por la AEMET disponen de datos sobre las variables precipitación, temperaturas máximas y temperaturas mínimas, con resultados individualizados para diversos observatorios meteorológicos del territorio.

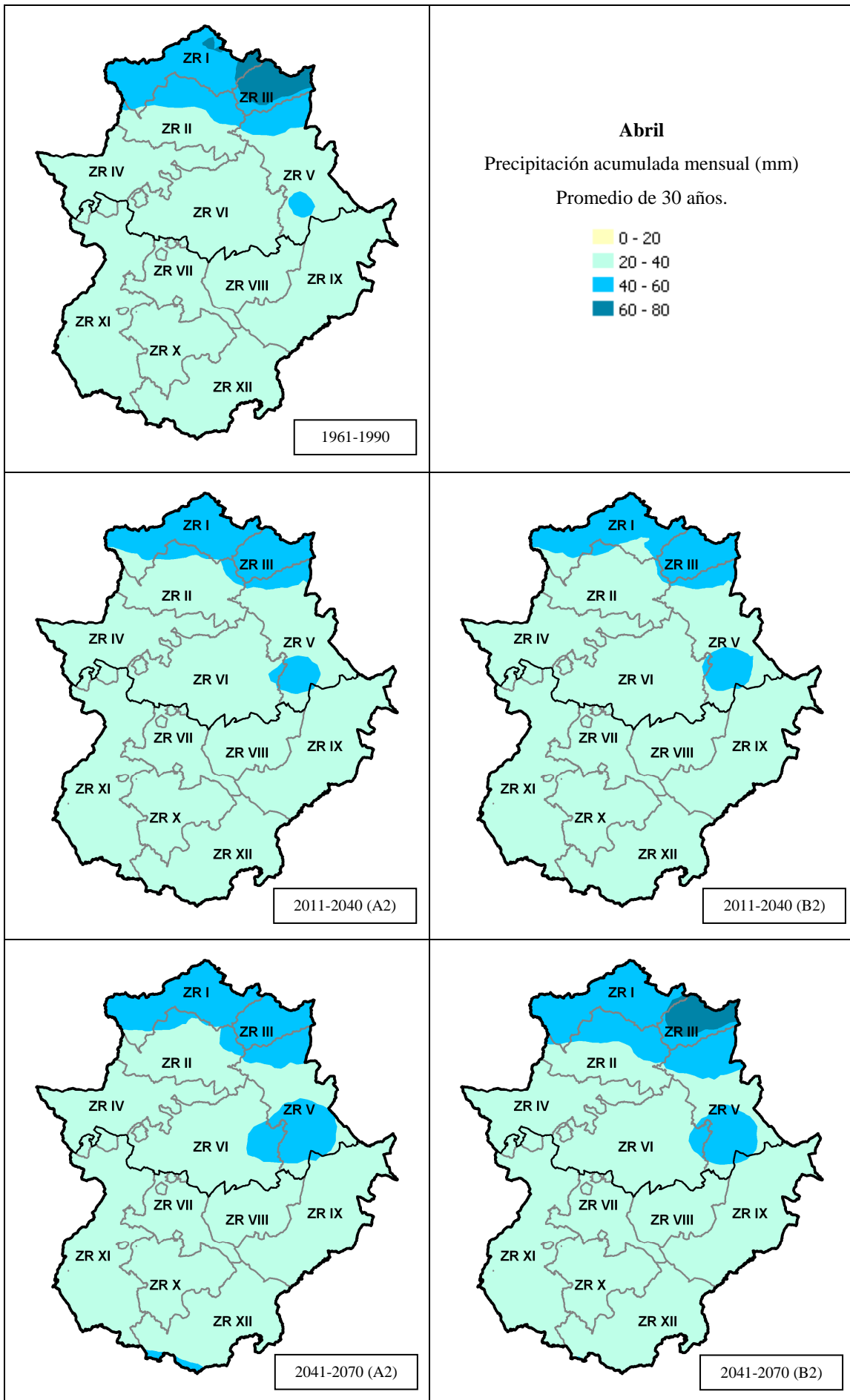
Asimismo se han utilizado los datos climáticos para caracterizar el clima actual (periodo 1961-90) elaborados por la AEMET (2007). La serie de valores climáticos 1961-90 se elabora para interpretar el clima actual y disponer de una línea de base de la cual partir.

## **Anejo II. Evolución de la precipitación acumulada mensual en Extremadura**

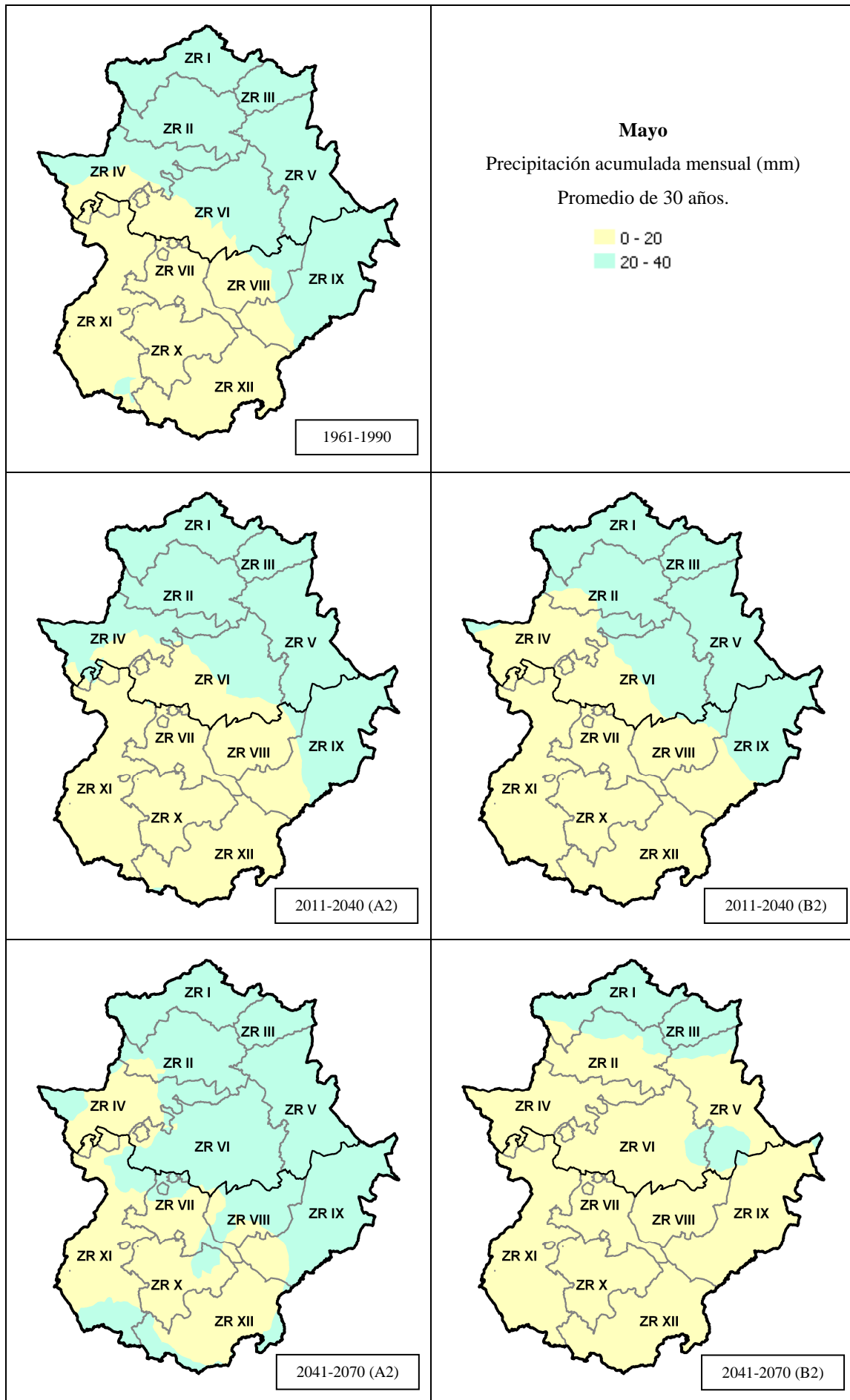


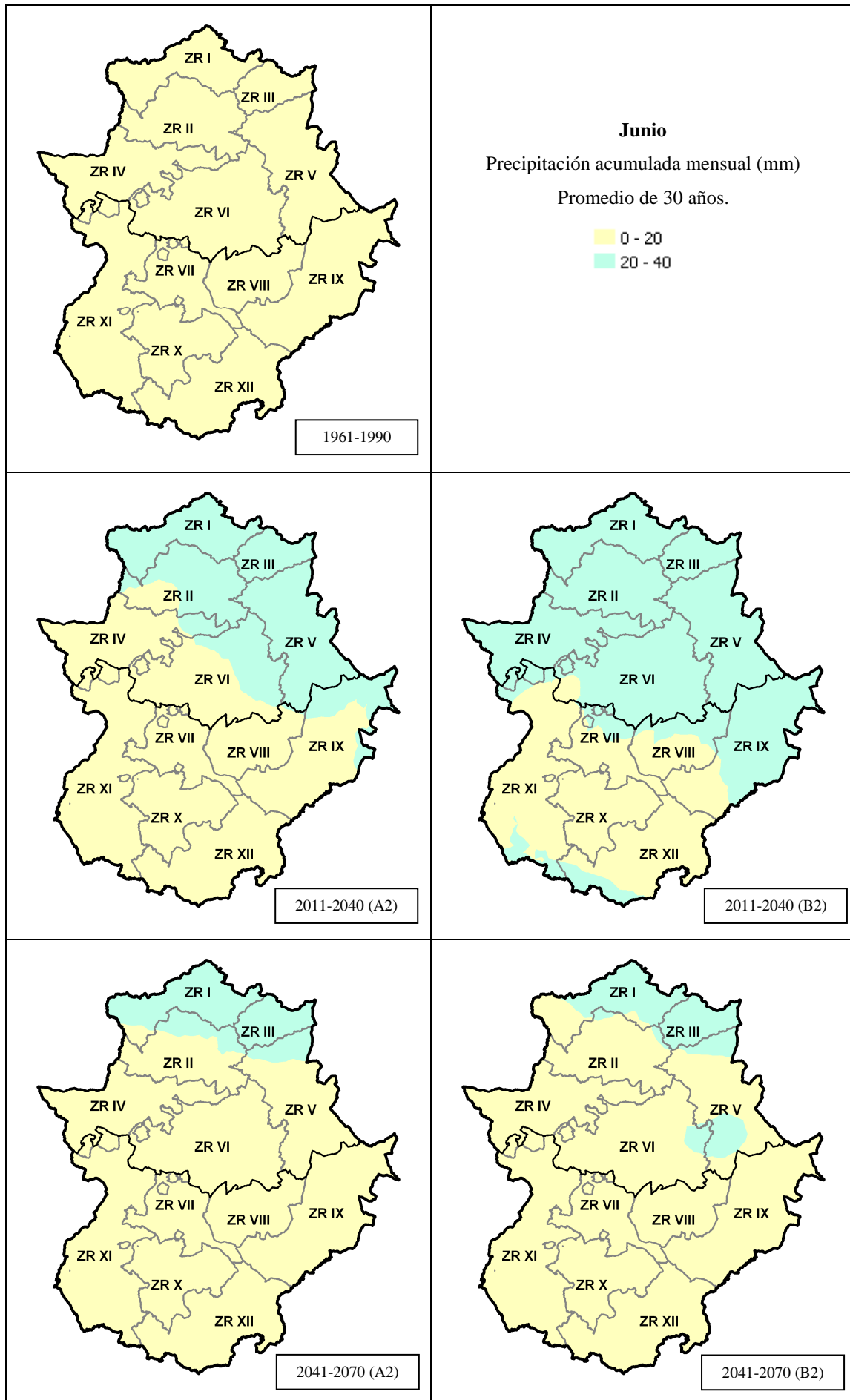


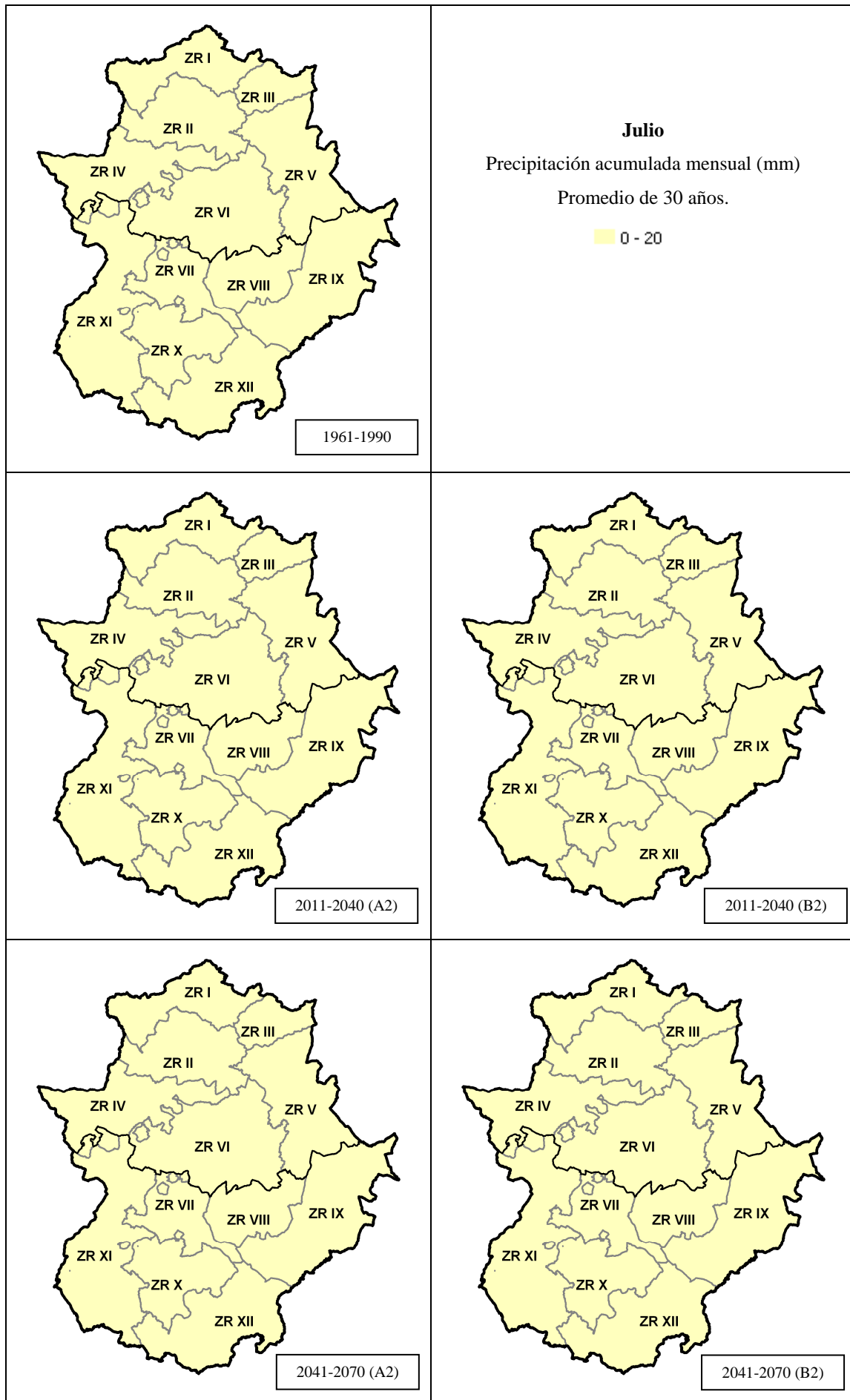


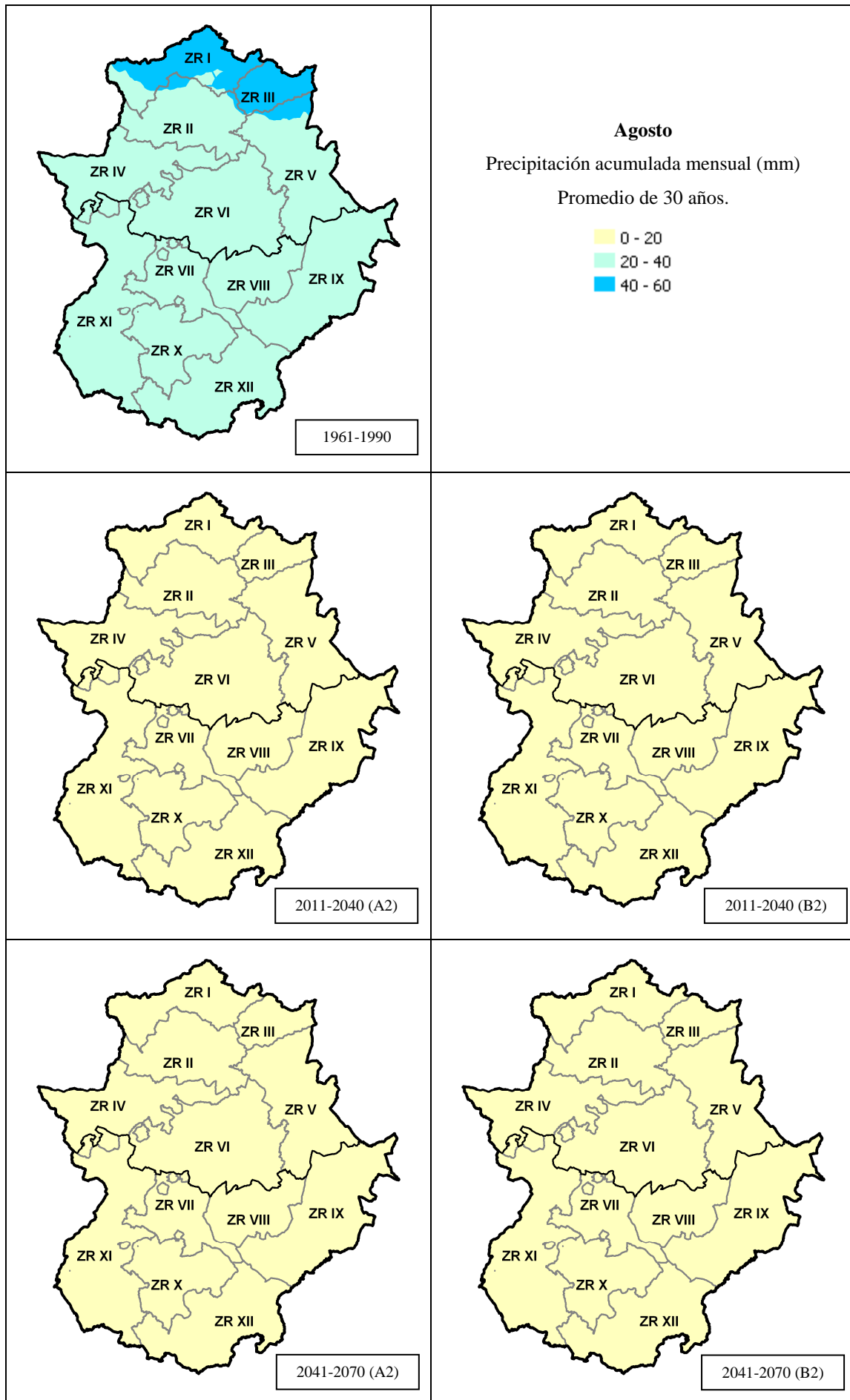


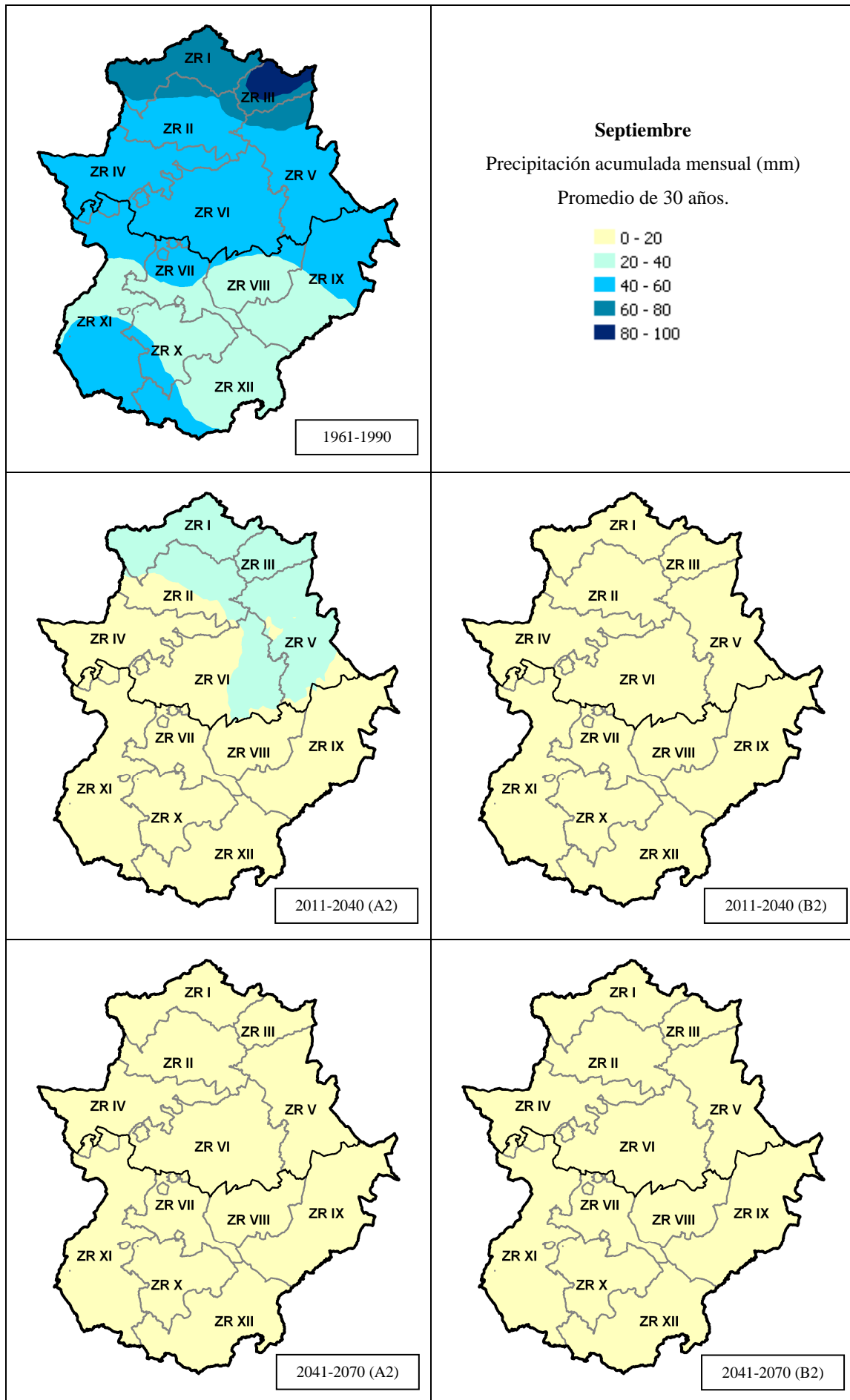


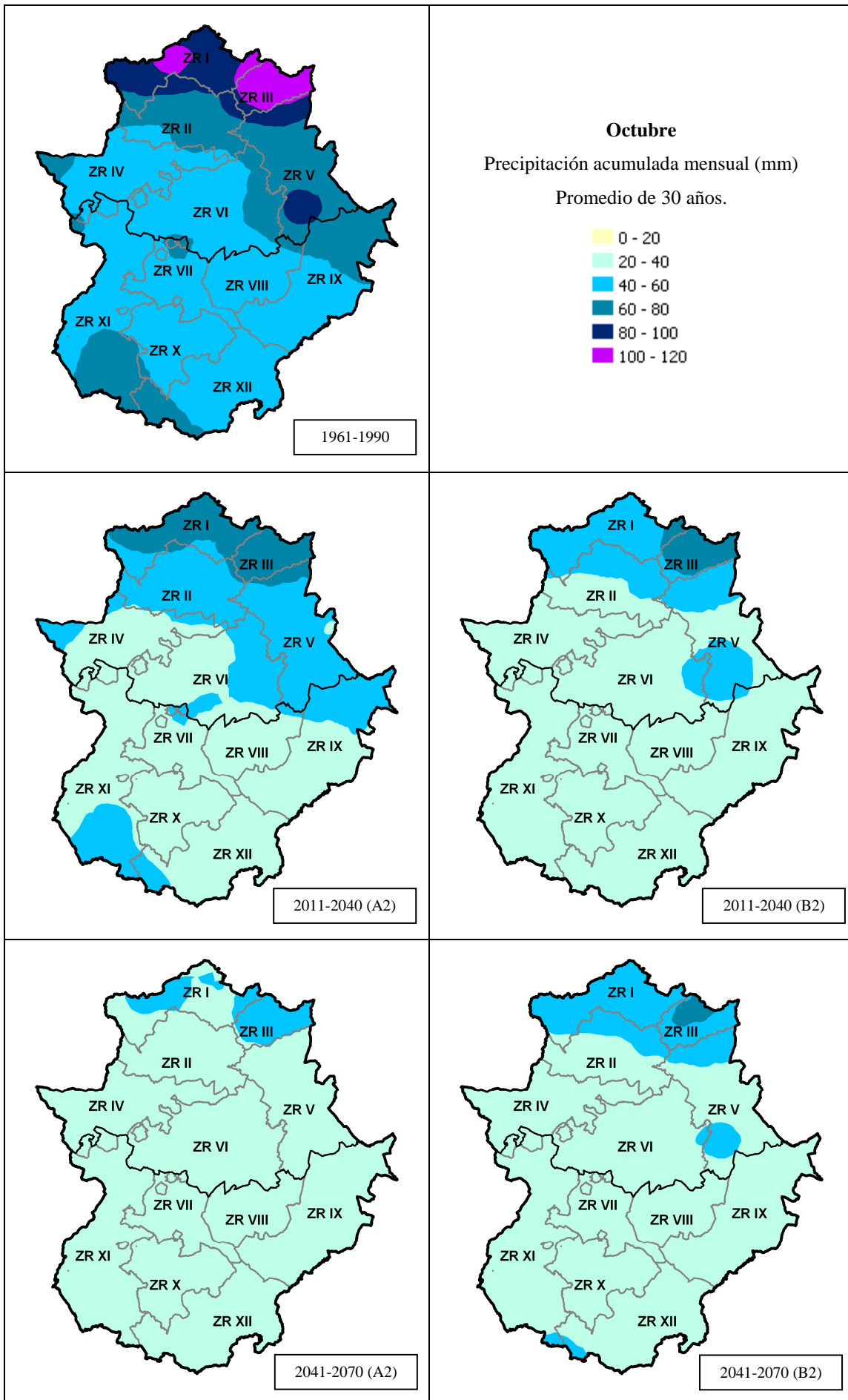


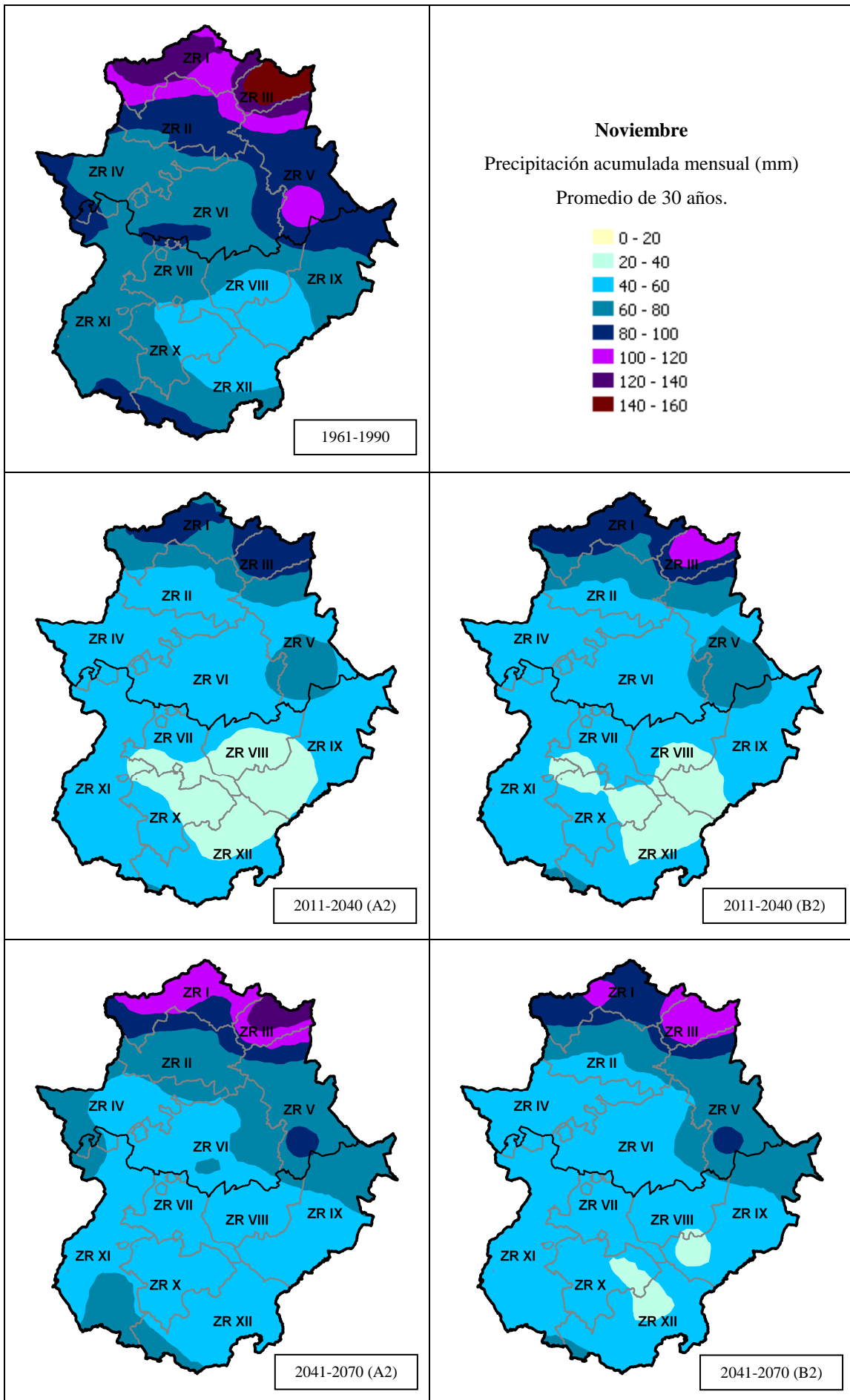


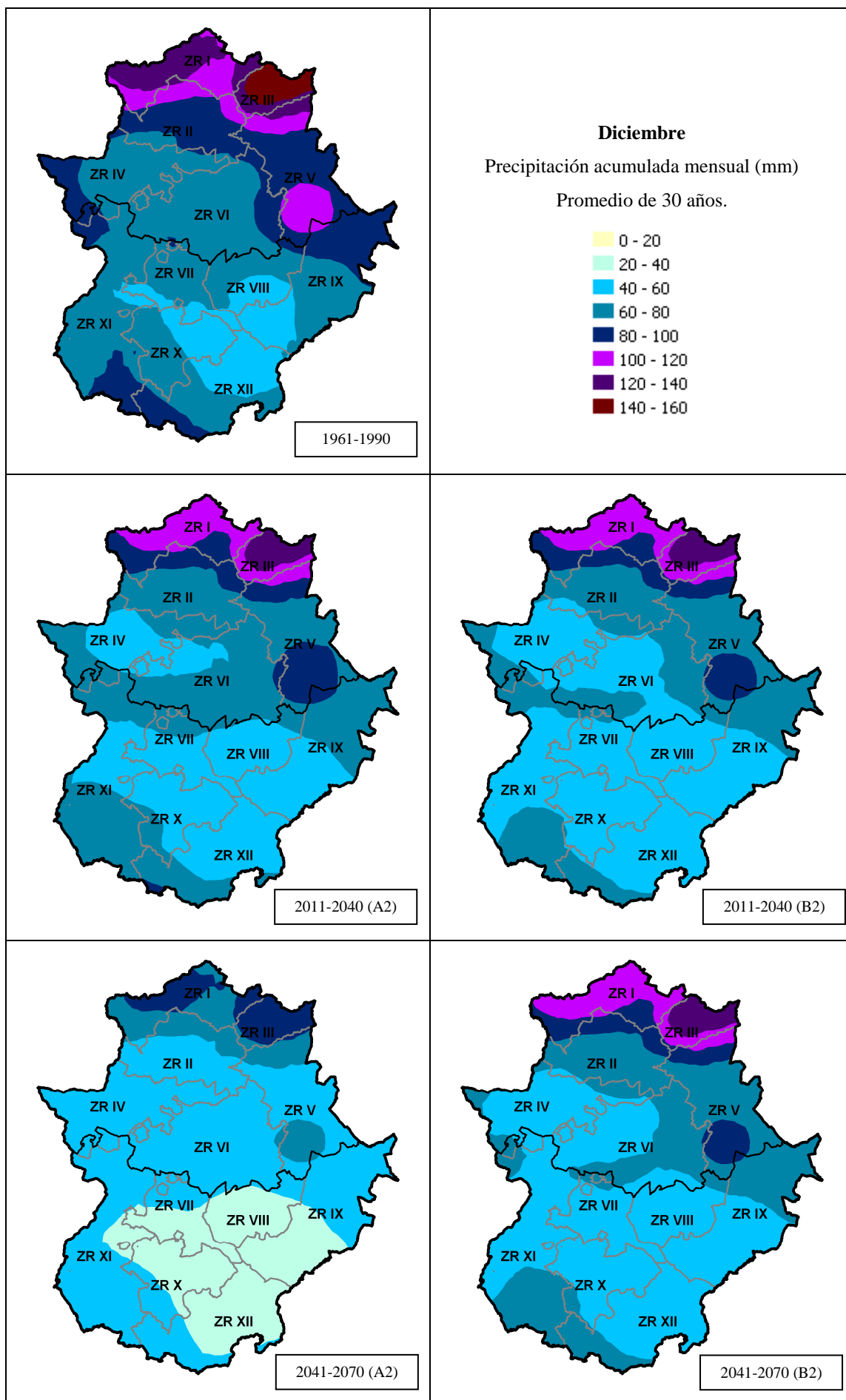














[www.extremambiente.gobex.es](http://www.extremambiente.gobex.es)



UNIÓN EUROPEA

FONDO EUROPEO DE  
DESARROLLO REGIONAL

Una manera de hacer Europa

GOBIERNO DE EXTREMADURA

Consejería de Agricultura,  
Desarrollo Rural, Medio Ambiente y Energía