



BOLETIN OFICIAL  
DEL  
**PARLAMENTO DE NAVARRA**

---

VII Legislatura

Pamplona, 25 de marzo de 2011

NÚM. 29-1

---

**S U M A R I O**

SERIE I:

**Planes, Comunicaciones y Programas:**

—Estrategia frente al Cambio Climático de Navarra 2010-2020 (Pág. 2).

(El Plan se publica en tres volúmenes del Boletín Oficial, números 29-1, 29-2 y 29-3)

---

**Serie I:**  
**PLANES, COMUNICACIONES Y PROGRAMAS**

---

## **Estrategia frente al Cambio Climático de Navarra 2010-2020**

En sesión celebrada el día 7 de febrero de 2011, la Mesa del Parlamento de Navarra adoptó, entre otros, el siguiente Acuerdo:

El Gobierno de Navarra, por Acuerdo de 31 de enero de 2011, ha remitido al Parlamento de Navarra, para que éste se pronuncie, la Estrategia frente al Cambio Climático de Navarra 2010-2020.

En consecuencia, previa audiencia de la Junta de Portavoces y de conformidad con lo dispuesto en el artículo 201 del Reglamento, SE ACUERDA:

**1.º** Admitir a trámite la Estrategia frente al Cambio Climático de Navarra 2010-2020.

**2.º** Disponer que el pronunciamiento sobre el mismo sea ante el Pleno de la Cámara.

**3.º** Ordenar su publicación en el Boletín Oficial del Parlamento de Navarra.

Pamplona, 8 de febrero de 2011

La Presidenta, Elena Torres Miranda

**LIBRO I**

**ESTRATEGIA FRENTE AL**

**CAMBIO CLIMÁTICO DE**

**NAVARRA**

**2010 - 2020**

**PLAN DE ACCIÓN 2010 - 2012**

Documento aprobado por el Gobierno de Navarra  
en sesión de 31 de enero de 2011

## ÍNDICE GENERAL

<b>PRESENTACIÓN.....</b>	<b>9</b>
<b>1. EL CAMBIO CLIMÁTICO. NECESIDAD DE ACTUAR.....</b>	<b>10</b>
A. EL CONTEXTO MUNDIAL.....	10
B. LA UNIÓN EUROPEA: PIONERA.....	16
C. A NIVEL NACIONAL.....	17
<b>2. NAVARRA. SITUACIÓN Y PRIMEROS PASOS .....</b>	<b>21</b>
A. CONTRIBUCIÓN. INVENTARIO DE GEI Y DE SUMIDEROS DE CARBONO.....	21
B. CAMINO RECORRIDO .....	31
C. EVOLUCIÓN POSIBLE, ¿Y SI NO HACEMOS NADA MÁS? .....	38
D. IMPACTOS ESPERADOS EN NAVARRA .....	43
<b>3. MARCO ESTRATÉGICO .....</b>	<b>46</b>
<b>4. PLAN DE ACCIÓN 2010-2012.....</b>	<b>51</b>
META 1. REDUCCIÓN .....	53
META 2. PREPARACIÓN .....	60
META 3. TRANSFORMACIÓN.....	63
META 4. TRACCIÓN.....	66
<b>5. ESCENARIO PROBABLE, ¿QUÉ CONSEGUIMOS CON EL PLAN DE ACCIÓN? ...</b>	<b>71</b>
A. PROYECCIONES DE EMISIONES DE GEI .....	71
B. PROYECCIONES DE ABSORCIÓN POR LOS SUMIDEROS DE CARBONO DE NAVARRA.....	76
<b>6. ¿Y SI VAMOS MÁS ALLÁ? ESCENARIO OPTIMISTA.....</b>	<b>79</b>
<b>7. SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN.....</b>	<b>82</b>
<b>8. UNA ESTRATEGIA COMÚN. PROCESO PARTICIPATIVO .....</b>	<b>87</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Objetivos de reducción de emisiones establecidos por el Protocolo de Kioto par a el periodo 2008-2012, respecto al año base (1990) .....	13
Tabla 2. Emisiones de GEI de la Comunidad Foral de Navarra referentes al periodo 1990-2009 .....	22
Tabla 3. Emisiones de GEI de la Comunidad Foral de Navarra referentes al periodo 1990-2009 .....	23
Tabla 4. Emisiones de GEI de la Comunidad Foral de Navarra afectadas por el EU ETS.....	24
Tabla 5. Emisiones de GEI de la Comunidad Foral de Navarra referentes al periodo 1990-2009 .....	25
Tabla 6. Emisiones de GEI de la Comunidad Foral de Navarra referentes al periodo 1990-2009 .....	26
Tabla 7. Emisiones de GEI del sector Agricultura de la Comunidad Foral de Navarra referentes al periodo 1990-2009 .....	26
Tabla 8. Emisiones de GEI del sector Residuos de la Comunidad Foral de Navarra referentes al periodo 1990-2009 .....	27
Tabla 9. Emisiones por tipo de GEI en Navarra referentes al periodo 1990-2009 .....	28
Tabla 10. Evolución tendencial de las emisiones de GEIs de Navarra desde el año base hasta el año 2020. ....	41
Tabla 11. Proyecciones tendenciales de las emisiones de GEI totales y difusas en Navarra.....	42
Tabla 12. Mapa del Plan de Acción frente al Cambio Climático de Navarra 2010-2012.....	52
Tabla 13. Evolución con medidas de las emisiones de GEIs de Navarra desde el año base hasta el año 2020 en el escenario probable de cumplimiento del Plan de Acción .....	72
Tabla 14. Evolución respecto al año base de las emisiones de GEIs de Navarra en el escenario probable de cumplimiento del Plan de Acción .....	73
Tabla 15. Proyecciones con medidas de las emisiones de GEI totales y difusas en Navarra. ....	75
Tabla 16. Potencial de absorción de los sumideros para el periodo 2010-2012, según la “contabilidad Kioto” .....	77
Tabla 17. Emisiones totales de Navarra durante el periodo del Plan de Acción frente al Cambio Climático .....	78
Tabla 18. Resumen reducción de emisiones (t CO <sub>2</sub> e) en el escenario Optimista .....	81
Tabla 19. Cuadro de seguimiento del Plan de Acción frente al Cambio Climático de Navarra 2010-2012 .....	83
Tabla 20. Previsión económica para la ejecución del Plan de Acción 2010-2012 .....	86
Tabla 21. Departamentos del Gobierno de Navarra implicados en el proceso de participación interna .....	88
Tabla 22. Agentes externos implicados en el proceso de participación interna .....	89
Tabla 23. Estructura del proceso de participación externa.....	90

## ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1. El efecto invernadero .....	10
Gráfica 2. Evolución histórica de las emisiones de dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> ), principal gas de efecto invernadero por sus altas concentraciones en la atmósfera.....	11
Gráfica 3. Objetivo de limitación de las emisiones de GEI de España.....	18
Gráfica 4. Emisiones por tipo de GEI en Navarra, año 2009.....	28
Gráfica 5. Tendencia de las absorciones de CO <sub>2</sub> en tierras forestales en Navarra (en miles de toneladas al año) en los años 1990, 2000 y 2008.....	30
Gráfica 6. Proyecciones tendenciales de las emisiones de GEI en Navarra por sectores.....	40
Gráfica 7. Proyecciones tendenciales de las emisiones de GEI totales y difusas en Navarra.....	42
Gráfica 8. Previsiones de evolución del cambio de la temperatura en Navarra. ....	44
Gráfica 9. Marco estratégico de la Estrategia frente al Cambio Climático de Navarra y de su Plan de Acción. ....	51
Gráfica 10. Proyección del escenario probable de cumplimiento del Plan de Acción.....	71
Gráfica 11. Proyecciones con medidas de las emisiones totales de GEI de Navarra.....	73
Gráfica 12. Proyecciones con medidas de las emisiones de GEI de Navarra asociadas a los sectores difusos, no afectados por el EU ETS.....	74
Gráfica 13. Proyecciones sectoriales de los sectores difusos en el escenario previsto de cumplimiento del Plan de Acción. ....	75
Gráfica 14. Reducción de emisiones (kt CO <sub>2</sub> e) de viviendas excluidas de aplicación del CTE. ....	80

## ÍNDICE DE SIGLAS

- ✓ **AAU.** Unidad de Cantidad Atribuida.
- ✓ **CDM.** Mecanismo de Desarrollo Limpio.
- ✓ **CER.** Reducción Certificada de Emisiones.
- ✓ **CTE.** Código Técnico de la Edificación.
- ✓ **EU ETS.** Comercio Europeo de Derechos de Emisión.
- ✓ **GEI.** Gases de Efecto Invernadero.
- ✓ **HFC.** Hidrofluorocarbonos.
- ✓ **IPCC.** Intergovernmental Panel on Climate Change; en castellano, Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático.
- ✓ **ITG.** Instituto Técnico y de Gestión.
- ✓ **JI.** Aplicación Conjunta.
- ✓ **PECC.** Programa Europeo contra el Cambio Climático.
- ✓ **PIB.** Producto Interior Bruto.
- ✓ **PFC.** Perfluorocarbonos.
- ✓ **UDA.** Unidad de Absorción.
- ✓ **UNFCCC.** Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.
- ✓ **UE.** Unión Europea.
- ✓ **UTCUTS.** Uso de la Tierra, Cambios en el Uso de la Tierra y Silvicultura.

## PRESENTACIÓN

La Estrategia frente al Cambio Climático de Navarra 2010-2020 representa el esfuerzo fundamental puesto en marcha por nuestras instituciones para afrontar uno de los retos de mayor relevancia en las sociedades actuales. Los compromisos programáticos que en él se reflejan vienen acompañados por acciones concretas, con el sincero ánimo de aportar en positivo, de contribuir a la voluntad colectiva frente al calentamiento global, con el horizonte establecido en 2020.

La senda esbozada hasta la citada fecha, articulada en el presente documento en torno a las metas “Reducción, Preparación, Transformación y Tracción”, pretende contribuir no sólo al cumplimiento de los compromisos en materia de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero -ya existentes o en proceso de gestación- tanto a nivel internacional como europeo y estatal, sino también al cambio en un modelo económico basado en el desarrollo de actividades con una notable intensidad de carbono, camino que fue ya iniciado de forma pionera por iniciativas como el Plan Energético de Navarra, aprobado en 2005 y con un horizonte de cumplimiento hasta 2010. En la actualidad se está realizando la revisión de dicho plan con el ánimo de fijar los objetivos energéticos para el horizonte 2020 (PEN 2010-2020).

Señalaba el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático en su Cuarto Informe de Evaluación “Cambio Climático 2007” que *“observaciones efectuadas en todos los continentes y en la mayoría de los océanos evidencian que numerosos sistemas naturales están siendo afectados por cambios del clima regional, particularmente por un aumento de la temperatura”*. La Estrategia frente al Cambio Climático de Navarra 2010-2020 pretende dar respuesta a diagnósticos tan categóricamente sencillos pero dotados, a su vez, de una necesidad de actuación perentoria, controlada y orientada.

En definitiva, esta Estrategia pretende fijar iniciativas concretas para frenar el fenómeno, iniciativas que se enmarcan tanto en los ámbitos de mitigación, esto es, de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, como de adaptación, que nos permitan asumir los efectos inevitables que el cambio climático ya provoca, y lo seguirá haciendo en el futuro más inmediato, en nuestro territorio. Porque está en nuestras manos dejar en herencia un futuro sostenible para Navarra.

**Begoña Sanzberro Iturriria**  
Consejera de Desarrollo Rural y Medio Ambiente  
Gobierno de Navarra

# 1. EL CAMBIO CLIMÁTICO. NECESIDAD DE ACTUAR

## A. EL CONTEXTO MUNDIAL

### ...el fenómeno<sup>1</sup>

Gracias a la capacidad de determinados gases que se encuentran en la atmósfera de absorber parte de la radiación infrarroja que emite nuestro planeta, la temperatura se mantiene en unos niveles que posibilitan la vida en el mismo. Es el denominado efecto invernadero y, por lo tanto, los gases que lo provocan son los gases de efecto invernadero (GEI).

Gráfica 1. El efecto invernadero<sup>2</sup>



Fuente: UNEP -GRID-Arendal.

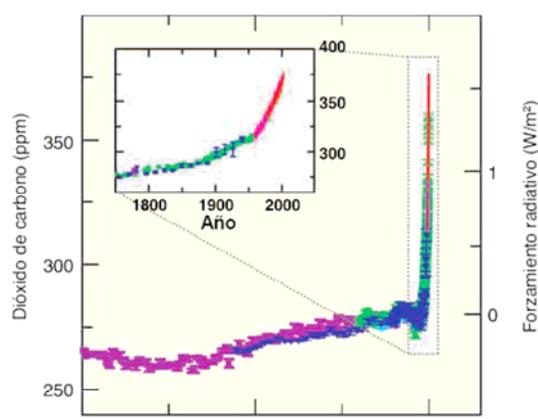
El aumento de la concentración de los GEI en la atmósfera que se está produciendo supone alteraciones en el clima de nuestro planeta, ya que absorben un porcentaje mayor de la radiación infrarroja que de otra forma debería escaparse a la atmósfera. La primera

<sup>1</sup> Los principales documentos de consulta para la elaboración de este apartado han sido IPCC (2007) "Climate Change. The Physical Science Basis"; "Climate Change Impacts, Adaptation and Vulnerability" e IPCC (2007).

<sup>2</sup> Fuente. UNEP - GRID Arendal.

consecuencia del aumento de la concentración de estos gases es el incremento de la temperatura media en las capas inferiores de la atmósfera y en la superficie terrestre.

**Gráfica 2.** Evolución histórica de las emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), principal gas de efecto invernadero por sus altas concentraciones en la atmósfera



El origen de este aumento en las concentraciones de GEI en la atmósfera tiene su principal fuente en las actividades llevadas a cabo por el ser humano (consumo de combustibles fósiles, deforestación, cambios de uso del suelo, generación y gestión de los residuos, actividades industriales, agrícolas y ganaderas, etc.).

Los estudios llevados a cabo durante las últimas décadas demuestran que se están dando cambios en el sistema climático global. Un breve ejemplo de la situación se encuentra en el aumento de la temperatura media mundial y del nivel del mar, así como en el estado de los glaciares. Los impactos esperados, como consecuencia de una subida de la temperatura media mundial, se pueden destacar los siguientes:

- Menor disponibilidad de agua y aumento de las sequías en latitudes medias y latitudes bajas semiáridas
- Hasta un 30% de especies en mayor riesgo de extinción
- Tendencia descendente de la productividad de los cereales en latitudes bajas
- Aumento de daños de crecidas y tempestades
- Aumento de la carga de malnutrición y de enfermedades diarreicas, cardiorrespiratorias e infecciosas

Hasta 2006, los estudios realizados entorno al impacto del cambio climático se reducían al ámbito científico, pero en 2006 el Informe Stern encargado por el gobierno británico a un economista, analizó el impacto del cambio climático sobre la economía mundial. Las principales conclusiones de dicho informe afirman que es necesaria una inversión equivalente al 1% del PIB mundial para poder mitigar los efectos de este fenómeno. Mientras que un escenario en el que no se tomen medidas tempranas supondría una recesión de las economías mundiales que podría alcanzar el 20% del PIB global.

### **... primeros compromisos**

El Protocolo de Kioto es el primer compromiso formal de lucha contra el cambio climático. En él se establece el objetivo global de reducir las emisiones de GEI en un 5,2%, durante el periodo comprendido entre 2008 y 2012, respecto a las emisiones que se tuvieron en un año de referencia, que se estipuló como 1990. Para el cumplimiento del objetivo global de reducción se realizó un reparto entre los distintos países industrializados, países incluidos en el Anexo I de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (UNFCCC, por sus siglas en inglés).

**Tabla 1.** Objetivos de reducción de emisiones establecidos por el Protocolo de Kioto para el periodo 2008-2012, respecto al año base (1990)

PAÍS	OBJETIVO DE REDUCCIÓN	REPARTO INTERNO UE	OBJETIVO INDIVIDUAL
<b>Unión Europea</b>	<b>- 8 %</b>	Portugal	+27%
Estados Unidos de América	- 7 %	Grecia	+25%
Canadá	- 6 %	<b>España</b>	<b>+15%</b>
Japón	- 6 %	Irlanda	+13%
Nueva Zelanda	0 %	Suecia	+4%
Rusia	0 %	Finlandia	0%
Ucrania	0 %	Francia	0%
Australia	+ 8 %	Países Bajos	-6%
Islandia	+ 10 %	Italia	-6,5%
El Protocolo de Kioto establece el objetivo global de reducir las emisiones de GEI a nivel mundial en un 5,2%, durante el periodo comprendido entre 2008 y 2012, respecto a las emisiones que se tuvieron en el año 1990. Para el cumplimiento del objetivo global de reducción se realizó un reparto entre los distintos países, siendo el límite para España del +15%.		Bélgica	-7,5%
		Reino Unido	-12,5%
		Austria	-13%
		Alemania	-21%
		Dinamarca	-21%
		Luxemburgo	-28%

Para alcanzar el objetivo de reducción de emisiones marcado, el Protocolo de Kioto admite ciertos mecanismos que otorgan flexibilidad, son los denominados Mecanismos Flexibles del Protocolo de Kioto. Dentro de estos mecanismos se encuentran el Comercio de Derechos de Emisión, los proyectos de Aplicación Conjunta y los Mecanismos de Desarrollo Limpio. Paralelamente, el Protocolo de Kioto permite tener en cuenta el efecto de los sumideros de carbono, a través de diversa normativa que regula su contabilización.

Mediante el Comercio de Derechos de Emisión, permitido desde el año 2008, se persigue reducir las emisiones de GEI facilitando la compraventa de toneladas de CO<sub>2</sub> o Unidades de Cantidad Atribuida (AAU, por sus siglas en inglés) entre los distintos estados incluidos en el Anexo I de la UNFCCC.

Por su parte, la Aplicación Conjunta (JI, por sus siglas en inglés) engloba proyectos encaminados a la reducción de emisiones en otros países incluidos dentro del Anexo I de la UNFCCC, principalmente estados con economías en transición. Las reducciones de emisiones conseguidas mediante este mecanismo se deducen de la cuota asignada al Estado que acoge el proyecto, aplicándose a las emisiones del país que invierte fondos en dicho proyecto. Este mecanismo está en vigor desde el 1 de enero de 2008.

Finalmente, los Mecanismos de Desarrollo Limpio (CDM, por sus siglas en inglés) acoge el desarrollo de proyectos de reducción de emisiones en países que no estén incluidos dentro del Anexo I de la UNFCCC, típicamente los países en vías de desarrollo. A través de los Mecanismos de Desarrollo Limpio se generan, desde el año 2000, Reducciones Certificadas de Emisiones (CER, por sus siglas en inglés), las cuales son expedidas por Naciones Unidas para evitar posibles irregularidades. Mediante este tipo de proyectos, se consigue un triple objetivo. Por un lado, el país inversor puede contabilizar los CER para sus propios objetivos de reducción. En segundo lugar, se da una aplicación de nuevas tecnologías en el país receptor, y por último, se da una contribución a la estabilización de las emisiones de GEI a nivel global.

Además de estos tres mecanismos de reducción de emisiones de GEI, existen también sumideros de carbono naturales, como son los océanos y los bosques. Debido a la complejidad de su contabilización y seguimiento, el Protocolo de Kioto y la legislación que lo desarrolla únicamente aceptan como válidas las absorciones debidas a las actividades relacionadas con el uso de la tierra, los cambios de uso de la tierra y la silvicultura (sector UTCUTS, por sus siglas en inglés). La regulación de la contabilización de los sumideros de carbono se realiza en función de la Conferencia de las Partes de Marrakech, posterior al Protocolo de Kioto, en la que se especifica los límites para la generación de Unidades de Absorción<sup>3</sup> (UDA). Las reglas más relevantes se pueden resumir en las siguientes premisas:

---

<sup>3</sup> Las "unidades de absorción" o "UDA" se definen como unidades generadas por actividades domésticas de secuestro de carbono en el sector UTCUTS (Art. 3.3 y 3.4 del Protocolo de Kioto).

- La contabilización de las actividades de forestación, reforestación y deforestación es obligatoria;
- La contabilización de actividades relacionadas con la gestión de los bosques, tierras agrícolas y pastizales, así como el reestablecimiento de la vegetación es opcional.
- La generación de UDA por medio de actividades que mejoran la gestión de los bosques tiene unos límites específicos por país. En el caso de España, el límite es de 0,67 millones de toneladas de carbono anuales, lo que viene a ser un total de 2,45 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> e al año.

Las negociaciones sobre la continuación del Protocolo comenzaron en Bali en diciembre de 2007. El documento final aprobado en la cumbre de 2009 celebrada en Copenhague, mantiene la referencia acordada en el año 2007 sobre la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> para el año 2020 de entre un 25% y un 40% para los países avanzados y, por primera vez, recoge que los países en vías de desarrollo limiten también sus emisiones entre un 15% y un 30% para el mismo periodo. Sin embargo, no se alcanzó un acuerdo vinculante en el que se fijasen objetivos concretos.

El llamado “Acuerdo de Copenhague” recogió, sin embargo, importantes avances en las negociaciones internacionales como el compromiso por los países desarrollados de movilizar conjuntamente 30 mil millones de dólares durante el período 2010-2012 para ayudar a adoptar medidas de adaptación y mitigación en países en desarrollo y el compromiso de ascender hasta 100 mil millones para el año 2020.

La cumbre celebrada en Cancún a finales del año 2010 tampoco se cerró con unos objetivos de reducción de emisiones vinculantes, sin embargo, se afinó el marco para que en el año 2011, en Sudáfrica, se pueda desarrollar un nuevo acuerdo que sustituya al Protocolo de Kioto. “Los Acuerdos de Cancún”, texto acordado como resultado de la cumbre, mantiene los compromisos de aportaciones económicas fijadas en Copenhague, pero además recoge acciones como la creación del Programa para Reducir Emisiones por Deforestación y Degradación Forestal, con la intención de apoyar a las comunidades implicadas en la

conservación de los bosques o la creación de un nuevo marco de adaptación que potencie las acciones en esta área.

## B. LA UNIÓN EUROPEA: PIONERA

La Unión Europea ha sido, desde el principio, pionera y tractora de los esfuerzos a realizar para abordar la lucha contra el cambio climático. Este compromiso se ha fundamentado en el desarrollo de políticas y establecimiento de objetivos, a través de un paquete integral de medidas para la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero recogidas en el Programa Europeo contra el Cambio Climático (PECC).

En la actualidad y desde el año 2005, está ya en desarrollo el Segundo Programa Europeo contra el Cambio Climático, sin un horizonte temporal definido, en el que se han analizado los avances realizados durante el Primer Programa y se están proyectando nuevas actuaciones en torno a ámbitos como la aviación, las emisiones de vehículos, la captura y almacenamiento de carbono o la adaptación al cambio climático.

Derivado del Primer Programa, finalizado en el año 2004, la Unión Europea puso en marcha el Régimen de Comercio Europeo de Derechos de Emisión (EU ETS) que limita las cuotas de emisión de CO<sub>2</sub> de alrededor de 11.000 instalaciones intensivas en carbono de los sectores de generación de energía e industria durante los periodos comprendidos entre los años 2005-2007 y 2008-2012. Actualmente, el EU ETS se está adecuando para alcanzar una mayor efectividad en lo que a reducción de emisiones de GEI se refiere. Por ello, se han llevado a cabo algunas modificaciones con respecto a los periodos anteriores, pensando ya en un horizonte posterior al año 2012. Así, la nueva Directiva de Comercio Europeo de Derechos de Emisión afectará a más sectores y más GEI. Sin embargo, para garantizar el buen funcionamiento del sistema se permitirá excluir, en determinadas condiciones, a aquellas instalaciones que presenten emisiones inferiores a las 25.000 tCO<sub>2</sub>/año, considerando su baja contribución en relación con el resto de instalaciones afectadas. Además, la asignación de derechos de emisión a cada sector industrial se llevará a cabo desde la Unión Europea, sustituyendo el sistema anterior en el que era cada Estado el responsable de dicha asignación.

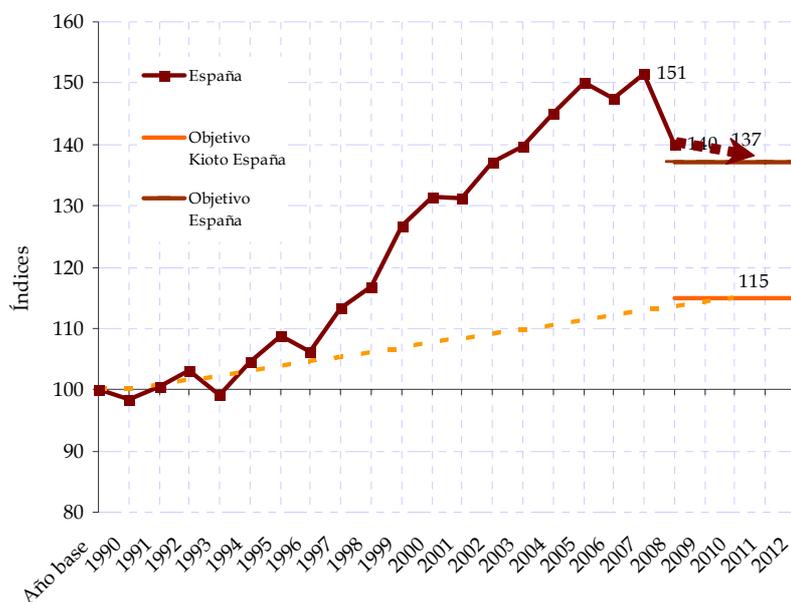
En esta línea de actuación, la Comisión Europea ha propuesto una tercera fase, del 1 de enero de 2013 al 31 de diciembre de 2020, que contribuirá a aumentar la previsibilidad necesaria para promover inversiones a largo plazo en la reducción de emisiones. La Comisión también propone reforzar y ampliar considerablemente el EU ETS para esta fase, de modo que pueda desempeñar un papel central en el logro de los objetivos climáticos y energéticos de la UE para 2020 (reducción de la totalidad de sus emisiones al menos un 20% con respecto a los niveles de 1990, obtención de un 20% de su energía de fuentes renovables y mejora de su eficiencia energética para reducir su consumo de energía hasta un 20% por debajo de los niveles previstos).

## C. A NIVEL NACIONAL

### ... objetivos asumidos

Aunque los datos de los últimos años apuntan a una reducción de las emisiones de GEI, la situación de España respecto al cumplimiento de sus objetivos de Kioto no es optimista, ya que se encuentra muy por encima del 15% al que está comprometida.

En este sentido, el Gobierno español ha establecido como objetivo del quinquenio 2008-2012 conseguir que las emisiones de GEI totales no superen un aumento del 37% respecto a las del año base, lo que todavía, supone 22 puntos porcentuales de diferencia respecto a 15% (objetivo de Kioto). Esta diferencia está prevista que se solvante mediante un 2% procedentes de los sumideros de carbono y el resto mediante mecanismos de flexibilidad permitidos por el Protocolo de Kioto (adquisición de créditos de carbono).

**Gráfica 3.** Objetivo de limitación de las emisiones de GEI de España.

Como mecanismos que le permitan seguir la hoja de ruta que se ha marcado para alcanzar un cumplimiento de sus objetivos de limitación de emisiones, son destacables la Estrategia Española de Cambio Climático y Energía Limpia con un horizonte hasta el año 2020, complementada con un Plan de Medidas Urgentes en el que se incluye un nuevo Plan de Acción de Ahorro y Eficiencia Energética 2008-2012, además del Plan Nacional de Adaptación que establece la base para el desarrollo de medidas que permitan una adaptación a los efectos inevitables del cambio climático.

En el área energética destaca el Plan de Acción 2008-2012 de la Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética en España (E4) que prevé que genere una reducción de emisiones de GEI cercana a los 240 millones de toneladas de CO<sub>2</sub>. Para ello, las 59 actuaciones que lo forman se centran en los sectores industrial y de transformación de la energía, transporte, residencial y primario.

Por su parte, el EU ETS a nivel estatal afecta a alrededor de 1.000 instalaciones industriales y de generación eléctrica y ha ido variado conforme lo ha hecho el mercado a nivel europeo.

**... impactos esperados**

España, por su situación geográfica y sus características socioeconómicas, es un país muy vulnerable al cambio climático y se enfrenta a problemas ambientales, reforzados por efecto de dicho cambio como son: disminución de recursos hídricos y regresión de la costa, pérdidas de la biodiversidad biológica y ecosistemas naturales y aumento en los procesos de erosión del suelo. Por ello, la adaptación al cambio climático es una de las prioridades en el conjunto de las actuaciones nacionales.

Actualmente, se prevén distintos impactos en España relacionados con el cambio climático:

- Pérdida de biodiversidad y desplazamiento de las especies tanto hacia el norte como en altitud.
- Cambios en los ecosistemas terrestres y acuáticos.
- Reducción en los aportes hídricos, especialmente en las cuencas de la mitad sur de la Península Ibérica.
- Aumento de la demanda hídrica urbana, agrícola e hidroeléctrica.
- Aumento de la irregularidad de las crecidas y, por lo tanto, del riesgo de inundaciones.
- Aumento del riesgo de los incendios forestales, tanto en duración como en severidad.
- Aumento del nivel del mar, de la erosión costera, de la intrusión salina y deterioro y pérdida de humedales costeros.
- Cambios en el sistema circulatorio y aumento de la proliferación de ciertas especies de algas debido al aumento esperado en la temperatura del agua marina.
- Disminución del carbono orgánico del suelo debido al aumento de la temperatura media y del mayor riesgo de sequías, aumentando así el riesgo de erosión y desertificación.
- Aumento del riesgo de plagas y enfermedades de cultivos y ganado por aumento de la temperatura media, modificando la frecuencia, temporalidad e intensidad de las mismas.

- Disminución en la productividad pesquera debido al calentamiento del agua, la falta de mezcla, la disminución de los afloramientos y de los aportes de los ríos.
- Variación en la composición y estructura de los bosques, aumentando las pérdidas por mortalidad y disminuyendo la capacidad para la fijación de CO<sub>2</sub>.
- Cambios en la morbi-mortalidad humana según las variaciones de temperatura, efectos relacionados con eventos meteorológicos extremos, aumento del efecto de los contaminantes sobre la salud, aumento de la transmisión de enfermedades por la alimentación, el agua o vectores infecciosos.

Para hacer frente a estos impactos y preparar a ecosistemas naturales y económicos para una correcta adaptación a los mismos en julio de 2006 se aprobó el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático. Este Plan se concibe para facilitar y proporcionar de forma continua asistencia a las administraciones y organizaciones para evaluar los impactos del cambio climático en España e integrar esta variable en la planificación de los distintos sectores y/o sistemas.

## **2. NAVARRA. SITUACIÓN Y PRIMEROS PASOS**

### **A. CONTRIBUCIÓN. INVENTARIO DE GEI Y DE SUMIDEROS DE CARBONO**

#### **INVENTARIO DE GEI**

El inventario de GEI de Navarra revela que la evolución de las emisiones totales de GEI en Navarra, desde el año base (1990) hasta el año más cercano del que se disponen datos, esto es 2009, ha sido ascendente, pasando de casi 5.300.000 t CO<sub>2</sub>e a algo más de 6.250.000 t CO<sub>2</sub>e, lo que supone un incremento por encima del 18% respecto a las emisiones que tuvo en el año base.

#### **...por sectores**

Las principales fuentes de emisión corresponden al Procesado de la Energía con el 66% del total emitido en el año 2009, con un aumento de unos cuatro puntos porcentuales respecto al año 1990. Por su parte, la Agricultura y los Procesos Industriales contribuyen con el 19% y el 11,5% respectivamente. El primero de ellos ha sufrido un descenso en su representatividad en el total de emisiones de un 4,8%, mientras que el segundo la ha decrecido ligeramente en un 0,2%. Por último, los sectores de Gestión de Residuos y Uso de Disolventes representan el 3,3% y 0,4% sobre el total, respectivamente.

**Tabla 2.** Emisiones de GEI de la Comunidad Foral de Navarra referentes al periodo 1990-2009

	<b>Emisiones 1990 (t CO2-eq)</b>	<b>Emisiones 2009 (t CO2-eq)</b>	<b>S/total 1990 (%)</b>	<b>S/total 2009 (%)</b>	<b>Incremento o 1990-2009</b>
Procesado de la Energía	3.261.701	4.126.341	61,59%	65,93%	26,51%
Procesos industriales	617.185	719.804	11,65%	11,50%	16,63%
Uso de disolventes	21.618	25.320	0,41%	0,40%	17,12%
Agricultura	1.251.651	1.181.698	23,64%	18,88%	-5,59%
Gestión de Residuos	143.437	205.595	2,71%	3,28%	43,33%
<b>Total<sup>4</sup></b>	<b>5.295.592</b>	<b>6.258.758</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>18,19%</b>

Dentro del Procesado de la Energía, el subsector más representativo es la Combustión en Industria, aunque ha sufrido un retroceso cercano al 18% en valores absolutos, que supone en torno al 17% en su contribución al total. Es importante resaltar que las emisiones totales aquí presentadas tienen en cuenta las emisiones asociadas a la electricidad que se importa o exporta de Navarra, en función del déficit o superávit anual. Para la contabilización de estas emisiones se tiene en cuenta el mix eléctrico<sup>5</sup> nacional, cuando se trata de importaciones, y el mix propio de Navarra - inferior al estatal debido al peso de la generación renovable - cuando son exportaciones. Cabe destacar el incremento en las emisiones debidas al subsector de Producción de servicio público de electricidad y calor con la aparición de las centrales de ciclo combinado de Castejón, representando el 16,4% de las emisiones totales del sector. Asimismo, se han incrementado notablemente las emisiones de Transporte por carretera y Combustión en otros sectores con incrementos del 34% y 17%, respectivamente.

<sup>4</sup> Al evaluar las emisiones totales se han tenido en cuenta las emisiones debidas a la electricidad importada, que si bien en el año 2009 con la existencia de los ciclos combinados de Castejón, Navarra es excedentaria, en 1990 no se daba esta situación ya que se importaba en torno a 2.300.000 MWh.

<sup>5</sup> El mix eléctrico hace referencia al ratio de emisiones de CO<sub>2</sub> asociadas a la producción de electricidad en un determinado territorio y periodo de tiempo. Para su cálculo se tienen en cuenta todas las tecnologías de generación eléctrica que se utilizan.

**Tabla 3.** Emisiones de GEI de la Comunidad Foral de Navarra referentes al periodo 1990-2009

	<b>Emisiones 1990 (t CO2-eq)</b>	<b>Emisiones 2009 (t CO2-eq)</b>	<b>S/total 1990 (%)</b>	<b>S/total 2009 (%)</b>	<b>Incremento o 1990-2009</b>
Producción de servicio público de electricidad y calor <sup>6</sup>		678.268		16,44%	
Combustión en Industria	1.584.420	1.302.852	48,58%	31,57%	-17,77%
Transporte Agroforestal	102.611	148.451	3,15%	3,60%	43,77%
Combustión en otros sectores	772.615	904.870	23,69%	21,93%	17,22%
Transporte por carretera <sup>7</sup>	800.732	1.074.986	24,55%	26,05%	34,25%
Emisiones fugitivas gas natural	1.323	16.914	0,04%	0,41%	1178,46%
<b>Total</b>	<b>3.261.701</b>	<b>4.126.341</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>26,51%</b>

En el sector de Procesos Industriales cabe destacar que el responsable de la gran mayoría de las emisiones es el subsector de Procesos industriales sin combustión, ya que suponen el 87,8%, aunque haya sufrido un ligero retroceso en torno al 11,9% respecto al año 1990 en términos relativos. Sin embargo, en términos absolutos ha incrementado sus emisiones en un 2,7%.

En este sentido, es necesario hacer una mención especial a las emisiones procedentes de instalaciones afectadas por el comercio europeo de derechos de emisión, que en Navarra suponen alrededor de 2,5 millones de toneladas de CO<sub>2</sub>. Este régimen europeo lleva puesto en marcha desde el año 2005, siendo 2009 el último año del que se disponen datos. En este periodo, las instalaciones navarras afectadas han decrecido sus emisiones alrededor de un 1,9%, registrándose el mayor descenso en los sectores industriales (-6,1%) por el decrecimiento de la actividad industrial, mientras que las instalaciones de generación eléctrica han tenido una evolución ascendente (+2,4%).

<sup>6</sup> En el año 1990 no se han contabilizado las emisiones procedentes de las importaciones eléctricas en el sector de Producción de servicio público de electricidad y calor, sino que éstas se han repartido entre los sectores consumidores de dicha energía eléctrica.

<sup>7</sup> En este sector se incluyen las emisiones debidas al transporte aéreo.

**Tabla 4.** Emisiones de GEI de la Comunidad Foral de Navarra afectadas por el EU ETS

SECTOR	INSTALACIÓN	2005	2006	2007	2008	2009
CAL	Calinsa (Cal Industrial, S.A.)	114.903	149.906	166.569	151.224	143.988
CEMENTO	Cementos Portland Valderribas, S.A.	675.338	754.797	728.023	748.975	485.138
CICLO COMBINADO	Eléctrica de la Ribera del Ebro, S.S.	770.819	635.370	665.581	1.143.212	800.847
	Fuerzas Eléctricas de Navarra, S.A.U.	554.337	489.911	412.435	320.130	555.394
COMBUSTIÓN	Heineken España, S.A.		6.428	6.570	4.015	516
	Industrias Alimentarias de Navarra			5.311	6.117	6.290
	IESA Intermalta Energía	40.108	14.653	31.042	37.853	40.012
	Viscofan, S.A.	51.435	86.801	87.811	117.660	161.307
	VOLKSWAGEN Navarra, S.A.		8.246	9.336	9.132	9.367
	Ecoenergía Navarra S.L.	53.479	51.007	40.337	57.640	59.840
	Incogen, S.A. (Aoiz)			33.943	25.374	21.757
PASTA Y PAPEL	Georgia Pacific SPRL, S. COM P.A.	37.353	37.793	33.973	46.384	43.554
	Ibertissue, S.L.U.			10.682	12.090	11.399
	Navarra Ecoenergy, S.L.	36.784	30.293	24.408	14.870	14.098
	Papertech, S.L.	11.466	11.782	11.390	10.683	9.854
	Smurfit Kappa Navarra, S.A.	9.973	9.088	9.799	18.242	18.910
	Newark San Andrés, S.L.	38.174	28.025	28.816	37.271	32.720
	Sarriopapel y Celulosa, S.A.	38.635	39.414	55.716	39.942	32.321
TEJAS Y LADRILLOS	Cerámica Añon, S.L.	9.381	8.804	9.788	6.170	2.491
	Cerámica Tudelana, S.A.	29.811	27.021	26.013	16.193	4.059
	Cerámica Utzubar, S.A.	26.515	21.987	20.801	14.927	14.307

SECTOR	INSTALACIÓN	2005	2006	2007	2008	2009
	Tejería Iturralde, S.L.	8.915	8.927	11.458	7.826	3.899
<b>VIDRIO</b>	Guardian Industries Navarra, S.L.	127.432	98.578	102.290	114.088	114.088
<b>TOTAL EU ETS</b>		<b>2.634.858</b>	<b>2.518.831</b>	<b>2.532.092</b>	<b>2.962.073</b>	<b>2.586.156</b>
<b>TOTAL INDUSTRIA</b>		<b>1.309.702</b>	<b>1.393.550</b>	<b>1.454.076</b>	<b>1.498.731</b>	<b>1.229.915</b>
<b>TOTAL GENERACIÓN</b>		<b>1.325.156</b>	<b>1.125.281</b>	<b>1.078.016</b>	<b>1.463.342</b>	<b>1.356.241</b>

Por otra parte, se han incrementado notablemente las emisiones de Consumo de Halocarburos, pasando a suponer el 11,4% de las emisiones totales, mientras que la contribución del SF<sub>6</sub> en equipos eléctricos es meramente anecdótica.

**Tabla 5.** Emisiones de GEI de la Comunidad Foral de Navarra referentes al periodo 1990-2009

	Emisiones 1990 (t CO <sub>2</sub> -eq)	Emisiones 2009 (t CO <sub>2</sub> -eq)	S/total 1990 (%)	S/total 2009 (%)	Incremento o 1990-2009
Consumo de halocarburos	83	81.778	0,01%	11,36%	98427,71%
SF <sub>6</sub> en equipos eléctricos	1.978	6.384	0,32%	0,89%	222,75%
Procesos industriales sin combustión	615.124	631.642	99,67%	87,78%	2,69%
<b>Total</b>	<b>617.185</b>	<b>719.804</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>16,63%</b>

El responsable de la mayoría de las emisiones del Uso de Disolventes es el subsector de Actividades de Aplicación de Pintura, ya que suponen el 63%, aumentando en torno al 2,6% respecto al año 1990 en términos relativos y en términos absolutos en un 22%, mientras que el Uso de N<sub>2</sub>O para anestesia ha sufrido un aumento del 39,4% y el de Limpieza en seco, desengrase y electrónica ha descendido un 27%.

**Tabla 6.** Emisiones de GEI de la Comunidad Foral de Navarra referentes al periodo 1990-2009

	<b>Emisiones 1990 (t CO<sub>2</sub>-eq)</b>	<b>Emisiones 2009 (t CO<sub>2</sub>-eq)</b>	<b>S/total 1990 (%)</b>	<b>S/total 2009 (%)</b>	<b>Incremento 1990-2009</b>
Actividades de aplicación de pintura	13.000	15.857	60,14%	62,63%	21,98%
Uso de N <sub>2</sub> O para anestesia	4.768	6.645	22,06%	26,24%	39,37%
Limpieza en seco, desengrase y electrónica	3.850	2.818	17,81%	11,13%	-26,81%
<b>Total</b>	<b>21.618</b>	<b>25.320</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>13,78%</b>

Por su parte, en el sector Agricultura, la contribución de los diferentes subsectores se encuentra más repartida entre Suelos Agrícolas (38%), Fermentación Entérica (34%) y Gestión de Estiércol (27%), quedando una representación marginal para la Quema de residuos y cultivo de arroz.

Sin embargo el que ha experimentado en términos absolutos de los tres subsectores importantes, un mayor incremento ha sido la Gestión de estiércol con un 15,6% sobre el año 1990 frente al 0,5% de Fermentación entérica y sufriendo un descenso en torno al 21% el de Suelos Agrícolas.

**Tabla 7.** Emisiones de GEI del sector Agricultura de la Comunidad Foral de Navarra referentes al periodo 1990-2009

	<b>Emisiones 1990 (t CO<sub>2</sub>-eq)</b>	<b>Emisiones 2009 (t CO<sub>2</sub>-eq)</b>	<b>S/total 1990 (%)</b>	<b>S/total 2009 (%)</b>	<b>Incremento 1990-2009</b>
Suelos Agrícolas	572.629	453.139	45,75%	38,35%	-20,87%
Gestión de estiércol	275.564	318.606	22,02%	26,95%	15,62%
Fermentación entérica	400.087	401.917	31,96%	34,01%	0,46%
Quema de residuos y cultivo de arroz	3.371	8.036	0,27%	0,68%	138,39%
<b>Total</b>	<b>1.251.651</b>	<b>1.181.698</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>-5,59%</b>

En el sector residuos, la mayoría de las emisiones de GEI están asociadas a los vertederos (65%), siendo el tratamiento de las aguas residuales un subsector menos relevante.

**Tabla 8.** Emisiones de GEI del sector Residuos de la Comunidad Foral de Navarra referentes al periodo 1990-2009

	Emisiones 1990 (t CO <sub>2</sub> -eq)	Emisiones 2009 (t CO <sub>2</sub> -eq)	S/total 1990 (%)	S/total 2009 (%)	Incremento o 1990-2009
Tratamiento de aguas residuales	60.372	73.093	42,09%	35,55%	21,07%
Depósito en vertederos	83.065	132.502	57,91%	64,45%	59,52%
<b>Total</b>	<b>143.437</b>	<b>205.595</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>43,33%</b>

**...por gases**

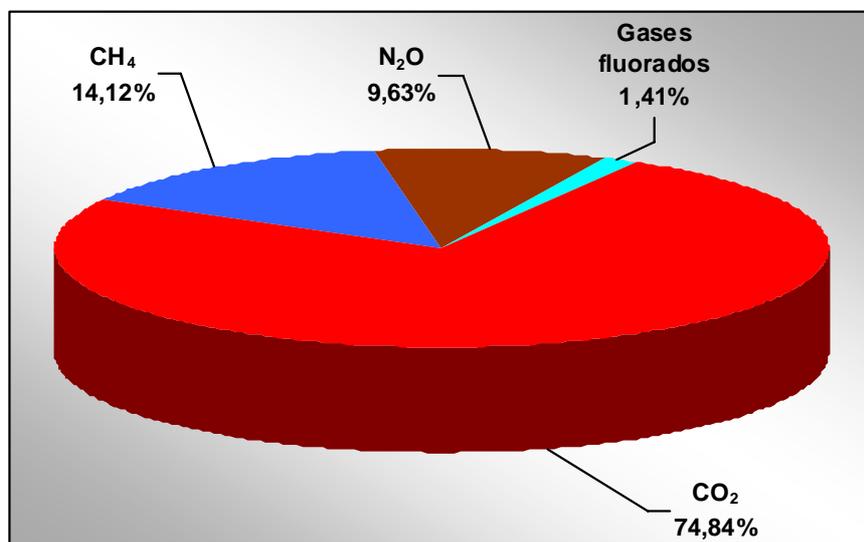
En el análisis por gases destaca la contribución del CO<sub>2</sub> a las emisiones totales de Navarra, ya que en el año 2009 representa en torno al 75% de las mismas, con un crecimiento de cerca de 3,5 puntos porcentuales respecto al año 1990. A continuación, por orden de importancia se encuentran el CH<sub>4</sub> y el N<sub>2</sub>O que representan el 14,1% y 9,6% respectivamente, si bien en el periodo 1990-2009 su representatividad ha sufrido un descenso en torno al 0,8% y 3,1%, respectivamente. Por último, los gases fluorados han sufrido un avance espectacular en términos relativos, con un aumento por encima del 4000% respecto al año 1990, debido en gran medida al incremento en los aparatos de refrigeración y aire acondicionado, aunque sus participaciones conjuntas en el total del inventario de 2009 suponen únicamente el 1,4%.

En cuanto a su evolución temporal a lo largo del período analizado, el incremento más destacado corresponde al CO<sub>2</sub>, con un 22,3%, seguido del CH<sub>4</sub> con un 11,8%, mientras que el N<sub>2</sub>O ha descendido un 10,3%. Respecto a la evolución temporal de los gases fluorados<sup>8</sup>, ya hemos comentado que ha sufrido los mayores incrementos del periodo, básicamente debido al HFC de los aparatos de refrigeración y aire acondicionado, aunque en valor absoluto su contribución no llega al 1,3% del total, siendo todavía más marginal la de los otros dos gases del grupo.

<sup>8</sup> La evolución de los gases fluorados realiza sobre el año 1995.

**Tabla 9.** Emisiones por tipo de GEI en Navarra referentes al periodo 1990-2009

	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	HFC	PFC	SF <sub>6</sub>	Total
1990	3.831.281	790.247	672.003	79	4	1.978	5.295.592
2009	4.684.146	883.437	603.013	79.827	1.951	6.384	6.258.758
Incremento 1990-2009	22,26%	11,79%	-10,27%	100.946,84%	48.675,00%	222,75%	18,19%

**Gráfica 4.** Emisiones por tipo de GEI en Navarra, año 2009

## INVENTARIO DE SUMIDEROS DE CARBONO

Además de las emisiones de GEI asociadas a los sectores analizados en el inventario de Navarra, es interesante conocer también la contabilización ligada al sector Uso de la Tierra, Cambios en el Uso de la Tierra y Silvicultura (UTCUTS). Los inventarios que hacen referencia a las emisiones y absorciones producidas en este sector en Navarra se han llevado a cabo conforme a las premisas establecidas por la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático (UNFCCC) para los estados miembros.

El inventario proporciona información sobre las absorciones y emisiones de gases efecto invernadero en Navarra en los años analizados, así como su evolución a lo largo del tiempo. Es importante destacar, sin embargo, que las remociones<sup>9</sup> que han tenido lugar no son computables para el cumplimiento de los objetivos de limitación de emisiones, sino que para ello se deben seguir las reglas establecidas por el Protocolo de Kioto y los Acuerdos de Marrakech, procurando la obtención de Unidades de Absorción<sup>10</sup> (UDA) a través de acciones como la gestión de bosques y la gestión de tierras agrícolas (ver capítulo 5).

Los años seleccionados inicialmente para realizar el inventario fueron 1990, 2000 y 2006, identificándose cartográficamente las superficies ocupadas por los usos de suelo en cada año y las transiciones que han tenido lugar en cuanto a usos de suelo en los periodos 1990-2000 y 2000-2006. La elección concreta de esos años se debió a la disponibilidad de información, incluyendo 1990 por ser el año base y 2006 por ser el año más reciente disponible.

Como consecuencia de la heterogeneidad de la información cartográfica disponible, los resultados obtenidos en un primer momento indicaban una tendencia decreciente de las absorciones, algo incompatible con la realidad de los bosques navarros. Por tanto, a la vista de los resultados obtenidos, se realizó un segundo estudio para los años 1990, 2000 y 2008, únicamente para el sector forestal, dado que los datos revelan que es el más influyente en el inventario, y para el cual se dispone de una fuente de datos sólida, los Inventarios Forestales Nacionales.

---

<sup>9</sup> El término remoción hace referencia a las absorciones o secuestro de GEI de la atmósfera.

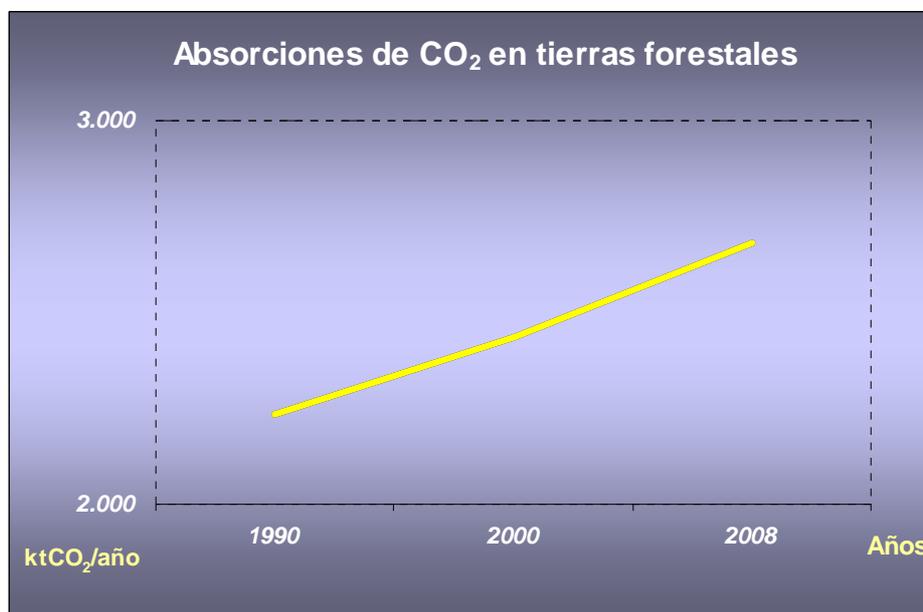
<sup>10</sup> Las "unidades de absorción" o "UDA" se definen como unidades generadas por actividades domésticas de secuestro de carbono en el sector UTCUTS (Art. 3.3 y 3.4 del Protocolo de Kioto).

Los resultados de ambos estudios permiten afirmar que el sector UTCUTS ha sido un sumidero de gases de efecto invernadero en Navarra durante los periodos analizados, siendo las absorciones estimadas en la categoría de tierras forestales las más importantes de todas las que se producen. El resto de los cambios en el uso del suelo han tenido una menor incidencia en las absorciones y emisiones de gases de efecto invernadero de este sector.

Las absorciones de CO<sub>2</sub> en la categoría “tierras forestales”, muestran una clara tendencia creciente a lo largo del tiempo, siendo de 2.236 ktCO<sub>2</sub> (2,2 millones de toneladas de CO<sub>2</sub>) en 1990; 2.437 ktCO<sub>2</sub> (2,4 millones de toneladas de CO<sub>2</sub>) en 2000; y 2.681 ktCO<sub>2</sub> (2,6 millones de toneladas de CO<sub>2</sub>) en 2008.

En el siguiente gráfico puede apreciarse la tendencia de las absorciones en tierras forestales desde 1990 hasta 2008:

**Gráfica 5.** Tendencia de las absorciones de CO<sub>2</sub> en tierras forestales en Navarra (en miles de toneladas al año) en los años 1990, 2000 y 2008.



Teniendo en cuenta estos resultados, es importante reseñar que, a pesar de que tanto las pérdidas como consecuencia de las cortas y los incendios forestales se han incrementado en los últimos años, el aumento de la superficie forestal ha sido capaz de paliar dichas pérdidas y las absorciones de CO<sub>2</sub> en los bosques navarros han aumentado desde 1990 hasta nuestros días.

## B. CAMINO RECORRIDO

El punto de partida para la elaboración de la presente Estrategia frente al Cambio Climático de Navarra lo constituyen las distintas políticas que se han ido implementando en los últimos años y que, aunque no en clave de mitigación o adaptación al cambio climático, han contribuido al fomento de las energías renovables, la mejora de la eficiencia energética en todos los sectores o el impulso de los sumideros de carbono.

En este sentido, en el ámbito de la energía, es necesario mencionar el documento **Horizonte Energético de Navarra 2020**, que tiene prevista su aprobación en 2011, con un horizonte hasta el año 2020. Con este documento, el Gobierno de Navarra da continuidad a la política energética que ya venía realizando, con una apuesta decidida por las energías renovables y la potenciación del ahorro y la eficiencia energética en todos los sectores. Así, los grandes ejes sobre los que se asienta la política energética de Navarra son:

- ✦ Fomentar la sostenibilidad energética
- ✦ Definir un escenario de eficiencia con medidas para el horizonte 2020
- ✦ Promocionar las energías renovables
- ✦ Potenciar las infraestructuras y la gestión energética
- ✦ Impulsar el liderazgo de Navarra en el ámbito de las energías renovables y la eficiencia energética desde la perspectiva socioeconómica

En el ámbito del transporte, se ha perseguido ofrecer a la ciudadanía un transporte de calidad y, a través de los **planes de transporte urbano**, como el de la **Comarca de Pamplona** o el de **Tudela**, combinar eficiencia, comodidad y sostenibilidad. En este sentido, una de las actuaciones dentro de este ámbito y que se encuentra incluida en el **Plan Navarra 2012**, es la construcción del Tren de Alta Velocidad y su conexión con la "Y" vasca, que aportará a Navarra un sistema de transporte moderno, sostenible y eficiente. De esta forma se permitirá a futuro la integración, con ancho europeo y transporte mixto de personas y mercancías, en la Red Transeuropea Ferroviaria.

Dentro del sector primario destacan el Plan Forestal y el Programa de Desarrollo Rural de Navarra. Por su parte, el **Plan Forestal de Navarra** se plantea como una herramienta útil de planificación no sólo sectorial, sino también de ordenación del territorio, abarcando la completa y diversa realidad forestal de Navarra. Entre sus objetivos básicos se distinguen:

- ✦ Promover la ampliación de la superficie forestal arbolada de Navarra, preferentemente mediante la creación de formaciones vegetales con capacidad para su regeneración y evolución hacia bosques originarios.
- ✦ Regular y fomentar el aprovechamiento ordenado de los montes como fuente de materia prima renovable, haciéndolo compatible con la protección del medio natural y la generación de rentas en áreas geográficas donde los montes tengan su enclave.

Por su parte, el **Programa de Desarrollo Rural** recoge la estrategia prevista hasta el año 2013 para alcanzar un desarrollo sostenible y equilibrado de las zonas rurales. Para alcanzar estos objetivos se plantea aumentar la competitividad de la agricultura y la silvicultura navarras, la mejora del medio ambiente y de la calidad de vida, así como el fomento de la diversificación económica. El Programa recoge, entre otras, acciones que fomentan:

- ✦ La eficiencia y organización racional de los medios de producción en el sector
- ✦ La protección medioambiente y especialmente, mejora de instalaciones que reduzcan o eliminen los impactos en el medio, en especial las de gestión de residuos y subproductos y/o valorización de éstos
- ✦ La implantación de sistemas de aseguramiento de calidad en el ámbito de la gestión medioambiental a través de normas ISO o equivalentes
- ✦ El desarrollo de bioenergías y la potenciación de su uso
- ✦ Obras y mejoras territoriales para reducir y corregir los efectos de la erosión y obras, instalaciones o equipos que proporcionen una mayor eficiencia en el uso del agua y/o un menor impacto en su calidad

En el ámbito de los residuos, se ha trabajado en el fomento de la separación y la recogida selectiva de los residuos urbanos, así como el reciclaje de los mismos o la implantación de la recuperación y valorización del biogás generado en aquellos vertederos donde ha sido viable. En la actualidad, se ha elaborado el **nuevo Plan Integrado de Gestión de Residuos de Navarra (PIGRN 2020)** que fue aprobado a finales de diciembre de 2010. Este Plan, recogerá las líneas de actuación y las acciones concretas en este ámbito para los próximos años. Sus objetivos principales son:

- ✦ Completar el despliegue de la recogida selectiva de residuos urbanos, en especial, la dedicada a la separación de biorresiduos.

- ✦ Optimizar y coordinar las rutas de transporte tanto de recogida de residuos urbanos como la deposición a las plantas de tratamiento.
- ✦ Reducir los residuos con destino a vertedero e implantar un sistema de valorización de los biorresiduos.
- ✦ Mejorar la calidad de la recogida selectiva, aumentando el porcentaje de recogida para todas las fracciones, reduciendo a su vez la cantidad de impropios.
- ✦ Estabilizar y, posteriormente reducir, la cantidad de residuos urbanos del sector doméstico, mediante la reutilización y compostaje.
- ✦ Introducir la incineración de la fracción resto con recuperación de energía a partir de 2012.

Consciente de que la formación y sensibilización de la sociedad es una de las palancas necesarias para alcanzar un cambio real en los comportamientos actuales, en el año 2001, el Gobierno de Navarra aprobó la **Estrategia Navarra de Educación Ambiental** y, un año después, su **Plan de Acción 2001-2006**, con los objetivos, entre otros, de:

- ✦ Movilizar y optimizar recursos, humanos y materiales, para producir cambios duraderos en la gestión ambiental
- ✦ Integrar la educación ambiental como herramienta de gestión ambiental, en todos los sectores sociales
- ✦ Promover la coordinación interadministrativa, entre los sectores público y privado, y la creación de redes de trabajo permanente
- ✦ Impulsar la educación ambiental en Navarra y contribuir a que se consolide como sector de interés social emergente

En este sentido, son también relevantes iniciativas como la llevada a cabo por el Centro de Recursos Ambientales de Navarra, el "**Foro Sumando Energías**" que recoge una propuesta de actuaciones para trabajar en el ámbito concreto de la energía y propone a un Programa de Medidas Sociales y Educativas para el Ahorro y la Eficiencia Energética.

Actuaciones como las mencionadas han preparado el camino, pero no han sido suficientes para permitir una limitación al crecimiento continuado de las emisiones de GEI de Navarra. Un análisis más detallado de estos planes y programas permite identificar dónde se encuentran las áreas sobre las que es necesario enfocar los esfuerzos de los próximos años.

**DEBILIDADES****GENERACIÓN ELÉCTRICA.**

- Falta de cumplimiento de los objetivos propuestos por el Plan Energético en lo concerniente a la potencia eólica instalada, por falta de interés de los inversores privados en la repotenciación de los parques existentes.
- Falta de cumplimiento de los objetivos en materia de mini hidráulica
- Falta de apoyo a la generación eléctrica renovable descentralizada.
- Falta de apoyo a la generación energética termo solar

**TRANSPORTE.**

- Priorización del transporte por carretera frente a otros medios más sostenibles, como el ferrocarril.
- Falta de puesta en marcha de planes de fomento de la movilidad sostenible como el Plan Director de la Bicicleta.

**RESIDENCIAL Y SERVICIOS.**

- Falta de un objetivo claro de reducción de la demanda eléctrica.

**AMENAZAS****GENERACIÓN ELÉCTRICA.**

- Cambio en el régimen retributivo a la generación eléctrica renovable.
- Variaciones en el precio del petróleo.
- Aumento histórico de la demanda eléctrica a cubrir.

**TRANSPORTE.**

- Gran diversificación de las competencias en este ámbito que dificulta la toma de decisiones y el impulso unificado de las mismas.
- Grado de éxito de las campañas de formación y sensibilización entre la sociedad.

**RESIDENCIAL Y SERVICIOS.**

- Grado de éxito de las campañas de formación y sensibilización entre la sociedad.

**DEBILIDADES****PRIMARIO.**

- Limitación del transporte de madera por carretera por la menor capacidad máxima permitida en el mismo respecto a otros países de la Unión Europea.
- Falta de apoyo a modelos de producción agrícola eficaces y sostenibles.
- Falta de competitividad de la agricultura ecológica frente a la convencional.
- Ausencia de un plan específico de reducción de las emisiones de GEI en este sector que emite no sólo CO<sub>2</sub>, sino también CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O en cantidades relevantes.

**RESIDUOS.**

- Ausencia de un Plan de Gestión de los Residuos en vigor.
- Falta de campañas de sensibilización dirigidas a la reducción de la generación de residuos.

**AMENAZAS****PRIMARIO.**

- Incremento del consumo de gasóleo en el sector debido a su uso en el sector residencial por su menor coste.
- Falta de competitividad de la producción de leguminosas, a pesar de las numerosas ventajas que presentan como fertilizantes naturales de los suelos.
- Grado de éxito de las campañas de formación y sensibilización entre agricultores y ganaderos.

**RESIDUOS.**

- Grado de éxito de las campañas de formación y sensibilización entre la sociedad.

**ADAPTACIÓN.**

- Ausencia de conocimiento lo suficientemente detallado sobre la adaptación necesaria a los efectos del cambio climático en los distintos sectores a nivel regional.

**ADAPTACIÓN.**

- Confluencias de determinadas medidas de lucha contra el cambio climático y salud, como sistemas de refrigeración que utilizan agua y pueden fomentar la legionelosis.

**FORTALEZAS****GENERACIÓN ELÉCTRICA.**

- Fuerte fomento histórico de las energías renovables.
- Crecimiento de la producción renovable (hidráulica y solar fotovoltaica) por encima de los objetivos previstos
- Apuesta por la tecnología de ciclo combinado en contraposición a las centrales térmicas.
- Elevado porcentaje de participación del régimen especial en la producción energética
- Territorio autoabastecido energéticamente y exportador de energía

**INDUSTRIA.**

- Continua implementación de medidas de fomento de la eficiencia energética, así como innovaciones tecnológicas.
- Existencia del Comercio Europeo de Derechos de Emisión como herramienta de mitigación que afecta a cerca del 37-38% de las emisiones de Navarra.

**OPORTUNIDADES****GENERACIÓN ELÉCTRICA.**

- Ampliación de la red de distribución de electricidad a nivel nacional.
- Desarrollo tecnológico en el sector que permita una mayor generación renovable.
- Existencia de normativa foral que exime del cumplimiento del CTE a determinados municipios en lo relativo a la contribución de la energía fotovoltaica para generación eléctrica.
- Nuevos escenarios de producción y demanda definidos por el nuevo Horizonte Energético de Navarra 2020

**INDUSTRIA.**

- Incentivo del precio de la tonelada de CO<sub>2</sub> reducida en el marco del Comercio Europeo de Derechos de Emisión.
- Ampliación del Comercio Europeo de Derechos de Emisión a otros sectores industriales.
- Desarrollo tecnológico en el sector que permita una mayor eficiencia energética y/o una mayor reducción de las emisiones de proceso.

**FORTALEZAS****TRANSPORTE.**

- Desarrollo de un sistema poli-céntrico, potenciando el desarrollo de ciudades compactas cabeceras de servicios.

**RESIDENCIAL Y SERVICIOS.**

- Existencia de ayudas que fomentan la eficiencia energética en estos sectores.

**PRIMARIO.**

- Fomento de la capacidad de Navarra como sumidero de carbono a través de la política forestal aplicada hasta el momento.
- Trabajo de investigación y formación llevado a cabo por los ITG Agrícola y Ganadero y por Riegos de Navarra.
- Elevada incidencia en la toma de decisiones por parte de los Institutos Técnicos y de Gestión Agrícola y Ganadera en lo referente a las explotaciones del sector agrario, por encima de media nacional.

**OPORTUNIDADES****TRANSPORTE.**

- Desarrollo de los Planes de Movilidad Urbana realizados.
- Priorización del transporte público frente al privado (mejora de la oferta, calidad del servicio y preferencia en la circulación).
- Fomento de la utilización de combustibles más limpios, como el biodiesel.
- Fomento del desarrollo y la implantación de Planes de Movilidad Sostenible en empresas.
- Desarrollo del tren de alta velocidad como sustituto del avión y del vehículo privado.
- Desarrollo tecnológico en el sector que permita una mayor eficiencia energética de los vehículos.

**RESIDENCIAL Y SERVICIOS.**

- Apoyo a las entidades locales para emprender acciones frente al cambio climático más fáciles de acometer por su cercanía a la ciudadanía.
- Existencia de normativa foral que exime del cumplimiento del CTE a determinados municipios en lo relativo a la contribución solar mínima de agua caliente y ausencia de una alternativa sostenible.

**PRIMARIO.**

- Gestión de las masas forestales actuales para mantener los sumideros de carbono presentes.
- Fomento de la biomasa para otros usos como combustible o material de construcción.
- Potenciación de auditorías energéticas.
- Apuesta por el fomento del cultivo de leguminosas.
- Desarrollo de herramientas específicas que contribuyan a la mejora de la gestión de las explotaciones.
- Iniciación de proyectos piloto de utilización concertada de abonos orgánicos.
- Creación de grupos de gestión conjunta de purines.
- Desarrollo de un proyecto que defina las herramientas para la toma de decisiones en las explotaciones agrícolas.

**FORTALEZAS****RESIDUOS.**

- Desacoplamiento del crecimiento de la tasa de generación de los residuos sólidos urbanos por habitante y del crecimiento del PIB.
- Campañas de sensibilización dirigidas a la correcta separación de residuos que han conseguido tasas de recogida selectiva muy altas.
- A partir de 2011 ó 2012, todos los residuos se tratarán en tres instalaciones; siendo los vertederos de Tudela y Pamplona los que van a recibir la práctica totalidad de los residuos, disponiendo para ello de sistemas de extracción y aprovechamiento del biogás. La tercera planta será la planta de compostaje de Cárcar, en la que no hay vertido de materia orgánica.

**ADAPTACIÓN.**

- Existencia de una serie histórica de datos meteorológicos importante.
- Existencia de protocolos de actuación ante riegos para la salud relacionados con el cambio climático, como son las olas de calor.
- Generación de información actualizada sobre concentraciones de polen y ozono durante la época estival y protocolos de actuación.

**OPORTUNIDADES****RESIDUOS.**

- Desarrollo actual de un nuevo Plan de Residuos con una vigencia aproximada de cinco años.
- Análisis de los residuos como subproductos y posibles materias primas.
- Fomento del compostaje doméstico.

**ADAPTACIÓN.**

- Desarrollo actual del conocimiento en torno a los impactos esperados en la Península Ibérica en el contexto del Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático.
- Mejora del sistema de recopilación de datos meteorológicos y fenológicos propios de Navarra.
- Desarrollo de conocimiento específico para Navarra relacionado con los impactos derivados del cambio climático y vulnerabilidad ante los mismos.

Como añadidura al análisis realizado, hay que tener presente el impacto que pueda tener la actual coyuntura económica, pudiéndose aprovechar más que como una amenaza como una oportunidad para aprender.

La diagnosis realizada revela la necesidad de actuación en los diferentes sectores en torno a cuatro premisas básicas:

1. Limitación del crecimiento de las emisiones de GEI de Navarra, actuando en todos los sectores en función de las diferentes opciones existentes y partiendo del trabajo realizado hasta el momento.
2. Preparación ante los efectos del cambio climático, mediante el aprovechamiento de la información que se está generando a nivel nacional pero también desarrollando

conocimiento propio de Navarra que reduzca la vulnerabilidad a los impactos previstos.

3. Investigación y la generación de conocimiento en los diferentes sectores, de forma que Navarra se posicione en la lucha contra el cambio climático también desde el área de I+D+i.
4. Formación y concienciación de la sociedad navarra sobre las causas y los efectos del calentamiento global para lograr un cambio en los comportamientos actuales.

### C. EVOLUCIÓN POSIBLE, ¿Y SI NO HACEMOS NADA MÁS?

El conocimiento de la evolución previsible de las emisiones de GEI ofrece la visión necesaria para enfocar de manera adecuada las actuaciones de lucha contra el cambio climático. Por ello, se ha realizado un ejercicio de modelización y proyección de las emisiones de GEI previstas para la Comunidad Foral hasta el año 2020, sobre la base de un modelo técnico-económico desarrollado para este fin.

La construcción de un primer escenario tendencial, que refleja la continuidad de las pautas de comportamiento observadas hasta el momento y en el que únicamente se registran las mejoras tendenciales que no requieren la adopción de nuevas medidas de carácter institucional o estructural, aporta la información de dónde se situaría Navarra en ausencia de este tipo de medidas.

La evolución histórica de las emisiones de GEI de la Comunidad Foral de Navarra ha seguido un perfil creciente a lo largo del periodo 1990-2009, situándose el nivel de las mismas en 2009 en un 18% por encima al correspondiente al año base. El avance gradual de las emisiones refleja los patrones temporales del marco socioeconómico general de Navarra, si bien, sobre él se superponen fluctuaciones temporales más acotadas, tales como la crisis financiera mundial que ha azotado las principales economías desde mediados del año 2008. En este sentido y según las perspectivas económicas del PANER se prevé una lenta recuperación de la economía mundial, de modo que se prevé un crecimiento nulo a lo largo 2010.

El modelo desarrollado para la Comunidad Foral de Navarra considera la influencia de la actual coyuntura económica, así como sus efectos a futuro, mediante la incorporación de las tasas de variación real de la actividad económica estimadas para Navarra<sup>11</sup>.

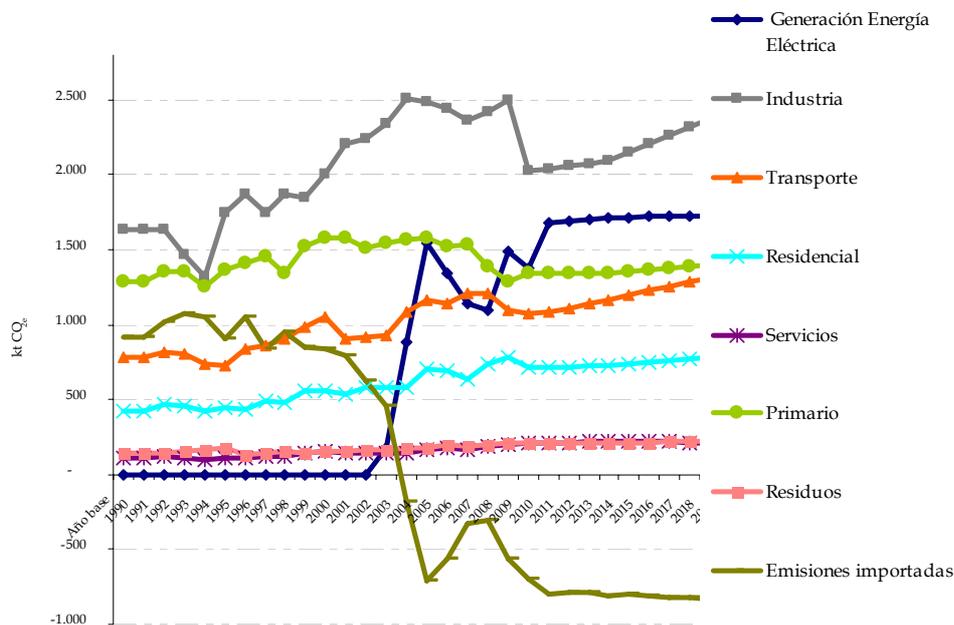
Las conclusiones de la proyección realizada son que, en ausencia de medidas adicionales a las puestas en marcha ya, las emisiones de GEI de Navarra se situarían un 25% por encima de las emisiones del año base en el horizonte 2012 y alrededor de un 6% por encima de las emisiones actuales. Teniendo en cuenta la evolución histórica de las emisiones de GEI de Navarra, no son resultados tan pesimistas como los que se podrían esperar, debido principalmente al efecto que se espera tenga la situación económica actual en las mismas. En cambio, la situación prevista para el final del periodo, año 2020, es de una recuperación de la economía que supondría un crecimiento de las emisiones hasta el 37% por encima de las emisiones del año base.

Un análisis más detallado revela que al final del periodo se esperaría que el sector industrial continúe siendo el más emisor de Navarra, siguiendo de este modo con la misma tendencia mostrada históricamente. Por su parte, el sector de generación de energía eléctrica sería, en 2020, el segundo sector más emisor de Navarra, seguido del sector primario y transporte<sup>12</sup>.

---

<sup>11</sup> Se adopta el mismo escenario que el PANER (incremento del PIB del 2,2% anual) y de 2014 a 2020 se adopta igualmente el escenario del PANER (coincide con el de MODERNA) (crecimiento del 2,5 anual).

<sup>12</sup> El sector transporte incluye las emisiones del transporte aéreo, transporte ferroviario y del transporte por carretera, pero no incluye las emisiones debidas al transporte agrario, que se incluyen en el propio sector primario.

**Gráfica 6.** Proyecciones tendenciales de las emisiones de GEI en Navarra por sectores.

Asimismo, se observa que la situación histórica de importación de energía eléctrica necesaria para cubrir la demanda de la sociedad navarra se invierte a partir del año 2003, debido a la implantación de ciclo combinado en Navarra. De este modo, con esta tecnología en funcionamiento, no sólo se supliría la demanda eléctrica de la Comunidad Foral, sino que Navarra tendría excedente de energía hasta el final del periodo planteado.

En las tablas que se detallan a continuación se expone la evolución de las emisiones desde el año base hasta el año 2020.

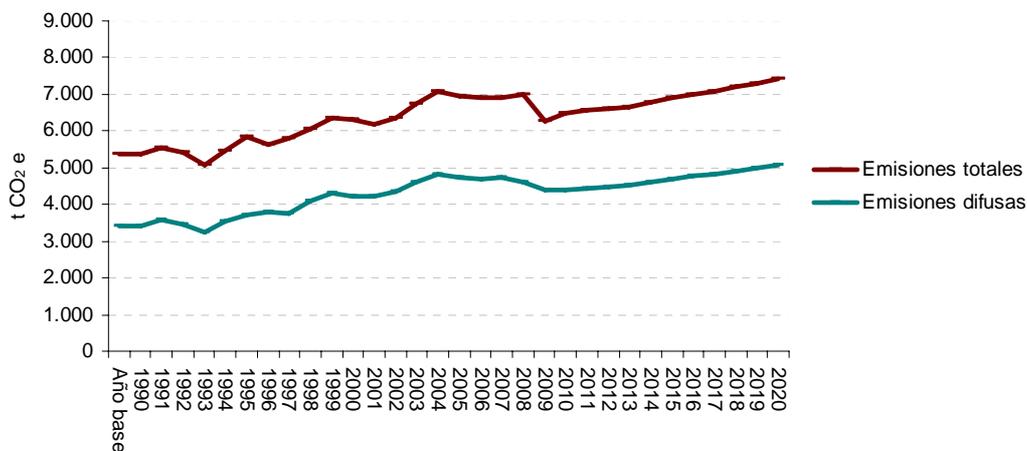
**Tabla 10.** Evolución tendencial de las emisiones de GEIs de Navarra desde el año base hasta el año 2020.

Kt CO <sub>2</sub> e	1990	2000	2009	2010	2012	2015	2020
Generación de energía eléctrica	-	-	1.377	1.680	1.699	1.725	1.737
Emisiones importadas GEE*	917	793	-700	-799	-786	-810	-850
Industria	1.639	2.209	2.023	2.037	2.075	2.208	2.478
Transporte	777	904	1.075	1.086	1.139	1.225	1.367
Residencial	427	537	719	711	722	746	804
Servicios	107	138	211	213	217	223	224
Primario**	1.285	1.576	1.347	1.344	1.344	1.365	1.419
Residuos	143	152	206	206	210	215	225
<b>TOTAL</b>	<b>5.296</b>	<b>6.309</b>	<b>6.258</b>	<b>6.479</b>	<b>6.620</b>	<b>6.896</b>	<b>7.404</b>

\* Las emisiones importadas con signo negativo hacen referencia a la cantidad de emisiones que se están exportando en la región.

\*\* Las emisiones del sector primario en este escenario incluyen las emisiones de la agricultura, las emisiones fugitivas de gas natural y las emisiones asociadas al transporte agroforestal.

Hay que tener en cuenta, sin embargo, que parte de las emisiones de Navarra están afectadas por el EU ETS, en concreto alrededor del 38%. Realizando el mismo análisis, pero excluyendo las emisiones del sector industrial y generación eléctrica afectadas por este régimen, la evolución de las mismas presenta una evolución más pausada.

**Gráfica 7.** Proyecciones tendenciales de las emisiones de GEI totales y difusas en Navarra.**Tabla 11.** Proyecciones tendenciales de las emisiones de GEI totales y difusas en Navarra.

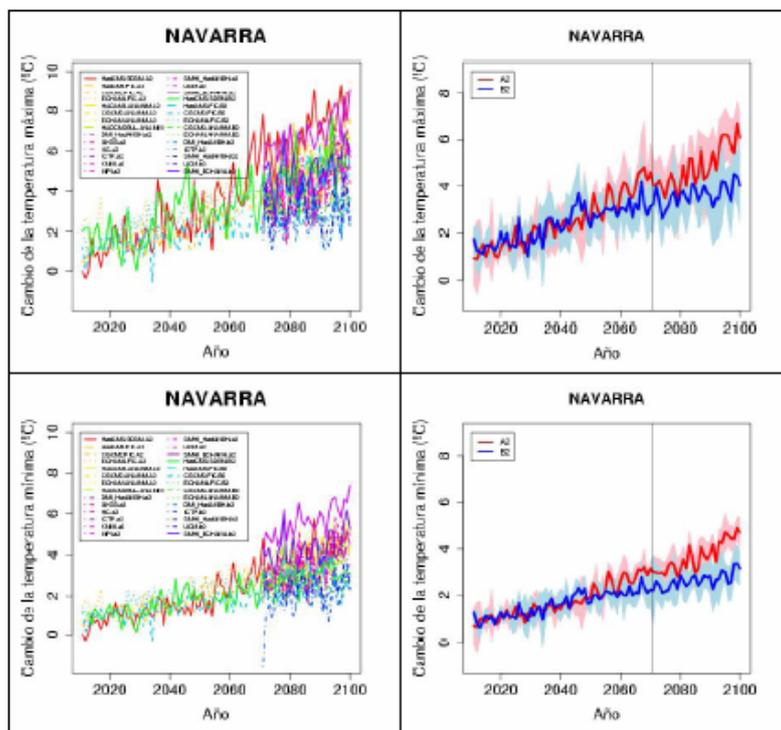
Kt CO <sub>2</sub> e	1990	2000	2009	2010	2012	2015	2020
Emisiones totales	5.296	6.309	6.258	6.485	6.626	6.903	7.410
Emisiones difusas	3.415	4.217	4.391	4.406	4.493	4.690	5.066

## D. IMPACTOS ESPERADOS EN NAVARRA

Las últimas investigaciones científicas afirman que con la concentración actual de GEI en la atmósfera se esperan ya cambios irreversibles en nuestro sistema climático que van a afectar de distinta forma a ecosistemas naturales y económicos de todo el mundo.

Navarra posee dos tipos climas que se pueden diferenciar fácilmente. Por un lado se encuentra la zona norte con un clima oceánico-lluvioso, influenciado por su proximidad a la costa, aunque sólo presenta características propias de un clima marítimo en el valle del Bidasoa, las condiciones en esta zona están suavizadas por su cercanía al mar. Por otra parte, en la zona media, la zona sur y la Ribera, el clima tiene un carácter más continental. Separando ambas zonas se encuentra una franja de transición. Las diferencias climatológicas entre las distintas zonas hacen que la temperatura y las precipitaciones sean muy diferentes también. La zona norte presenta temperaturas inferiores y se presentan mayores precipitaciones que la zona sur.

El aumento de la temperatura y los cambios en la frecuencia e intensidad de las precipitaciones se prevé tengan repercusiones negativas sobre los recursos hídricos, ya que se incrementará la necesidad de los mismos, tanto en ecosistemas urbanos como naturales. En este sentido, se espera que en el norte de la Península Ibérica se produzca una pérdida en el aporte de agua de alrededor del 8-9%.

Gráfica 8. Previsiones de evolución del cambio de la temperatura en Navarra<sup>13</sup>.

Estas variaciones climáticas afectarán de forma negativa a los recursos edáficos, esperándose un incremento en la erosión del suelo, la salinización y los incendios forestales. Así como una pérdida del carbono orgánico presente en el suelo, principalmente de prados y bosques, la cual amortiguará el efecto sumidero de carbono de los suelos. En este sentido, las mayores pérdidas de carbono a nivel de la Península Ibérica se espera que se produzcan en los suelos húmedos del norte peninsular, especialmente en prados y bosques.

En este contexto, Navarra posee una biodiversidad vegetal relativamente alta, con especies alpinas y subalpinas, como el abeto o el pino negro, bosques caducifolios, como hayedos y robledales y, también, quejigales y carrascales. Estos ecosistemas albergan diversas especies animales. En la zona norte se pueden encontrar osos pardos, distintas especies de perdices o marmotas, entre otros. Los bosques caducifolios albergan visones europeos y diversas especies de rapaces como buitres, milanos y águilas. De acuerdo con el último informe de

<sup>13</sup> Temperatura máxima (arriba izda), temperatura mínima (centro izda) anual media en Navarra obtenido con diferentes modelos globales, técnicas de regionalización y escenarios de emisión respecto al valor promedio de referencia en el periodo (1961-1990). Evolución del valor medio (curva continua) y valor medio +/- desviación estándar (sombreado) para la temperatura máxima (arriba der), temperatura mínima (centro der). Fuente. Ministerio de Medio Ambiente. PNACC/INF (2008) "Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático. Primer programa de trabajo. Primer informe de seguimiento, marzo 2008". Marco para la coordinación entre administraciones públicas para las actividades de evaluación de impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático.

evaluación del IPCC, alrededor del 20-30% de las especies actuales probablemente vean incrementado el riesgo de extinción, si el incremento global de temperatura supera los 1,5-2,5° C. En este sentido se espera que la biodiversidad vegetal se vea afectada, dándose un adelanto de la foliación, floración y fructificación y el retraso de la abscisión foliar en aquellas especies que pierdan las hojas en invierno. Además, puede variar la zona de distribución de las distintas especies llegándose incluso a extinciones locales debidas al cambio climático. En el caso de las especies animales, se esperan cambios en el inicio y la duración de los periodos de migración y reproducción, así como un posible aumento de la virulencia de los parásitos. Las especies con ciclos de vida largos, como los vertebrados, presentan una mayor vulnerabilidad, también aquellas especies con poblaciones escasas o cuyo hábitat sea específico, como humedales o cursos de agua permanentes, que pueden verse alterados por los cambios de temperatura y precipitaciones.

En el sector agroforestal se esperan variaciones en la afección de las plagas y enfermedades forestales, las cuales pueden llegar a fragmentar áreas de distribución, rarificar especies y simplificar la biodiversidad de estos espacios. En Navarra, la mayor parte del territorio está ocupado por terrenos forestales y zonas de cultivo, siendo la mayoría cultivos de secano (los cultivos de regadío representan alrededor del 13% del total dedicado a agricultura). Por otra parte, los bosques de ribera, que se encuentran muy afectados por el fraccionamiento ocasionado por la actividad humana y que están ligados a la existencia de una capa freática permanente, son también muy vulnerables a los efectos del calentamiento global. Por su parte, los cultivos tanto de secano como de regadío, se verán afectados por las variaciones en las características de los suelos. Los impactos sobre los sistemas de regadío estarán condicionados por el grado de salinidad y contaminación por nitratos del suelo, que se verá incrementado en las zonas sur que presentan un mayor déficit de recursos hídricos.

Por otro lado, se espera un aumento de la frecuencia e intensidad de las olas de calor, de la contaminación atmosférica, de los aeroalergenos y de las enfermedades infecciosas, lo que puede afectar de una forma importante a la salud de la población.

### **3. MARCO ESTRATÉGICO**

El fomento de las energías renovables, el trabajo realizado en materia de eficiencia energética, el desarrollo de planes de movilidad sostenible en los principales centros urbanos o la investigación aplicada desarrollada en el sector primario son algunos de los ejemplos de los avances realizados hasta el momento en Navarra. Es innegable que el camino recorrido hasta el momento constituye un buen punto de partida pero, en el contexto en el que nos encontramos, con los compromisos asumidos a nivel internacional y europeo, no es suficiente. Navarra quiere posicionarse de una manera fuerte en la lucha contra el cambio climático. Consciente del camino recorrido, pero también de las oportunidades de mejora y desarrollo sostenible que ofrece la lucha contra el cambio climático, el Gobierno de Navarra en su conjunto ha realizado un importante trabajo de prospectiva, definiendo las líneas de actuación en la materia para los próximos años.

El cambio climático es un reto que debe abordarse desde la perspectiva del largo plazo, pero también se debe realizar un esfuerzo importante a corto plazo, con acciones concretas que permitan limitar, para posteriormente invertir, la curva creciente de las emisiones de GEI. Por ello, Navarra aborda la planificación en la materia desde estas dos perspectivas, distintas pero necesarias. Por un lado, se plantea la estrategia a seguir con un horizonte hasta el año 2020, donde se establecen las metas y los objetivos a alcanzar. Por otro lado, y desde una perspectiva más directa y actual, se establece un plan de acción a corto plazo, hasta el año 2012, con acciones concretas que permitan dar los primeros pasos en la senda de cumplimiento de los objetivos marcados y apoyar de igual forma los objetivos establecidos por el Protocolo de Kioto.

Esta reflexión ha llevado a establecer el siguiente marco estratégico, en el cual Navarra trabajará durante los próximos años para hacer frente al cambio climático.

## VISIÓN:

Lograr que Navarra se convierta en el año 2020 en un agente,

- **solidario y responsable**, asumiendo su parte de responsabilidad en el cumplimiento de los objetivos nacionales e internacionales en materia de cambio climático.
- **preparado** para abordar los impactos que el cambio climático tendrá inevitablemente a corto, medio y largo plazo.
- **pionero e innovador** en el desarrollo de soluciones frente al cambio climático.

Al asumir esta visión de futuro, Navarra se posiciona en la línea de mitigación del fenómeno del cambio climático, asumiendo su parte de responsabilidad en el mismo y promoviendo el desarrollo de nuevas acciones, tecnológicas y sociales, que contribuyan a una limitación de las emisiones de GEI. Pero, sin olvidar que el cambio climático ya se está produciendo y que la concentración actual de GEI en la atmósfera va a producir efectos en nuestros ecosistemas naturales y urbanos, se considera necesario abordar también el área de adaptación al cambio climático, aportando conocimiento nuevo que permita emprender acciones en este sentido.

Para alcanzar esta visión, Navarra se apoya en los siguientes principios estratégicos,

## PRINCIPIOS ESTRATÉGICOS:

- **Principio de desarrollo sostenible.** Navarra persigue un desarrollo que permita satisfacer las necesidades del presente, sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer las suyas.
- **Principio de responsabilidad.** El cambio climático es un fenómeno global y la responsabilidad es común, pero también diferenciada en función de la contribución al mismo.
- **Principio de acción ejemplarizante de la Administración.** La Administración es uno de los agentes tractores de la sociedad más importante, por lo que el desarrollo y difusión de sus actuaciones es prioritaria para impulsar acciones en los demás sectores.

- **Principio de formación, participación y difusión.** La formación e información, así como la participación y la difusión de los resultados son la base para que se produzca el cambio en los hábitos actuales de nuestra sociedad.

Desde que en 1987 el Informe Brundtland definiese el término, el principio de desarrollo sostenible ha sido una de las bases de toda política en la que confluyen los aspectos ambientales, económicos y sociales. Posicionarse en la lucha contra el cambio climático de una forma activa requiere de una apuesta decidida por un desarrollo de nuestra sociedad sostenible. Pero, Navarra es consciente de su contribución al cambio climático, por lo que los esfuerzos y los resultados esperados van en sintonía con esta contribución y su capacidad de actuación.

Por otra parte, no puede plantearse una acción coordinada frente al cambio climático sin tener en cuenta a todos los sectores de la sociedad, incluyendo entre ellos a la propia administración pública, con su capacidad ejemplarizante y tractora del resto de sectores. En este sentido, la formación, la participación y la difusión son tres herramientas claves para llevar a cabo cualquier política, pero principalmente aquellas enfocadas a hacer frente a un fenómeno tan transversal y complejo como el es cambio climático. Porque no solamente es necesario conocer las causas por las que se está produciendo este fenómeno, sino también sus consecuencias. Ambas áreas constituyen conocimientos básicos para poder enfocar de forma correcta acciones de mitigación y adaptación al mismo en cualquier sector y por cualquiera de los agentes implicados.

Con ello, las metas a alcanzar en el año 2020 se estructuran en cuatro vertientes, abarcando los diferentes retos que ofrece la lucha contra el cambio climático en todos los niveles de actuación.

## **METAS:**

1. **REDUCCIÓN.** Limitar las emisiones de la Comunidad Foral de Navarra conforme a los compromisos nacionales e internacionales de reducción de emisiones a corto y medio plazo.
2. **PREPARACIÓN.** Advertir y preparar a los sectores económicos, administraciones y sociedad en general sobre los impactos del cambio climático, adaptando a los agentes más vulnerables.
3. **TRANSFORMACIÓN.** Transformar la sociedad y la economía navarras para abordar los retos de futuros escenarios bajos en carbono.
4. **TRACCIÓN.** Traccionar a los diferentes sectores de la sociedad en la búsqueda de soluciones efectivas e innovadoras, aprovechando las oportunidades que el nuevo contexto ofrecerá y desarrollando las herramientas necesarias para ello.

Como ya se ha comentado, el cambio climático debe abordarse desde dos vertientes diferentes, por una parte la mitigación y, por otra, la adaptación. Por ello, las dos primeras metas a alcanzar para hacer frente al cambio climático son la reducción de las emisiones de GEI, comenzando por una limitación de las mismas a corto plazo que permita la disminución en un horizonte cercano, y la preparación ante los efectos que ya van a producirse.

Pero el Gobierno de Navarra es consciente de que no pueden alcanzarse estas metas sin una implicación total de los distintos sectores con capacidad de actuación, que permitan una transformación de la sociedad actual. Por ello, se enfoca la acción frente al cambio climático desde estas cuatro líneas de actuación.

La concreción de estas metas en objetivos a corto plazo que vayan consiguiendo el clima de cambio necesario para lograr objetivos más ambiciosos a largo plazo, es necesaria. El Plan de Acción, que desarrolla la Estrategia frente al Cambio Climático de Navarra hasta el año 2012, busca alcanzar los siguientes objetivos,

## **OBJETIVOS:**

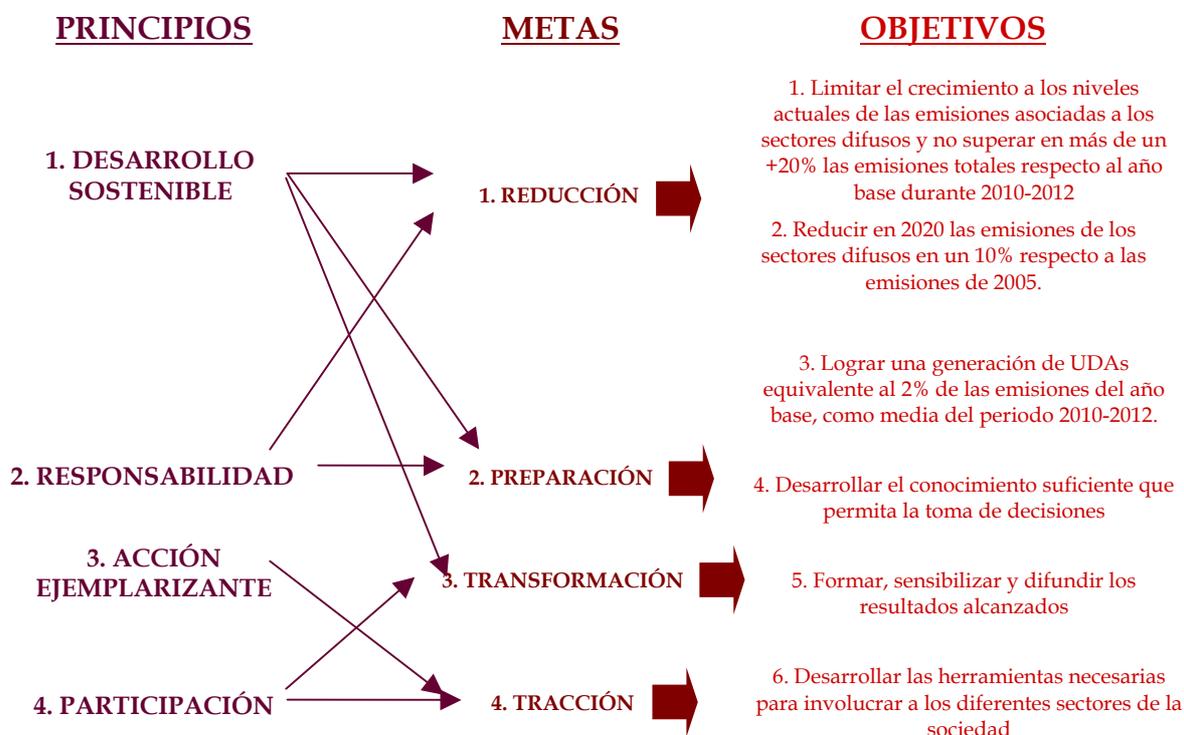
- 1. Limitar el crecimiento a los niveles actuales de las emisiones asociadas a los sectores difusos y no superar en más de un +20% las emisiones totales respecto al año base durante el periodo 2010-2012.**
- 2. Reducir en 2020 las emisiones de los sectores difusos en un 10% respecto a las emisiones de 2005<sup>14</sup>.**
- 3. Lograr una generación de UDAs equivalente al 2% de las emisiones del año base, como media del periodo 2010-2012.**
- 4. Desarrollar el conocimiento suficiente que permita la toma de decisiones para conseguir una adaptación preventiva a los efectos del cambio climático**
- 5. Formar, sensibilizar y difundir los avances realizados en materia de cambio climático**
- 6. Desarrollar las herramientas necesarias para involucrar a los diferentes agentes de la sociedad**

Con la formulación realizada, el marco estratégico sobre el que se llevarán a cabo los esfuerzos para hacer frente al cambio climático por parte de toda la sociedad navarra es el que se muestra en la gráfica 9.

---

<sup>14</sup> Objetivo asociado al compromiso europeo de reducir en un 20% las emisiones globales GEI en 2020 respecto a los niveles de 1990. Por ello, en el caso de que se asuman objetivos más ambiciosos (+30%), este objetivo podrá ser objeto de revisión.

**Gráfica 9.** Marco estratégico de la Estrategia frente al Cambio Climático de Navarra y de su Plan de Acción.



## 4. PLAN DE ACCIÓN 2010-2012

Para conseguir el cumplimiento de los objetivos derivados de las metas propuestas, se han definido un total de 124 acciones a implantar como primer plan de choque en un total de once sectores de actividad. En su definición han estado implicados ocho de los once Departamentos del Gobierno de Navarra.

Tabla 12. Mapa del Plan de Acción frente al Cambio Climático de Navarra 2010-2012

METAS	OBJETIVOS	Nº ACCIONES	ÁMBITOS DE ACTUACIÓN	DEPARTAMENTOS Y ORGANISMOS IMPLICADOS
REDUCCIÓN	<p>Limitar el crecimiento a los niveles actuales de las emisiones asociadas a los sectores difusos y no superar en más de un +20% las emisiones totales respecto al año base durante el periodo 2010-2012</p> <p><b>Reducir en 2020 las emisiones de los sectores difusos en un 10% respecto a las emisiones de 2005.</b></p> <p>Lograr una generación de UDAs equivalente al 2% de las emisiones del año base, como media del periodo 2010-2012.</p>	50	8 [S1]	<p>Dto. Innovación, Empresa y Empleo</p> <p>Dto. Obras Públicas, Transportes y Comunicaciones</p> <p>Dto. Desarrollo Rural y Medio Ambiente</p> <p>Dto. Vivienda y Ordenación del Territorio</p> <p>Dto. Administración Local</p> <p>Dto. Economía y Hacienda</p>
PREPARACIÓN	<p>Desarrollar el conocimiento suficiente que permita la toma de decisiones</p>	23	3	<p>Dto. Desarrollo Rural y Medio Ambiente</p> <p>Dto. Salud</p>
TRANSFORMACIÓN	<p>Formar, sensibilizar y difundir los resultados alcanzados</p>	15	5	<p>Dto. Desarrollo Rural y Medio Ambiente</p> <p>Dto. Obras Públicas, Transportes y Comunicaciones</p> <p>Dto. Salud</p>
TRACCIÓN	<p>Desarrollar las herramientas necesarias para involucrar a los diferentes sectores de la sociedad</p>	36	8	<p>Dto. Innovación, Empresa y Empleo</p> <p>Dto. Obras Públicas, Transportes y Comunicaciones</p> <p>Dto. Desarrollo Rural y Medio Ambiente</p> <p>Dto. Administración Local</p> <p>Dto. Vivienda y Ordenación del Territorio</p> <p>Dto. Cultura y Turismo</p> <p>Federación de Municipios y Concejos de Navarra</p>

## META 1. REDUCCIÓN

La limitación del crecimiento de las emisiones de GEI y la potenciación del efecto sumidero de Navarra es uno de los vértices de actuación que componen la Estrategia y el Plan de Acción frente al Cambio Climático de Navarra, con objetivos claros y cuantitativos para el periodo comprendido por el Plan de Acción.

**OBJETIVO 1. Limitar el crecimiento a los niveles actuales de las emisiones asociadas a los sectores difusos y no superar en más de un +20% las emisiones totales respecto al año base durante el periodo 2010-2012.**

**OBJETIVO 2. Reducir en 2020 las emisiones de los sectores difusos en un 10% respecto a las emisiones de 2005.**

**OBJETIVO 3. Lograr una generación de UDAs equivalente al 2% de las emisiones del año base, como media del periodo 2010-2012.**

Las medidas definidas para alcanzar estos objetivos son las siguientes, en función del ámbito de actuación donde se llevarán a cabo.

### GENERACIÓN ELÉCTRICA

GE1.1. Alcanzar el autoabastecimiento eléctrico con energía renovables a través del desarrollo de las acciones contempladas en el Horizonte Energético de Navarra 2020..

GE1.2. Superar el objetivo energético marcado por la Unión Europea para el año 2020 de consumo final bruto de energía mediante energías renovables de un 20%, logrando en Navarra un 31% mediante la implantación de la nueva planificación energética hasta el horizonte 2020.

GE1.3. Mejora infraestructuras de transporte eléctrico. Puntos de evacuación de renovables.

GE1.4. Potenciar la economía verde, una de las tres ramas principales del Plan moderna, afianzando el liderazgo de Navarra en el sector de las energías renovables.

### RESPONSABLES

Departamento de Innovación, Empresa y Empleo

**INDUSTRIA**

IN1.1. Desarrollo de una línea de I+D+i específica dirigida al desarrollo de soluciones al cambio climático.

IN1.2. Implantación proactiva de MTDs a través de la normativa de Prevención y Control Integrados de la Contaminación (IPPC).

IN1.3. Aplicación proactiva de la legislación sobre emisiones de gases fluorados poniendo los medios necesarios para un mayor control de su aplicación y cumplimiento.

IN1.4. Recuperación de la energía en procesos industriales para generar electricidad o energía térmica.

IN1.5. Estudio de los potenciales de uso de energías renovables para usos térmicos en la industria, como vía para su potenciación.

IN1.6. Estudio de las posibilidades de desarrollo de la cogeneración de alta eficiencia en el sector industrial, como vía para su potenciación.

**RESPONSABLES**

Departamento de Innovación, Empresa y Empleo

Departamento de Desarrollo Rural y Medio Ambiente

**TRANSPORTE**

TR1.1. Fomento de la mejora en la gestión de las flotas de vehículos de transporte de mercancías y viajeros por carretera, así como de vehículos de obras y servicios, a través de subvenciones.

TR1.2. Minimización de los impactos sobre el medio ambiente del sistema de transporte público interurbano, mediante la aplicación del Plan de Transporte Interurbano de Viajeros de la Comunidad Foral de Navarra (PITNA).

TR1.3. Desarrollo de un sistema de transporte sostenible a través de la Ley Foral Integral de Movilidad y Ordenación del Transporte en la Comunidad Foral de Navarra.

**RESPONSABLES**

Departamento de Obras Públicas, Transportes y Comunicaciones

**RESIDENCIAL**

RE1.1. Promover los criterios de eficiencia energética en las subvenciones a la rehabilitación de viviendas y edificios.

RE1.2. Desarrollo de instalaciones térmicas centralizadas, como instalaciones centralizadas para agrupaciones de viviendas o redes de distrito para la generación de calor y/o frío.

**RESPONSABLES**

Departamento de Vivienda y Ordenación del Territorio

**PRIMARIO**

PR1.1. Promoción de los sistemas de producción integrados y sostenibles, incluida la agricultura ecológica.

PR1.2. Promoción de la agricultura de precisión.

1. Ayudas al desarrollo
2. Definición de los sistemas de producción, detección de los problemas técnicos existentes y establecimiento de los cauces para su resolución
3. Desarrollo de las estructuras de comercialización de los productos derivados en el mercado
4. Desarrollo de campañas de comunicación y sensibilización entre consumidores

PR1.3. Elaboración de un Plan de racionalización de fertilizantes sintéticos que tenga como objetivo final la reducción de los mismos.

PR1.4. Mejorar la efectividad del riego y abonado mediante implantación de tecnologías apropiadas (de irrigación por goteo y por aspersión y de fertirrigación) y mediante formación y asistencia al regante, a la vez que se continúa realizando el registro de consumos de agua.

PR1.5. Continuar fomentando la difusión del laboreo de conservación, es decir, la reducción de las operaciones de laboreo, que comprende tanto el mínimo laboreo como el no laboreo, así como la introducción de cultivos como cubiertas vegetales, bien en toda la superficie de plantaciones de cultivos leñosos o en el centro de las calles, entre hileras de árboles.

PR1.6. Análisis de las vías existentes para la promoción del cultivo de leguminosas (introducción de un cultivo intermedio en el ciclo de cultivo anual, con el propósito de incrementar la fertilidad del suelo, mejorando así la producción del cultivo principal asociado).

PR1.7. Fomento del desarrollo de auditorías y planes de mejora de la eficiencia energética en explotaciones y apoyo a las inversiones que se deriven de las mismas.

PR1.8. Creación de un sistema de inspección técnica de maquinaria agrícola (ITMA), así como una línea de apoyo a la mejora y renovación de la misma - en el que se incluya la revisión de equipos de distribución (fertilizantes orgánicos e inorgánicos, plaguicidas, etc.), entre otros.

PR1.9. Valorización de la materia orgánica de calidad como fertilizante (estiércol, purines, lodos y abonados verdes).

P.1.10. Incremento de la biodigestión anaerobia de los excedentes de purines (no aprovechables para otros usos) y valorización del biogás generado.

PR1.11. Fomento de la utilización de madera, biomasa y productos derivados con fines energéticos y como material constructivo.

PR1.12. Aumento de la superficie forestal mediante fomento de acciones de forestación y reforestación a través de incentivos para la plantación.

PR1.13. Desarrollo de acciones de conservación de las masas forestales actuales, tales como el impulso a las actuaciones de selvicultura preventiva de incendios forestales, mejora de la eficiencia en la extinción de incendios o el aumento y mejora del control efectuado sobre plagas y enfermedades en bosques navarros.

PR1.14. Fomentar la certificación de gestión sostenible entre las masas forestales de Navarra, a través de campañas informativas sobre sus características, ayudas económicas y acción ejemplarizante de la Administración.

PR1.15.- Fomento de la certificación de la sostenibilidad de las explotaciones y de sus productos.

PR1.16.- Promover el aprovechamiento de subproductos (ej. de la industria agroalimentaria) y producciones marginales, así como promover sistemas de aprovechamiento silvo-pastoral.

PR1.17. Fomento de la autonomía alimentaria de las explotaciones ganaderas a través de la gestión y aprovechamiento en común de alimentos para el ganado, CUMAS, compras de proximidad de proveedores y sistemas mixtos de producción agrícola y ganadera.

PR1.18. Fomento de la comercialización de productos a través de canales locales/regionales de venta y venta directa al consumidor.

#### **RESPONSABLES**

Departamento de Desarrollo Rural y Medio Ambiente

#### **RESIDUOS**

RS1.1. Continuar impulsando el reciclaje para que, en el año 2020, el 52% de los residuos urbanos generados puedan ser reciclados, a través de acciones contempladas en el Plan de Gestión de Residuos de Navarra.

RS1.2. Continuar impulsando el fomento de los productos y materiales reciclados, a través de la creación de mercado y promoción de los mismos.

RS1.3. Estudio de la posibilidad de utilizar plásticos como materiales de construcción, a través de su extrusionado.

RS1.4. Continuar impulsando la recogida selectiva de materia orgánica, de forma generalizada en toda Navarra.

RS1.5. Extender la recogida selectiva de aceites usados de uso doméstico para la producción de biocarburantes en todo el territorio de Navarra.

RS1.6. Impulso, a través del Plan Gestión de Residuos, de la utilización de la materia orgánica recogida selectivamente para la realización de compost.

RS1.7. Fomento del compostaje doméstico a través de compostadoras individuales, informando sobre las ayudas que existen para ello.

RS1.8. Optimización de las rutas de transporte de recogida de residuos urbanos con el objetivo de reducir el consumo de combustible asociado.

RS1.9. Prohibición de la disposición en vertederos de ciertas fracciones de residuos, fijando el poder calorífico inferior límite de los residuos que pueden depositarse, consiguiendo que en el año 2020 no se deposite ningún residuo sin tratamiento previo.

RS1.10. Extender la recuperación y valorización energética de biogás a los vertederos donde sea viable y optimizar el proceso en aquellos donde ya existe.

RS1.11. Implantar la valorización energética de la fracción resto de los residuos urbanos y asimilables a urbanos, de forma que en el año 2020 se alcance la valorización del 48% de los residuos urbanos generados.

RS1.12. Revisión y, en su caso, mejora del sistema de recogida selectiva de los residuos generados en los edificios ligados al Gobierno de Navarra.

**RESPONSABLES**

Departamento de Desarrollo Rural y Medio Ambiente y la Administración Local

**TRANSVERSAL**

TA1.1. Elaboración de un Plan de Consumo Sostenible y desarrollar las herramientas necesarias para su implantación efectiva en todos los sectores de la sociedad navarra.

**RESPONSABLES**

Departamento de Desarrollo Rural y Medio Ambiente

**EJEMPLARIZANTES**

EJ1.1. Desarrollo de Planes de Movilidad Sostenible en los edificios del Gobierno de Navarra y sus empresas públicas, comenzando por los edificios del Departamento de Obras Públicas, Transportes y Comunicaciones, e incorporando la figura del "agente de movilidad" para su gestión y desarrollo.

EJ1.2. Promover los criterios de eficiencia energética y bioclimatismo, entre los que se incluyen los techos verdes, en los pliegos de prescripciones técnicas de las promociones de viviendas y edificios concursadas por la Administración Pública.

EJ1.3. Adopción de medidas de eficiencia energética e impulso de las energías renovables en los edificios nuevos y en las rehabilitaciones del Servicio Navarro de Salud-Osasunbidea, de acuerdo con lo requerido en el nuevo Código Técnico de la edificación (CTE).

EJ1.4. Valorar la posibilidad de establecer un grupo de gestión ambiental en el Servicio Navarro de Salud que desarrolle y coordine acciones que conlleven una reducción de emisiones de GEI en el Servicio Navarro de Salud-Osasunbidea.

**RESPONSABLES**

Departamento de Obras Públicas, Transportes y Comunicaciones

Departamento de Economía y Hacienda (Dirección General de Patrimonio)

Departamento de Salud

## META 2. PREPARACIÓN

La adaptación al cambio climático es uno de los ejes centrales de la estrategia en materia de cambio climático del Gobierno de Navarra, consciente de la necesidad imperante de obtener conocimiento específico sobre cómo y dónde tendrán mayor efecto los impactos previsibles del cambio climático.

### **OBJETIVO 4. Desarrollar el conocimiento suficiente que permita la toma de decisiones para conseguir una adaptación preventiva a los efectos del cambio climático**

Las medidas definidas para alcanzar el objetivo 3 se detallan a continuación, en función de los diferentes sectores donde se desarrollarán.

#### **PRIMARIO**

PR2.1. Reforzar la toma de datos y las redes de observación y captura de los mismos, de forma que se disponga de información suficiente con la que realizar modelizaciones de las distintas variables en producción primaria.

PR2.2. Mejora y ampliación de la recogida de datos fenológicos para el establecimiento de indicadores que permitan determinar cambios en el clima.

PR2.3. Desarrollar mapas de vegetación que permitan la modelización de diferentes escenarios, en función de distintas condiciones climáticas.

PR2.4. Elaborar la cartografía de riesgos climáticos de Navarra, en base a requerimientos fisiológicos de cultivos agrícolas y forestales.

PR2.5. Desarrollar estrategias agronómicas de adaptación a los riesgos climáticos de Navarra para cultivos existentes y nuevas especies y variedades, teniendo en cuenta la vulnerabilidad que presentan las distintas zonas a los efectos del cambio climático.

PR2.6. Mantener y mejorar la calidad de los datos meteorológicos recogidos a través de:

- La consolidación del sistema de recogida de datos actual mediante los observadores a través de las estaciones manuales

- El cambio del sistema CTI actual a un sistema SMS que facilite la transmisión de los datos registrados por los observadores

PR2.7. Analizar los estudios que se están realizando en otras Comunidades Autónomas y a nivel internacional y formar un grupo de expertos para impulsar el desarrollo de escenarios climáticos regionalizados de Navarra.

PR2.8. Ampliar la herramienta del Estudio Agroclimático para poder establecer escenarios climáticos y su influencia en el sector agrario.

PR2.9. Desarrollo de herramientas que permitan la cuantificación de las emisiones y absorciones de GEI asociadas a explotaciones, agrosistemas y cosechas.

PR2.10. Desarrollo de indicadores de sostenibilidad de las explotaciones en las operaciones estadísticas en relación con las explotaciones agrarias.

#### **RESPONSABLES**

Departamento de Desarrollo Rural y Medio Ambiente

#### **SALUD**

SA2.1. Minimización de las consecuencias de las olas de calor en la salud de la población a través de la revisión y, en su caso, ampliación del "Plan de Prevención de Olas de Calor" contra los efectos del exceso de temperatura sobre la salud.

SA2.2. Información sobre las concentraciones de ozono y su relación con la salud humana y disponibilidad de un teléfono de alertas para ciudadanos y ciudadanas.

SA2.3. Realización de controles de la concentración de polen de distintas especies vegetales durante el periodo estival y publicación de los datos recogidos a través de la página web del Departamento de Salud.

SA2.4. Prevención de la transmisión de enfermedades cuyos agentes etiológicos están favorecidos por el aumento de las temperaturas ambientales a través de controles periódicos en materia de seguridad alimentaria, el Programa de prevención y control de la legionelosis y el Programa de vigilancia sanitaria de las zonas de baño.

SA2.5. Monitorización de la incidencia de las enfermedades transmitidas por vectores, principalmente de aquellos cuya distribución puede variar en función de las nuevas condiciones climáticas, a través de la Red de Vigilancia Epidemiológica de Navarra.

SA2.6. Revisar el modelo actual de gestión de residuos producidos en los centros sanitarios actual y, en su caso, actualizarlo y mejorarlo, valorando la posibilidad de revisar la normativa aplicable para su agilización y simplificación.

SA2.7. Ampliación de las localizaciones de los muestreos de la concentración de polen a las tres zonas climáticas de Navarra.

SA2.8. Prestar especial atención a nuevas enfermedades transmisibles, no propias de la zona geográfica de Navarra y que puedan verse favorecidas por los cambios climatológicos y las migraciones.

SA2.9. Inclusión de criterios ambientales en los concursos de suministros al Servicio Navarro de Salud.

**RESPONSABLES**

Departamento de Salud

**TRANSVERSAL**

TA2.1. Adaptar la herramienta existente, que contiene datos meteorológicos históricos, a las necesidades del resto de Departamentos del Gobierno de Navarra como Salud, Turismo u Obras Públicas.

TA2.2. Elaboración de un mapa de vulnerabilidades de Navarra, en base a los escenarios climáticos regionales que se elaboren.

TA2.3. Coordinación de las distintas medidas de adaptación desarrolladas por el Gobierno de Navarra.

TA2.4. Desarrollo de campañas de comunicación y sensibilización sobre los efectos esperados por el cambio climático y la adaptación a los mismos.

**RESPONSABLES**

Departamento de Desarrollo Rural y Medio Ambiente

**META 3. TRANSFORMACIÓN**

La lucha contra el cambio climático debe abordarse desde todos los sectores de la sociedad, debido a la transversalidad asociada a dicho fenómeno. Para lograr la implicación de ellos es necesario primero que el conocimiento y la sensibilización sobre el tema sean adecuados para lograr un cambio en los hábitos actuales.

**OBJETIVO 5. Formar, sensibilizar y difundir los avances realizados en materia de cambio climático.**

Las medidas identificadas para alcanzar el objetivo definido se muestran a continuación, en función de los sectores donde se desarrollan.

**INDUSTRIA**

IN3.1. Apoyo a la formación de técnicos en energía en el sector industrial.

IN3.2. Desarrollo de material informativo y de formación relativo a eficiencia y ahorro energético en diferentes sectores industriales.

IN3.3. Fomento de la figura del gestor energético.

**RESPONSABLES**

Departamento de Innovación, Empresa y Empleo

**TRANSPORTE**

TR3.1. Fomento de cursos de formación de técnicos municipales encargados de desarrollar los Planes de Movilidad Urbana Sostenible (PMUS) o responsables de la movilidad de municipios o aglomeraciones urbanas y de coordinadores de movilidad de empresas, polígonos industriales o parques de ocio y servicio que desarrollen los PMUS elaborados.

TR3.2. Fomento de los cursos de conducción eficiente, abarcando tanto vehículos privados, como autobuses, camiones, tractores, etc. a través de subvenciones.

**RESPONSABLES**

Departamento de Obras Públicas, Transportes y Comunicaciones

**PRIMARIO**

PR3.1. Desarrollar un programa de formación general y de difusión del conocimiento generado por las ITGs en materia de cambio climático, agotamiento de recursos y eficiencia energética. Formación de los técnicos de las ITGs en auditorías energéticas en explotaciones.

PR3.2. Difundir el trabajo que se realiza desde la red de estaciones de Navarra a través de las estaciones-escuela existentes y valoración de la creación de un centro de interpretación temático en materia de cambio climático y meteorología.

PR3.3. Puesta en marcha y aplicación de auditorías energéticas en explotaciones. Introducción de las auditorías energéticas como condición para las producciones integradas, indicaciones de calidad y denominaciones de origen.

PR3.4. Medidas de publicidad, educación y fomento del consumo de productos locales y de temporada a nivel del consumidor final.

**RESPONSABLES**

Departamento de Desarrollo Rural y Medio Ambiente

**RESIDUOS**

RS3.1. Desarrollo de campañas de sensibilización dirigidas a la disminución de los residuos sólidos urbanos y asimilables, que permitan alcanzar en el año 2020 una disminución de la generación del 10% respecto a los niveles actuales.

RS3.2. Desarrollo de campañas de sensibilización sobre la correcta utilización de los bienes para evitar su pronta generación como residuos.

**RESPONSABLES**

Departamento de Desarrollo Rural y Medio Ambiente

**ÁMBITO LOCAL**

AL3.1. Incluir en los programas de formación a técnicos municipales que se realizan anualmente en colaboración con el Centro de Recursos Ambientales de Navarra (CRAN) y el Instituto Navarro de Administración Pública (INAP) la temática del cambio climático dentro de la Estrategia de Desarrollo Local Sostenible.

AL3.2. Inclusión de criterios que contribuyan a la lucha contra el cambio climático en la contratación y las ayudas públicas de las entidades locales a través de talleres y cursos de formación e intercambio de experiencias.

AL3.3. Introducir en el Plan de Formación continua de empleados locales de Navarra la temática del cambio climático, incluyendo temas como acciones de reducción de emisiones a nivel local en los diferentes sectores emisores y la adaptación al cambio climático desde la perspectiva local.

AL3.4. Continuar impulsando campañas de de difusión e información que ayuden a crear el clima adecuado para alcanzar reducciones de emisiones de GEI a nivel local.

**RESPONSABLES**

Departamento de Desarrollo Rural y Medio Ambiente

## META 4. TRACCIÓN

De forma complementaria al fomento de la formación y sensibilización en materia de cambio climático, es fundamental que desde la Administración se aporten las herramientas necesarias para fomentar la acción en los distintos sectores con implicaciones en las emisiones de gases de efecto invernadero.

### **OBJETIVO 6. Desarrollar las herramientas necesarias para involucrar a los diferentes agentes de la sociedad**

Las medidas identificadas para alcanzar el objetivo marcado se especifican a continuación, en función del sector donde se desarrollan.

#### **GENERACIÓN ELÉCTRICA**

GE4.1. Apoyo a líneas de I+D para la descentralización de la generación eléctrica.

GE4.2. Adelantar la inversión a las entidades que quieran implantar energías renovables.

#### **RESPONSABLES**

Departamento de Innovación, Empresa y Empleo

#### **INDUSTRIA**

IN4.1. Impulso y apoyo a las actuaciones en mejora de procesos e instalaciones industriales incluyendo la recuperación de la energía en los procesos para generar electricidad o energía térmica.

IN4.2. Fomento a través de ayudas para la realización de estudios en el sector industrial sobre ahorro y eficiencia energética.

IN4.3. Desgravación fiscal por la implantación de tecnologías limpias en el sector industrial.

IN4.4. Desarrollo de un programa de fomento de actuaciones de cambio climático en las empresas navarras, a través de la herramienta de la huella de carbono.

IN4.5. Creación de un catálogo de soluciones frente al cambio climático para las empresas de Navarra.

IN4.6. Promoción de la asistencia de empresas navarras a ferias internacionales sobre el cambio climático y sus soluciones.

**RESPONSABLES**

Departamento de Innovación, Empresa y Empleo

Departamento de Desarrollo Rural y Medio Ambiente

**TRANSPORTE**

TR4.1. Desarrollo de PMUS en municipios y empresas, primando los sistemas de transporte público y no motorizado.

TR4.2. Impulso a la implementación y el seguimiento de los PMUS de municipios, empresas y polígonos industriales elaborados.

TR4.3. Impulso al desarrollo de una certificación de calidad para las flotas de vehículos a través de su propuesta al Gobierno de Navarra.

TR4.4. Fomentar la puesta en práctica de medidas respetuosas con el medioambiente mediante la habilitación del distintivo del "Sello Verde" a empresas del sector del transporte y de la logística, con sede en Navarra preferentemente, que cumplan determinados criterios medioambientales en el desarrollo de su actividad.

**RESPONSABLES**

Departamento de Obras Públicas, Transportes y Comunicaciones

Administración Local

**RESIDENCIAL**

RE4.1. Colaborar en la promoción de la implantación de la certificación energética de edificios y viviendas.

RE4.2. Desarrollar mecanismos para la adecuada implantación y seguimiento de los requisitos del Código Técnico de la Edificación.

RE4.3. Favorecer la renovación de las envolventes de los edificios.

RE4.4. Favorecer la mejora de instalaciones térmicas de los edificios.

RE4.5. Promover el uso de electrodomésticos energéticamente eficientes.

RE4.6. Promover la implantación de la certificación energética de edificios y viviendas.

RE4.7. Promoción de criterios de arquitectura bioclimática a través de la elaboración de guías y el desarrollo de campañas de comunicación y sensibilización.

**RESPONSABLES**

Departamento de Innovación, Empresa y Empleo

Departamento de Vivienda y Ordenación del Territorio

**SERVICIOS**

SE4.1. Promover los criterios de eficiencia energética y medidas ambientales y de sostenibilidad en las subvenciones a PYMES y Entidades Locales para desarrollo de infraestructuras turísticas.

**RESPONSABLES**

Departamento de Cultura y Turismo

**PRIMARIO**

PR4.1. Desarrollo de herramientas informáticas, adaptadas a la realidad de Navarra, para, en particular, la evaluación de la rentabilidad económica de las acciones y prácticas de mejora de la eficiencia energética, ambiental y de sostenibilidad.

PR4.2. Puesta en marcha y aplicación de auditorías energéticas en explotaciones. Introducción de las auditorías energéticas como condición para las producciones integradas, indicaciones de calidad y denominaciones de origen.

PR4.3. Medidas de publicidad, educación y fomento del consumo de productos locales y de temporada a nivel del consumidor final.

**RESPONSABLES**

Departamento de Desarrollo Rural y Medio Ambiente

**ÁMBITO LOCAL**

AL4.1. Modificar la normativa de ayudas para promover proyectos en entidades locales incluyendo entre los criterios de adjudicación el potencial de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.

1. El potencial de reducción impactos ambientales de cada proyecto presentado y, entre ellos, la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.
2. La obligatoriedad de que sean acciones incluidas dentro de una planificación previa de la propia entidad.

AL4.2. Seguir impulsando buenas prácticas a través de los premios de Buenas Prácticas en Desarrollo Local Sostenible impulsados por el Departamento de Desarrollo Rural y Medio Ambiente con el objetivo de favorecer y reforzar la conciencia de la sociedad Navarra acerca de los logros en sostenibilidad alcanzados localmente en la mejora de las condiciones de vida, desde la perspectiva del Desarrollo Sostenible.

AL4.3. Fomentar y mantener el uso de indicadores de sostenibilidad para evaluar los logros conseguidos por las entidades locales en esta materia, actualización del SISNA y Sisal21.

AL4.4. Favorecer el trabajo en red de las entidades locales a través del impulso de la utilización de los canales de comunicación existentes, como los convenios bilaterales y la Red española de Redes de Medio Ambiente Urbano.

AL4.5. Impulso a la elaboración de inventarios de emisiones de gases de efecto invernadero y de sumideros de carbono a nivel municipal.

AL4.6. Elaboración de ordenanzas municipales que persigan la reducción de emisiones en los diferentes sectores.

**RESPONSABLES**

Departamento de Desarrollo Rural y Medio Ambiente  
Federación de Municipios y Concejos de Navarra

**TRANSVERSAL**

TA4.1. Desarrollo de herramientas de diagnóstico y mejora en materia de cambio climático a través de medios telemáticos que fomenten la concienciación ciudadana.

TA4.2. Desarrollo de una campaña de adhesión de toda la sociedad navarra al Plan de Acción por el Clima de Navarra.

TA4.3. Promoción de la iniciativa Fondo CeroCO<sub>2</sub>Na a través de campañas de comunicación e información.

TA4.4. Estudio de la implantación de un sistema de fomento de proyectos domésticos de reducción de emisiones.

TA4.5. Integración de criterios de mitigación y adaptación al cambio climático en la cooperación al desarrollo.

TA4.6. Elaboración de inventarios anuales de gases de efecto invernadero de Navarra y difusión de los resultados y la metodología aplicada.

TA4.7. Desarrollo de una metodología para la integración de criterios de cambio climático en las autorizaciones y permisos dependientes de la Departamento de Desarrollo Rural y Medio Ambiente, especialmente en la evaluación de impacto ambiental y en la evaluación de planes urbanísticos.

**RESPONSABLES**

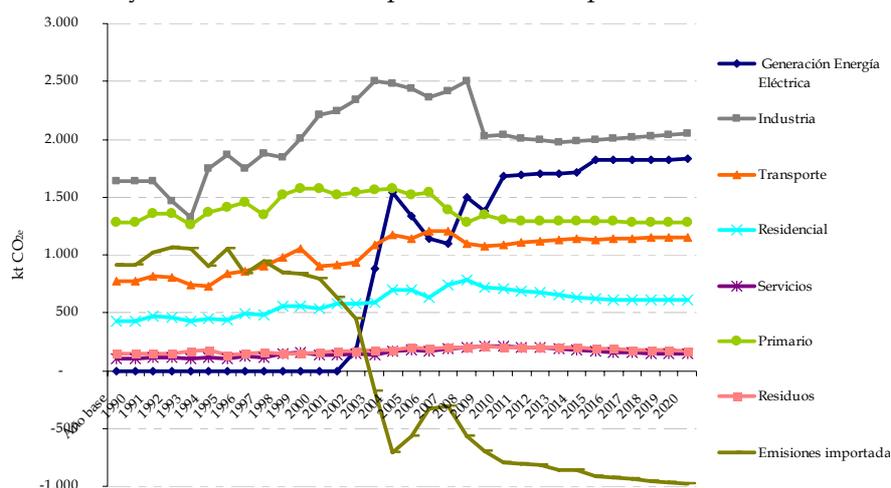
Departamento de Desarrollo Rural y Medio Ambiente

## 5. ESCENARIO PROBABLE, ¿QUÉ CONSEGUIMOS CON EL PLAN DE ACCIÓN?

### A. PROYECCIONES DE EMISIONES DE GEI

Con el efecto de las medidas previstas en el contexto del Plan de Acción presentado, así como aquellas acciones no implementadas todavía pero previstas ya por el Gobierno de Navarra, se ha elaborado un segundo escenario que ofrece la perspectiva de dónde se situarán las emisiones de GEI de Navarra en los próximos años.

**Gráfica 10.** Proyección del escenario probable de cumplimiento del Plan de Acción.



La apuesta por la generación eléctrica utilizando las tecnologías más avanzadas existentes en la actualidad, permite en el nuevo escenario una autosuficiencia eléctrica, a un mix eléctrico inferior al estatal, que se prolonga hasta el final del periodo, y una exportación de electricidad hacia regiones más deficitarias.

**Tabla 13.** Evolución con medidas de las emisiones de GEIs de Navarra desde el año base hasta el año 2020 en el escenario probable de cumplimiento del Plan de Acción

Kt CO <sub>2</sub> e	1990	2000	2009	2010	2012	2015	2020
Generación de energía eléctrica	-	-	1.377	1.680	1.699	1.820	1.833
Emisiones importadas GEE	917	793	-700	-799	-819	-914	-980
Industria	1.639	2.209	2.023	2.037	1.992	1.991	2.044
Transporte	777	904	1.075	1.088	1.124	1.133	1.154
Residencial	427	537	719	709	673	622	614
Servicios	107	138	211	211	195	163	147
Primario**	1.285	1.576	1.347	1.300	1.294	1.290	1.282
Residuos	143	152	206	203	199	193	169
<b>TOTAL</b>	<b>5.296</b>	<b>6.309</b>	<b>6.258</b>	<b>6.430</b>	<b>6.357</b>	<b>6.298</b>	<b>6.263</b>

\* Las emisiones importadas con signo negativo se refieren a la cantidad de emisiones que se están exportando en la región.

\*\* Las emisiones del sector primario en este escenario incluyen las emisiones de la agricultura, las emisiones fugitivas de gas natural y las emisiones asociadas al transporte agroforestal.

En este nuevo escenario las emisiones en el año 2012 se situarían en un 20% por encima de las emisiones del año base y, al final del periodo, ascenderían hasta un 18%. Al igual que en el escenario tendencial, el principal sector emisor es el sector industrial, seguido por el sector de generación eléctrica.

**Tabla 14.** Evolución respecto al año base de las emisiones de GEI de Navarra en el escenario probable de cumplimiento del Plan de Acción

Kt CO <sub>2</sub> e	2009	2010	2012	2015	2020
Generación de energía eléctrica	>100%	>100%	>100%	>100%	>100%
Emisiones importadas GEE	-176%	-187%	-189%	-200%	-207%
Industria	23%	24%	22%	21%	25%
Transporte	38%	40%	45%	46%	48%
Residencial	68%	66%	58%	46%	44%
Servicios	98%	98%	83%	52%	37%
Primario	5%	1%	1%	0%	-0,25%
Residuos	43%	42%	39%	34%	18%
<b>TOTAL</b>	<b>18%</b>	<b>21%</b>	<b>20%</b>	<b>19%</b>	<b>18%</b>

La evolución, por lo tanto, de las emisiones totales de Navarra en este escenario y en el tendencial varían de manera significativa. El motivo de este resultado es principalmente que el crecimiento económico y la producción de energía eléctrica es idéntica en ambos escenarios, diferenciando el escenario con medidas respecto al tendencial por el efecto de las medidas de eficiencia previstas.

**Gráfica 11.** Proyecciones con medidas de las emisiones totales de GEI de Navarra.

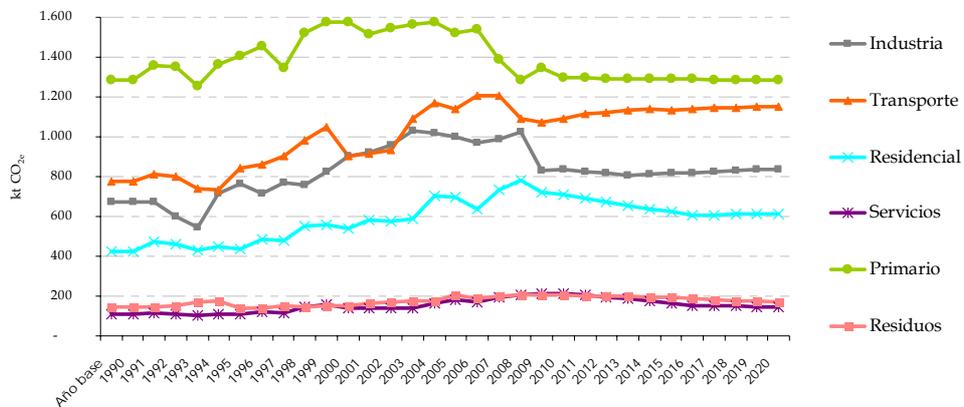
Como se ha comentado anteriormente, parte de las emisiones de Navarra están afectadas por el EU ETS, (38%). Realizando el mismo análisis, pero excluyendo aquellas emisiones del sector industrial y de generación eléctrica afectadas por este régimen la evolución de las emisiones se presenta más pausada y con una diferencia pareja al anterior respecto al escenario tendencial.

**Gráfica 12.** Proyecciones con medidas de las emisiones de GEI de Navarra asociadas a los sectores difusos, no afectados por el EU ETS.



En el escenario probable de cumplimiento del Plan de Acción se alcanzan disminuciones en los sectores residencial, servicios y residuos y se permite una ligera contención del crecimiento de las emisiones del sector primario para el año 2020 respecto al último año con un dato real (2009). Por otra parte, las emisiones del sector transporte y del sector industrial no afectado por el EU ETS, van ascendiendo paulatinamente al principio para finalizar aumentando de una manera más veloz. Este hecho se produce en todos los modelos de proyección de emisiones a largo plazo, basados en previsiones de evolución de datos técnicos y económicos con base en los conocimientos actuales. La causa principal del aumento inevitable de las emisiones a largo plazo, cuando el efecto de las medidas planificadas se agota, es debida la falta de incorporación del posible efecto asociado a cambios tecnológicos que permitan nuevas medidas de limitación de las emisiones a largo plazo. El análisis de la evolución por sector corrobora la necesidad de incidir en mayor medida sobre el sector transporte e industria dos de los principales emisores de los sectores difusos, y cuyas previsiones son de continuar ascendiendo a futuro.

**Gráfica 13.** Proyecciones sectoriales de los sectores difusos en el escenario previsto de cumplimiento del Plan de Acción.



**Tabla 15.** Proyecciones con medidas de las emisiones de GEI totales y difusas en Navarra.

Kt CO <sub>2</sub> e	1990	2000	2009	2010	2012	2015	2020
Emisiones totales	5.296	6.309	6.258	6.431	6.357	6.298	6.263
Emisiones difusas	3.415	4.217	4.391	4.351	4.306	4.221	4.209

## B. PROYECCIONES DE ABSORCIÓN POR LOS SUMIDEROS DE CARBONO DE NAVARRA

Como se ha comentado anteriormente (ver capítulo 2), los inventarios de emisiones y remociones producidos por los usos de la tierra y cambios de uso de la tierra y silvicultura se contabilizan el total de emisiones y remociones asociadas a los sumideros de carbono, observándose en el caso de Navarra un efecto sumidero en el periodo 1990-2008, ya que, a pesar de que las pérdidas como consecuencia de las cortas y los incendios forestales se han incrementado en los últimos años, el aumento de la superficie forestal ha sido lo suficientemente significativo como para paliar dichas pérdidas y las absorciones de CO<sub>2</sub> en los bosques navarros han aumentado desde 1990 hasta nuestros días. Sin embargo, dicho total no se puede contabilizar para el cumplimiento de los objetivos de Kioto. Es necesario seguir las indicaciones del Protocolo de Kioto y los acuerdos de Marrakech para estimar las unidades de absorción<sup>15</sup> (UDA) que se producirán durante el periodo 2008-2012, las cuales sí entran dentro de la cuantificación de los objetivos de Kioto.

Las unidades de absorción hacen referencia a las actividades de forestación, reforestación y deforestación, las cuales se contabilizarán de forma obligatoria, así como a la gestión de los bosques, gestión de las tierras agrícolas, gestión de los pastizales y restablecimiento de la vegetación, acciones entre las que cada estado seleccionará aquellas sobre las que quiere basar su "contabilidad Kioto".

En España, además de las acciones obligatorias de forestación, reforestación y deforestación, también se contabilizarán las acciones que tengan como consecuencia un incremento de absorción y se refieran a la gestión forestal y la gestión de tierras agrícolas, obviándose en este caso la gestión de los pastizales y el reestablecimiento de la vegetación. En el caso de la Comunidad Foral de Navarra, se tendrán en cuenta las actividades la gestión de los bosques y la gestión de las tierras agrícolas, por ser éstas las acciones seleccionadas por España para la contabilización Kioto. Igualmente, el Protocolo de Kioto fija un límite a la producción de UDAs debidas a la gestión forestal, por lo que asumiendo la parte proporcional del límite

---

<sup>15</sup> Las "unidades de absorción" o "UDA" se definen como unidades generadas por actividades domésticas de secuestro de carbono en el sector UTCUTS (Art. 3.3 y 3.4 del Protocolo de Kioto).

para España cifrado en 2,45 MtCO<sub>2</sub> y teniendo en cuenta que Navarra representa el 2,63% de la superficie forestal estatal, a pesar de que la absorción de CO<sub>2</sub> sobrepasase este límite, la contabilización para los objetivos de Kioto de los bosques de la Comunidad Foral de Navarra en este concepto se verá limitada a 64.605 tCO<sub>2</sub>e/año.

Teniendo en cuenta las medidas recopiladas en el Plan de Acción por el Clima de Navarra 2010-2012, en 2010, año de comienzo de dicho Plan, se generarán 123.061 UDAs, lo que corresponde al 1,91% de las emisiones de ese año en el escenario probable previsto. Se estima que para el periodo 2010-2012 este valor ascenderá a 125.424 UDAs. La gestión de los bosques es la línea de actuación de la Comunidad Foral de Navarra que mayores posibilidades de generación de UDAs presenta según el planteamiento actual. Sin embargo, al existir un límite para la contabilización de UDAs generadas en este concepto, es posible que durante el periodo 2010-2012 en el que estará vigente el presente Plan se puedan llevar a cabo medidas adicionales en el campo de la gestión de tierras agrícolas para alcanzar una reducción más elevada.

**Tabla 16.** Potencial de absorción de los sumideros para el periodo 2010-2012, según la “contabilidad Kioto”.

Actividad	UDA generados				% respecto a las emisiones de GEI			
	2010	2011	2012	Media (2010-2012)	2010	2011	2012	Media (2010-2012)
Forestación y reforestación	27.362	28.651	29.727	28.580	0,43%	0,45%	0,47%	0,45%
Gestión de los bosques	64.605	64.605	64.605	64.605	1,00%	1,01%	1,02%	1,01%
Gestión de las tierras agrícolas	31.093	32.226	33.399	32.239	0,48%	0,50%	0,53%	0,50%
<b>Total</b>	<b>123.061</b>	<b>125.482</b>	<b>127.731</b>	<b>125.424</b>	<b>1,91%</b>	<b>1,96%</b>	<b>2,01%</b>	<b>1,96%</b>

Teniendo en cuenta el efecto de los UDAs generados, de acuerdo con las emisiones totales del escenario de cumplimiento del Plan de Acción, Navarra se situaría en el periodo 2010-2012 alrededor de un 16% por encima de las emisiones del año base e igual que en la actualidad (2009).

**Tabla 17.** Emisiones totales de Navarra durante el periodo del Plan de Acción frente al Cambio Climático

Kt CO <sub>2</sub> e	2010	2011	2012	2010	2011	2012
Generación de energía eléctrica	1.680	1.690	1.699	>100%	>100%	>100%
Emisiones importadas GEE	-799	-808	-819	-187%	-188%	-189%
Industria	2.037	2.010	1.992	24%	23%	22%
Transporte	1.088	1.112	1.124	40%	43%	45%
Residencial	709	691	673	66%	62%	58%
Servicios	211	203	195	98%	90%	83%
Primario	1.300	1.297	1.294	1%	1%	1%
Residuos	203	201	199	42%	40%	39%
<b>TOTAL</b>	<b>6.430</b>	<b>6.397</b>	<b>6.357</b>	<b>21%</b>	<b>21%</b>	<b>20%</b>
Sumideros de carbono	123	125	128	-	-	-
<b>TOTAL</b>	<b>6.307</b>	<b>6.272</b>	<b>6.229</b>	<b>19%</b>	<b>18%</b>	<b>18%</b>

## **6. ¿Y SI VAMOS MÁS ALLÁ? ESCENARIO OPTIMISTA**

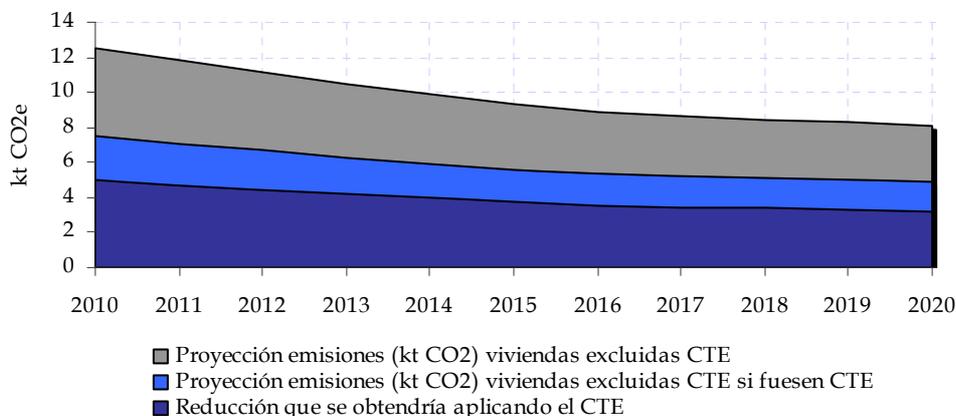
Aunque durante el proceso de elaboración de la Estrategia y Plan de Acción se han analizado y trabajado numerosas medidas dirigidas a la limitación de las emisiones de GEI en Navarra, la actual coyuntura económica ha influenciado en gran medida la definición de final de las mismas.

Sin embargo, no se descarta que en un futuro próximo se apueste por el impulso de algunas de estas acciones que en principio no se encuentran dentro de la planificación en materia de cambio climático, sobre todo cuando llevan asociada una reducción significativa de las emisiones de GEI. Aplicando el modelo técnico-económico desarrollado en el que se ha denominado, escenario optimista, se han analizado los efectos de estas medidas sobre el inventario de GEI de Navarra.

Dentro de este grupo de medidas destaca principalmente la capacidad del sector residencial en los campos de la eficiencia energética y las energías renovables y, aunque ya se han realizado numerosos esfuerzos en este sentido, aún queda mucho camino por recorrer.

En este sentido, es importante destacar que como ocurre en otros ámbitos, muchas veces la política en materia de cambio climático confluye con otros ámbitos. Es el caso del área de actuación encaminada al fomento de las energías renovables en el sector residencial que puede tener afecciones en relación con la preservación del patrimonio histórico y cultural de una determinada zona. Por ello, en la Comunidad Foral de Navarra se ha desarrollado normativa específica que regula este aspecto. En concreto, se excluyen del ámbito de aplicación del Código Técnico de la Edificación los edificios de determinados municipios, en lo relacionado con la contribución solar mínima de agua caliente en edificios y la de fotovoltaica para energía eléctrica.

La reconsideración del ámbito de actuación de esta normativa, aplicándola únicamente a los conjuntos históricos de los municipios y no al conjunto del municipio permitiría obtener reducciones adicionales de emisiones de GEI. En concreto, se podrían alcanzar reducciones anuales cercanas a las 4.000 toneladas de CO<sub>2</sub> e.

**Gráfica 14.** Reducción de emisiones (kt CO<sub>2</sub>e) de viviendas excluidas de aplicación del CTE.

Otro sector que presenta unas oportunidades de actuación importantes es el sector transporte, cuyas emisiones además tienen un crecimiento continuado en cualquier inventario de emisiones de GEI.

Hay que tener en cuenta sin embargo que, aunque las posibilidades de actuación son elevadas, es también un sector complicado para la actuación directa por su carácter difuso y por la complejidad administrativa que presenta. El Gobierno de Navarra es consciente de que es necesaria una reestructuración profunda del modelo de ciudad actual y, como consecuencia, del transporte asociado a las mismas que permita un cambio real en este sector.

En este sentido, los primeros pasos están dados y, por ejemplo, desde el Gobierno de Navarra se desarrolló una ambiciosa planificación a futuro con el objetivo de potenciar la bicicleta como medio de transporte alternativo al vehículo privado. La potenciación de la bicicleta, así como del transporte público por ejemplo a través de la creación de carriles específicos para el mismo en la Comarca de Pamplona, son los primeros pasos para alcanzar reducciones de emisiones en este sector.

El análisis de la capacidad de reducción de emisiones de GEI ligada al impulso claro y definitivo del Plan de la Bicicleta y la creación de carriles específicos para el transporte público revela que pueden llegar a alcanzarse reducciones de hasta 7.000 t CO<sub>2</sub> e. Estas reducciones llevarían asociadas un ahorro de alrededor de 900.000 kilómetros que dejarían

de recorrer los vehículos privados navarros durante el periodo comprendido entre 2010 y 2020.

**Tabla 18.** Resumen reducción de emisiones (t CO<sub>2</sub>e) en el escenario Optimista

t CO <sub>2</sub> e	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Aplicación CTE	5.008	4.720	4.452	4.200	3.954	752	3.568	3.459	3.378	3.302	3.230
Plan de la Bicicleta	621	1.272	1.928	2.590	3.254	3.887	4.554	5.227	5.901	6.579	7.261

## 7. SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN

Para la correcta gestión del seguimiento y evaluación de las acciones contempladas en el Plan de Acción hasta el año 2012, el Gobierno de Navarra tiene presente dos aspectos diferentes pero iguales en importancia,

- por un lado, es necesario hacer el seguimiento del cumplimiento de las acciones definidas, teniendo en cuenta la puesta en marcha de las mismas y el presupuesto dedicado al mismo,
- pero por otro lado, no hay que olvidar que muchas de ellas están dirigidas a alcanzar reducciones de las emisiones sobre un escenario hipotético de ausencia de dichas acciones. Por lo que, el seguimiento debe tener en cuenta el efecto sobre las emisiones de GEI de dichas medidas.

Conforme a este enfoque que divide las medidas en dos tipos,

- unas dirigidas a la reducción de las emisiones que contribuirían a alcanzar la primera meta y los objetivos primero y segundo, y
- otras que permiten alcanzar el clima necesario para que se produzcan las reducciones esperadas, así como aquellas que persiguen la adaptación al cambio climático.

En base a ello, se define un modelo de seguimiento basado en indicadores agrupados en torno al esquema clásico presión/estado/respuesta, modificado ad hoc para un fenómeno tan específico como es el cambio climático. A continuación se especifican los tipos de indicadores definidos en el contexto del Plan de Acción frente al Cambio Climático de Navarra:

**INDICADORES:**

- **Indicadores de estado:** evaluarán la transformación de los principales indicadores ambientales, sociales y económicos de Navarra y su alineamiento con los objetivos perseguidos en el presente Plan.
- **Indicadores de presión:** valorarán las presiones que el cambio climático va ejerciendo sobre los diferentes sectores de la economía y la sociedad navarras (impactos previstos).
- **Indicadores de respuesta:** medirán la puesta en marcha por parte de la Administración de las medidas recogidas en cada programa de acción.

Tabla 19. Cuadro de seguimiento del Plan de Acción frente al Cambio Climático de Navarra 2010-2012

ÁMBITOS	INDICADORES
<b>INDICADORES DE ESTADO</b>	
<b>GENERACIÓN ELÉCTRICA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• MW instalados por tipo de tecnología de generación eléctrica</li> <li>• MWh producidos por tipo de tecnología de generación eléctrica</li> <li>• Demanda eléctrica (MWh consumidos)</li> </ul>
<b>INDUSTRIA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Litros de combustibles fósiles consumidos en cada subsector industrial</li> </ul>
<b>TRANSPORTE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Litros de combustibles fósiles consumidos en el sector transporte</li> <li>• Km de carriles bici construidos</li> <li>• Grado de utilización de los carriles-bici (nº bicicletas/km y hora)</li> </ul>
<b>RESIDENCIAL</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Litros de combustibles fósiles consumidos en el sector residencial</li> </ul>
<b>SERVICIOS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Litros de combustibles fósiles consumidos en el sector servicios</li> </ul>
<b>PRIMARIO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Superficie utilizada para la agricultura ecológica</li> <li>• % de superficie de laboreo de conservación</li> <li>• Número de cabezas (por tipo) dentro de la ganadería ecológica</li> <li>• Unidades fertilizantes de N-P-K utilizadas por ha de cultivo procedente de fertilizantes minerales</li> <li>• Toneladas de fertilizante orgánico (pastoreo) utilizados</li> <li>• Unidades fertilizantes de N-P-K utilizadas por ha de cultivo procedente de fertilizantes orgánicos</li> <li>• Toneladas de residuos ganaderos valorizados</li> <li>• m<sup>3</sup> de agua utilizados para regadío / ha</li> <li>• % superficie dedicada a leguminosas</li> <li>• ha convertidas a bosque por efecto de la acción humana</li> <li>• ha afectadas por incendios</li> <li>• ha afectadas por plagas</li> </ul>

- ha forestales con certificado de gestión sostenible

ÁMBITOS	INDICADORES
<b>INDICADORES DE ESTADO</b>	
<b>RESIDUOS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Toneladas de residuos sin tratamiento previo vertidos en vertedero</li> <li>• Toneladas de residuos destinadas a vertederos sin sistema de captación de biogás</li> <li>• Toneladas de materia orgánica recogida selectivamente respecto al total de residuos generados</li> <li>• Toneladas de materia orgánica destinada a la producción de compost</li> <li>• Litros de aceite usado recogido selectivamente</li> <li>• Litros de aceite usado destinado a la producción de biocarburantes</li> <li>• Toneladas de plásticos extrusionados utilizadas como material de construcción</li> </ul>
<b>INDICADORES DE PRESIÓN</b>	
<b>GENERALES</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Número de olas de calor</li> <li>• Número días que se superan los valores límites de los contaminantes atmosféricos</li> <li>• Número de eventos climáticos extremos con consecuencias económicas sobre los distintos sectores</li> <li>• Número de días con altas concentraciones de polen por cada mes del año</li> <li>• Número de casos tratados por enfermedades cuyos agentes etiológicos están favorecidos por el aumento de las temperaturas ambientales</li> <li>• Número de casos tratados de enfermedades transmisibles, no propias de la zona geográfica de Navarra y que puedan verse favorecidas por los cambios climatológicos</li> </ul>
<b>INDICADORES DE RESPUESTA</b>	
<b>GENERALES</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Número de medidas puestas en marcha respecto al total planificado</li> <li>• € gastados respecto al presupuesto previsto</li> </ul>
<b>TRANSVERSALES</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Número de proyectos domésticos de reducción de emisiones desarrollados</li> <li>• Número de asociados a la campaña de adhesión al Plan de Acción por el Clima de Navarra</li> <li>• Toneladas de GEI compensadas a través del Fondo CeroCO<sub>2</sub>Na</li> </ul>
<b>EJEMPLARIZANTES</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Toneladas de residuos urbanos recogidas selectivamente por tipo de residuo y por edificio del Gobierno de Navarra</li> </ul>
<b>INDUSTRIA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Número de auditorías energéticas realizadas en cada subsector</li> <li>• Número de instalaciones industriales que implantan tecnologías limpias y/o mejores técnicas disponibles</li> <li>• Número de empresas que participan en ferias internacionales</li> <li>• Número de permisos y autorizaciones concedidas teniendo en</li> </ul>

cuenta criterios de cambio climático

<b>INDICADORES DE RESPUESTA</b>	
<b>TRANSPORTE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Número de Planes de Movilidad Sostenible realizados</li> <li>• Número de solicitudes dirigidas a la implantación de los Planes de Movilidad Sostenible aprobados tramitadas</li> <li>• Número de “agentes de movilidad” formados y número de cursos realizados</li> <li>• Número de cursos de conducción eficiente realizados y número de personas asistentes</li> </ul>
<b>RESIDENCIAL</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Número de edificios con certificación energética</li> <li>• Número de viviendas rehabilitadas con criterios de eficiencia energética y/o bioclimatismo</li> <li>• Número de empresas que calculan la huella de carbono asociada a su actividad</li> </ul>
<b>SERVICIOS PRIMARIO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Número de empresas que participan en ferias internacionales</li> <li>• Número de auditorías y planes de mejora de la eficiencia energética en explotaciones agrícolas y ganaderas realizadas</li> <li>• Número de vehículos (tractores y maquinaria agrícola) inspeccionados y número de solicitudes de mejora o renovación tramitadas</li> <li>• Número de acciones de formación realizadas en el sector agrícola y número de asistentes</li> <li>• Número de estudios e investigaciones realizadas relacionadas con la generación de conocimiento en torno a los efectos del cambio climático en Navarra en el sector primario</li> </ul>
<b>RESIDUOS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Número de campañas de sensibilización realizadas para alcanzar una menor generación de residuos urbanos</li> <li>• Km realizados en las rutas de recogida de residuos</li> </ul>

El seguimiento del cumplimiento del Plan se realizará anualmente, para determinar el grado de éxito de las medidas planteadas y, en su caso, permitir la modificación o definición de nuevas acciones que permitan el cumplimiento de las metas y objetivos marcados.

El seguimiento estará liderado por el Departamento de Desarrollo Rural y Medio Ambiente del Gobierno de Navarra, pero contará con la participación de todos los Departamentos y Organismos implicados en el desarrollo del mismo. A partir de la aportación y el análisis de la información recogida en el cuadro de seguimiento, se elaborará un informe de evaluación que agrupe los resultados y las próximas acciones a desarrollar.

Con el objetivo de que la sociedad navarra conozca los avances realizados en la lucha contra el cambio climático, las conclusiones anuales derivadas del seguimiento y evaluación del cumplimiento de la planificación realizada se pondrán en conocimiento del público. Por un lado, se elaborará un informe para los distintos departamentos del Gobierno de Navarra implicados, pero las conclusiones también se difundirán entre los agentes externos y la sociedad en general.

### PREVISIONES ECONÓMICAS:

Para la correcta realización del presente Plan de Acción se prevé un presupuesto nuevo de 297.258.950 €<sup>16</sup>, aunque hay que tener en cuenta que se parte de un presupuesto ya comprometido de 60.755.850 €.

El desglose presupuestario por Departamento del Gobierno de Navarra se indica a continuación:

Tabla 20. Previsión económica para la ejecución del Plan de Acción 2010-2012

DEPARTAMENTOS	PRESUPUESTO (€ estimados)	
	COMPROMETIDO	NUEVO
Consejería de Salud	207.750	261.750
Consejería de Desarrollo Rural y Medio Ambiente	9.547.000	190.637.200 <sup>1</sup>
Consejería de Cultura y Turismo	-	-
Consejería de Obras Públicas, Transportes y Comunicaciones	1.410.000	350.000
Consejería de Vivienda y Ordenación del Territorio	-	-
Consejería de Innovación, Empresa y Empleo	49.591.100	106.010.000 <sup>2</sup>
<b>TOTAL</b>	<b>60.755.850</b>	<b>297.258.950</b>

<sup>1</sup> Del total del presupuesto nuevo de la Consejería de Desarrollo Rural y Medio Ambiente, 183.647.200€ provienen del presupuesto del Plan Integrado de Gestión de Residuos de Navarra 2010-2020 tiene previsto para la Administración.

<sup>2</sup> El presupuesto nuevo de la Consejería de Innovación, Empresa y Empleo se refiere a la cuantía propuesta como ayuda pública en el Horizonte Energético de Navarra 2020 (versión 2.0, Noviembre 2010). Cabe destacar que no se conoce que parte corresponderá a la administración Navarra y que parte al resto.

<sup>16</sup> Del total del presupuesto nuevo 183.647.200 € provienen del presupuesto del Plan Integrado de Gestión de Residuos de Navarra 2010-2020 tiene previsto para la Administración y 106.010.000 € de la cuantía propuesta como ayuda pública en el Horizonte Energético de Navarra 2020 (versión 2.0, Noviembre 2010). De esta última, cabe destacar que no se conoce que parte corresponderá a la administración Navarra y que parte al resto

## 8. UNA ESTRATEGIA COMÚN. PROCESO PARTICIPATIVO

La definición y planificación de políticas de cambio climático debe ser necesariamente un proceso participativo, en el que estén involucrados agentes de los diferentes sectores emisores. El Gobierno de Navarra es consciente de ello y por ello, desde el inicio se planteó un proceso abierto en el que estuviesen involucrados tanto agentes externos, como del propio Gobierno.

### PROCESO INTERNO

La elaboración de la presente Estrategia y Plan de Acción en materia de cambio climático tiene la intención de establecer, de forma coordinada, la contribución de Navarra tanto a la mitigación, como a la adaptación al cambio climático global. Por lo tanto, persigue una serie de objetivos que permitan alcanzar las metas propuestas:

1. *unificar y coordinar* las políticas sectoriales de limitación de las emisiones de GEI de las diferentes áreas,
2. *cuantificar y trasladar* a toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente (t CO<sub>2</sub> e) los resultados previsibles de las políticas adoptadas,
3. *detectar* las necesidades de formación e investigación, tanto dirigidas a la sociedad en su conjunto, como a los agentes específicos que van a tomar parte en la ejecución de las políticas,
4. *influir* en los futuros desarrollos normativos, estableciendo las líneas de tendencia a seguir en cada una de las áreas con capacidad de actuación en la limitación de emisiones de GEI y adaptación a los efectos del cambio climático.

En esta línea, el Gobierno de Navarra ha trabajado en el establecimiento de su política de cambio climático hasta el año 2020, analizando la evolución más probable de sus emisiones de GEI, estudiando su potencial como sumidero de carbono y trabajando con cada área relacionada en establecimiento de acciones concretas que persigan una reducción de

emisiones real o contribuyan a una adaptación a los efectos que el cambio climático va a tener.

En este sentido, en la elaboración del Plan de Acción frente al Cambio Climático de Navarra hasta el año 2012 han estado involucrados diferentes Departamentos relacionados con los distintos ámbitos de actuación, principalmente durante la identificación, definición y posterior validación de las medidas que integran el Plan. En este sentido se configuró ya en el año 2008 la Unidad de Gestión de Cambio Climático del Gobierno de Navarra, integrada en el plano técnico y en el político por representantes de los diferentes departamentos. Los primeros pasos se dieron en mayo de 2008, con la primera reunión a nivel político de la Unidad de Gestión y posteriormente se han celebrado diversas reuniones plenarios y de trabajo hasta la configuración final de la Estrategia frente al Cambio Climático de Navarra.

Tabla 21. Departamentos del Gobierno de Navarra implicados en el proceso de participación interna

DEPARTAMENTOS DEL GOBIERNO DE NAVARRA INVOLUCRADOS	ÁMBITO DE ACTUACIÓN
Innovación, Empresa y Empleo	Generación eléctrica e Industria Residencial y Servicios Transporte
Obras Públicas, Transportes y Comunicaciones	Transporte Agricultura y Ganadería Sumideros de carbono
Desarrollo Rural y Medio Ambiente	Meteorología Residuos Ámbito local
Vivienda y Ordenación del Territorio	Residencial y Servicios
Cultura y Turismo	Residencial y Servicios Turismo
Salud	Salud
Educación	Educación
Economía y Hacienda	Ejemplarizante Transversal

Además, se ha contado con la participación de agentes externos al Gobierno de Navarra, que han contribuido también en la definición final de las medidas en determinados ámbitos de su competencia.

Tabla 22. Agentes externos implicados en el proceso de participación interna

AGENTES EXTERNOS	ÁMBITO DE ACTUACIÓN
Agencia de la Energía de Pamplona	Generación eléctrica e Industria
Mancomunidad de la Comarca de Pamplona	Transporte
ITG Agrícola	
ITG Ganadero	Agricultura/Ganadería
Riegos de Navarra	
NILSA, Navarra de Infraestructuras Locales, SA	Residuos
Federación Navarra de Municipios y Concejos	Ámbito local

## PROCESO EXTERNO

Pero el proceso de definición de la política a seguir en materia de cambio climático, ámbito tan transversal, no sólo debe quedarse a nivel técnico o político, sino que otros actores de la sociedad deben tener la oportunidad de valorar y aportar sobre las actuaciones previstas.

En este sentido y con la intención de involucrar a los demás sectores de la sociedad en la elaboración de la Estrategia y del Plan de Acción frente al cambio climático, durante el año 2009 se ha llevado a cabo un proceso de participación pública estructurado en cinco sesiones. Durante dichas sesiones se ha contado con la participación de representantes del Gobierno de Navarra y de la Oficina Española de Cambio Climático, además de numerosas entidades y particulares relacionadas con Navarra y su entorno.

La estructura del proceso se ha basado en una primera reunión de presentación que tuvo lugar en febrero de 2009 y en la que, con la participación de la Oficina Española de Cambio Climático, se presentó el proceso de elaboración de la Estrategia de Acción frente al Cambio Climático de Navarra. Posteriormente, también en febrero, se celebró la primera sesión de

trabajo sobre el diagnóstico elaborado sobre la situación de Navarra para afrontar el reto del cambio climático. En torno a tres mesas de trabajo se analizó el documento de diagnóstico y sus conclusiones. Un poco más tarde, en marzo de 2009, se llevó a cabo la jornada sobre mitigación del cambio climático, en la cual a través de varias mesas de trabajo se analizaron posibles medidas a incluir en la planificación del Gobierno de Navarra. En abril de 2009 se celebró la sesión sobre adaptación al cambio climático, en la cual se presentó el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático y las políticas relacionadas, así como diversas experiencias llevadas a cabo en Navarra, principalmente en el ámbito de la salud y del sector primario.

Tabla 23. Estructura del proceso de participación externa

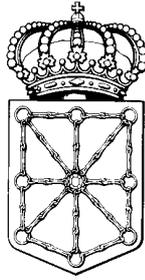
SESIONES	DINÁMICA
Sesión de presentación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Convocatoria entidades interesadas y participantes en el proceso de consulta</li> <li>• Abierta al público</li> <li>• Trabajo en plenario</li> </ul>
Sesión de Diagnóstico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Convocatoria entidades interesadas y participantes en el proceso de consulta</li> <li>• Trabajo en grupo en plenario y en mesas sectoriales: administración, asociaciones y empresas privadas</li> </ul>
Sesión de Mitigación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Convocatoria entidades interesadas y participantes en el proceso de consulta</li> <li>• trabajo en plenario y en las siguientes mesas sectoriales:</li> <li>• Energía e Industria</li> <li>• Movilidad</li> <li>• Residencial y Servicios (incluyendo residuos)</li> <li>• Sector primario (agricultura, ganadería y sumideros de carbono)</li> </ul>
Sesión de Adaptación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Convocatoria entidades interesadas y participantes en el proceso de consulta</li> <li>• Presentación de expertos: Universidades y Departamentos del Gobierno de Navarra</li> <li>• Trabajo en plenario</li> </ul>

Dentro de las entidades convocadas se encontraban representantes del sector energético y la industria, de las universidades, las escuelas de profesionales y los centros tecnológicos, colegios profesionales, asociaciones, grupos ecologistas y entidades del ámbito municipal. En total participaron cerca de 50 personas. Como resultado del proceso se registraron diversas aportaciones, desde las entidades convocadas pero también de personas particulares

interesadas, dirigidas tanto a la parte del Diagnóstico realizado, como en materia de mitigación y adaptación al cambio climático.

A futuro se plantea un modelo de seguimiento que combine tanto la parte interna del propio Gobierno de Navarra, a través de su Unidad de Gestión en la materia, como externa a toda la sociedad navarra. En este sentido, se comunicarán los resultados del avance del Plan de Acción a través de los informes de seguimiento anuales elaborados por el Departamento de Desarrollo Rural y Medio Ambiente.





BOLETIN OFICIAL  
DEL  
**PARLAMENTO DE NAVARRA**

---

VII Legislatura

Pamplona, 25 de marzo de 2011

NÚM. 29-2

---

**S U M A R I O**

SERIE I:

**Planes, Comunicaciones y Programas:**

—Estrategia frente al Cambio Climático de Navarra 2010-2020 (Pág. 2).

(El Plan se publica en tres volúmenes del Boletín Oficial, números 29-1, 29-2 y 29-3)

**LIBRO II**  
**ESTRATEGIA FRENTE AL**  
**CAMBIO CLIMÁTICO DE**  
**NAVARRA**  
**2010 – 2020**

**INVENTARIO DEL SECTOR USOS DE LA**  
**TIERRA, CAMBIOS EN LOS USOS DE LA**  
**TIERRA Y SILVICULTURA**

Documento aprobado por el Gobierno de Navarra

en sesión de 31 de enero de 2011

## ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>8</b>
A. METODOLOGÍA EMPLEADA.....	9
B. NIVEL DE PRECISIÓN.....	9
C. VARIABLES DE ACTIVIDAD Y FACTORES DE EMISIÓN Y ABSORCIÓN .....	9
D. RESULTADOS.....	10
<b>2. INFORMACIÓN BÁSICA .....</b>	<b>11</b>
A. IDENTIFICACIÓN DE LAS ZONAS CLIMÁTICAS.....	11
B. IDENTIFICACIÓN DE LOS TIPOS DE SUELOS.....	11
<b>3. INVENTARIO DE EMISIONES Y ABSORCIONES EN TIERRAS FORESTALES.....</b>	<b>13</b>
A. IDENTIFICACIÓN DE LAS SUPERFICIES OCUPADAS POR TIERRAS FORESTALES.....	13
B. CÁLCULO DE EMISIONES Y ABSORCIONES EN TIERRAS FORESTALES QUE PERMANECEN COMO TALES .....	14
C. CÁLCULO DE EMISIONES Y ABSORCIONES EN TIERRAS QUE PASAN A SER TIERRAS FORESTALES.....	21
<b>4. CONCLUSIONES .....</b>	<b>22</b>
<b>ANEXO.....</b>	<b>24</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>25</b>
A. METODOLOGÍA EMPLEADA.....	25
B. NIVEL DE PRECISIÓN.....	26
C. CARACTERIZACIÓN DEL USO DEL SUELO .....	26
D. VARIABLES DE ACTIVIDAD Y FACTORES DE EMISIÓN Y ABSORCIÓN .....	27
E. RESULTADOS.....	27
<b>2. IDENTIFICACIÓN DE ZONAS CLIMÁTICAS Y TIPOS DE SUELOS .....</b>	<b>29</b>
A. IDENTIFICACIÓN DE LAS ZONAS CLIMÁTICAS.....	29
B. IDENTIFICACIÓN DE LOS TIPOS DE SUELOS.....	31
C. REPRESENTACIÓN DEL USO DEL SUELO .....	33
<b>3. EMISIONES DE GEI SEGÚN USOS Y CAMBIOS DE USO DE LA TIERRA.....</b>	<b>43</b>
A. TIERRAS FORESTALES.....	43
B. TIERRAS AGRÍCOLAS.....	59
C. PASTOS.....	66
D. HUMEDALES .....	73
E. ASENTAMIENTOS.....	75
F. OTRAS TIERRAS .....	78
<b>4. EMISIONES DE GEI POR OTROS USOS.....</b>	<b>81</b>
A. EMISIONES POR FERTILIZACIÓN NITROGENADA DE BOSQUES .....	81
B. EMISIONES POR DRENAJE DE SUELOS.....	81
C. EMISIONES POR CONVERSIÓN DE USO DEL SUELO A TIERRAS AGRÍCOLAS.....	81
D. EMISIONES POR APLICACIONES DE CALIZA Y DOLOMITA A SUELOS.....	82
E. EMISIONES POR QUEMA DE BIOMASA .....	82
<b>5. CONCLUSIONES .....</b>	<b>84</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>90</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Variables de Actividad y parámetros de cálculo empleados. ....	10
Tabla 2. Superficie ocupada por casa tipo de clima presente en Navarra. ....	11
Tabla 3. Superficie ocupada por cada tipo de suelo de Navarra. ....	12
Tabla 4. Superficie (ha) de tierras forestales en Navarra en los años 1990, 2000 y 2008. ....	14
Tabla 5. Incremento de carbono anual en los años 1990, 2000 y 2008. ....	17
Tabla 6. Pérdidas anuales de carbono como consecuencia de las cortas en 1990, 2000 y 2008. ....	18
Tabla 7. Pérdidas anuales de carbono por incendios forestales en 1990, 2000 y 2008. ....	19
Tabla 8. Balance de carbono en el año 1990, 2000 y 2008. ....	20
Tabla 9. Balance de carbono en el año 1990, 2000 y 2008. ....	22
Tabla 10. Variables de Actividad y parámetros de cálculo empleados. ....	27
Tabla 11. Superficie ocupada por casa tipo de clima presente en Navarra. ....	29
Tabla 12. Superficie ocupada por cada tipo de suelo de Navarra. ....	31
Tabla 13. Categorías y sub-categorías de uso de suelo. ....	33
Tabla 14. Superficie (ha) de las distintas categorías y sub-categorías de uso de suelo en Navarra en los años 1990, 2000 y 2006. ....	34
Tabla 15. Cambios de uso de suelo entre 1990 y 2000. ....	40
Tabla 16. Cambio de uso de suelo entre 2000 y 2006. ....	42
Tabla 17. Superficie (ha) de tierras forestales en Navarra en los años 1990, 2000 y 2006. ....	43
Tabla 18. Incremento de carbono anual en los años 1990, 2000 y 2006. ....	47
Tabla 19. Pérdidas anuales de carbono como consecuencia de las cortas en 1990. ....	48
Tabla 20. Pérdidas anuales de carbono por incendios forestales en 1990, 2000 y 2006. ....	49
Tabla 21. Balance de carbono en el año 1990, 2000 y 2006. ....	51
Tabla 22. Absorciones de carbono del suelo en tierras que permanecen como bosques. ....	54
Tabla 23. Cambios de uso de suelo de 1990 a 2000 y de 2000 a 2006. ....	54

Tabla 24. Absorciones de carbono del suelo en tierras que pasan a forestales .....	59
Tabla 25. Superficie (ha) de tierras agrícolas en Navarra en los años 1990, 2000 y 2006 .....	59
Tabla 26. Emisiones de carbono del suelo en tierras que permanecen como tierras agrícolas.....	62
Tabla 27. Cambios de uso de suelo en los periodos 1990 – 2000 y 2000 – 2006.....	63
Tabla 28. Superficie (ha) de pastos en los años 1990, 2000 y 2006 .....	66
Tabla 29. Valores de los factores relativos de cambio de existencias para la gestión de pastizales empleados .....	68
Tabla 30. Emisiones de carbono del suelo en tierras que permanecen como pastizales .....	69
Tabla 31. Cambios de uso de suelo en los periodos 1990 – 2000 y 2000 – 2006.....	69
Tabla 32. Emisiones de carbono en biomasa en suelos que pasan a pastizales .....	70
Tabla 33. Emisiones de carbono de tierras forestales convertidas a pastos .....	71
Tabla 34. Valores de los factores relativos de cambio de existencias para la gestión de los pastizales..	72
Tabla 35. Superficie (ha) de humedales en 1990, 2000 y 2006 .....	73
Tabla 36. Absorciones de COS en tierras que permanecen como humedales .....	74
Tabla 37. Superficie (ha) de asentamientos en los años 1990, 2000 y 2006 .....	75
Tabla 38. Tierras que pasan a ser asentamientos en los periodos 1990-2000 y 2000-2006 .....	76
Tabla 39. Absorciones de carbono del suelo en tierras de asentamientos .....	78
Tabla 40. Superficie (ha) de otras tierras en los años 1990, 2000 y 2006.....	78
Tabla 41. Cambio de uso de suelo a “otras tierras” .....	79
Tabla 42. Emisiones de carbono del suelo en tierras de asentamientos.....	80
Tabla 43. Emisiones de metano y óxido nitroso por quema de biomasa.....	83
Tabla 44. Resumen de los resultados del inventario de sumideros .....	86

## ÍNDICE DE ABREVIATURAS Y ACRÓNIMOS

<b>CRF</b>	Common Report Format
<b>GEI</b>	Gases de Efecto Invernadero
<b>GPG</b>	Good Practice Guidance
<b>LULUCF</b>	Land Use, Land-Use Change and Forestry
<b>IFN</b>	Inventario Forestal Nacional
<b>IPCC</b>	Intergovernmental Panel on Climate Change, Panel Intergubernamental de Cambio Climático
<b>MAPA</b>	Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación
<b>MARM</b>	Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino (ex MMA)
<b>SIG</b>	Sistemas de Información Geográfica
<b>SIGPAC</b>	Sistemas de Información Geográfica de Parcelas Agrícolas
<b>UNFCCC</b>	United Nations Framework Convention on Climate Change, Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático
<b>UTCUTS</b>	Uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura

## 1. INTRODUCCIÓN

El presente inventario corresponde a la contabilización de las emisiones y remociones de gases de efecto invernadero (GEI) para la Comunidad Foral de Navarra para el sector Uso de la Tierra, Cambios en el Uso de la Tierra y Silvicultura (UTCUTS).

Conforme a las reglas establecidas por la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático (UNFCCC en sus siglas en inglés) para los estados miembros, los inventarios de GEI deben ser suministrados para todos los años desde el año base (1990 en el caso de España) hasta el año más reciente.

Dada la información cartográfica disponible actualmente, se pudieron identificar las superficies ocupadas por los usos de suelo en los años 1990, 2000 y 2006, y las transiciones específicas ocurridas en cuanto a cambios en el uso del suelo entre los años 1990 - 2000 y 2000 - 2006. De esta manera, se pudo realizar un primer cálculo de las emisiones y remociones de gases de efecto invernadero.

A la vista de los resultados, que se presentan en el anexo de este documento, y teniendo en cuenta que la información cartográfica disponible proviene de fuentes diferentes, Corine Land Cover para los años 1990 y 2000, y SIGPAC para 2006, se llevó a cabo un segundo inventario de emisiones y remociones únicamente para el sector forestal, dado que es el más influyente en el inventario, como se pudo comprobar tras los primeros resultados obtenidos, y para el cual se dispone de una fuente de datos sólida, los Inventarios Forestales Nacionales.

Por tanto, el presente trabajo consta de dos partes, una primera en la que se reflejarán las emisiones y absorciones que han tenido lugar desde 1990 hasta nuestros días en el ámbito forestal navarro, a partir de los Inventarios Forestales de Navarra (IFN2 e IFN3), y una segunda parte, presentada como Anexo, en la que se reproducen los primeros cálculos de gases de efecto invernadero realizados para todas las categorías y los cambios de uso del suelo establecidos por el IPCC, con la base cartográfica anteriormente citada.

## A. METODOLOGÍA EMPLEADA

Los inventarios se han llevado a cabo conforme a los métodos recomendados por el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC), órgano de apoyo técnico-científico a la Convención Marco. Los documentos consultados han sido:

- IPCC, (2006). Directrices del IPCC para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero.
- IPCC, (2003). Guía de Buenas Prácticas para el sector LULUCF.

## B. NIVEL DE PRECISIÓN

Con carácter general, el nivel de precisión (tier) empleado en el presente trabajo es el tier 1, ya que se utiliza el método básico y los factores de absorción o emisión por defecto proporcionados por el IPCC. Sin embargo, las estimaciones de la biomasa forestal corresponden a un tier 2, dado que se emplearon datos correspondientes al Inventario Forestal Nacional (IFN) de la Comunidad Foral de Navarra.

## C. VARIABLES DE ACTIVIDAD Y FACTORES DE EMISIÓN Y ABSORCIÓN

Las variables de actividad y los factores de emisión y de absorción más importantes que han sido utilizados en la elaboración del inventario son los que se detallan a continuación:

**Tabla 1.** Variables de Actividad y parámetros de cálculo empleados.

Variable de actividad	Unidad	Valor	Fuente
Incremento anual de volumen	m <sup>3</sup> /ha/año	-	IFN 2 IFN 3
Maderas y leñas retiradas	m <sup>3</sup>	-	Anuario Estadístico (MARM)
Superficies afectadas por incendios forestales	ha/año	-	MMA IFN 3
Factor de conversión y expansión de biomasa (BCEF <sub>i</sub> )	tMS/m <sup>3</sup>	Frondosas: 0,90 Coníferas: 0,60	IPCC
Factor de conversión y expansión de biomasa para la conversión de remociones (BCEF <sub>R</sub> )	tMS/m <sup>3</sup>	Frondosas: 1,55 Coníferas: 0,83	IPCC
Fracción de carbono en biomasa (CF)	tC/tMS	0,47	IPCC
Existencias de carbono de referencia	tC/ha	-	IPCC
Factores relativos de cambio de existencias	-	-	IPCC

## D. RESULTADOS

El sector UTCUTS ha sido un sumidero de gases de efecto invernadero en Navarra para los años inventariados, siendo los bosques un factor determinante en los resultados obtenidos. Un aspecto a tener en cuenta es que, a pesar de que las cortas e incendios forestales en Navarra han aumentado en los últimos años, las absorciones también han experimentado un incremento gracias al aumento de la superficie forestal desde 1990 hasta nuestros días.

## 2. INFORMACIÓN BÁSICA

### A. IDENTIFICACIÓN DE LAS ZONAS CLIMÁTICAS

A partir de las fuentes cartográficas mencionadas anteriormente, y como se verá en el Anexo en detalle, se pudo llevar a cabo de manera precisa la identificación de las zonas climáticas presentes en Navarra según la definición del IPCC para inventarios de GEI. Teniendo en cuenta variables climáticas tales como la temperatura media anual, precipitación y evapotranspiración total anual, se determinaron las zonas climáticas:

- Templado cálido seco, cubriendo la mayor parte del territorio.
- Templado cálido húmedo, segundo en cantidad de superficie ocupada.
- Templado frío húmedo, asociado a las zonas de mayor elevación del terreno.

**Tabla 2.** Superficie ocupada por casa tipo de clima presente en Navarra.

Clima IPCC	Total (ha)	Porcentaje (%)
Templado cálido seco	660.087,97	63,6
Templado cálido húmedo	276.566,71	26,6
Templado frío húmedo	101.911,32	9,8
<b>TOTAL</b>	<b>1.038.566</b>	<b>100,0</b>

### B. IDENTIFICACIÓN DE LOS TIPOS DE SUELOS

De la misma manera que para la identificación de las zonas climáticas, se determinaron también los tipos de suelos presentes en Navarra (la identificación detallada podrá verse en el Anexo de este documento). Teniendo en cuenta las categorías definidas por el IPCC, destaca una amplia dominancia de suelos minerales con arcillas de baja actividad:

**Tabla 3.** Superficie ocupada por cada tipo de suelo de Navarra.

<b>Suelo IPCC</b>	<b>Total (ha)</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
Suelos con arcillas de baja actividad	911.828,14	87,8
Suelos con arcillas de alta actividad	76.896,54	7,4
Otras	49.841,32	4,8
<b>TOTAL</b>	<b>1.038.566,</b>	<b>100,0</b>

### **3. INVENTARIO DE EMISIONES Y ABSORCIONES EN TIERRAS FORESTALES**

El cálculo de los stocks de carbono en tierras forestales se llevó a cabo mediante la metodología dada por el IPCC<sup>1</sup>. Por tanto, para la identificación de los usos del suelo se utilizaron las categorías básicas definidas por el IPCC para la realización de Inventarios de GEI:

- Tierras forestales
- Tierras agrícolas
- Pastos
- Humedales
- Asentamientos
- Otras tierras

#### **A. IDENTIFICACIÓN DE LAS SUPERFICIES OCUPADAS POR TIERRAS FORESTALES**

La superficie forestal de Navarra para los años estudiados se determinó empleando como fuente de datos el Segundo Inventario Forestal Nacional de Navarra para el año 1990 y el Tercer Inventario Forestal Nacional de Navarra para 2000. Para establecer la superficie ocupada por tierras forestales en 2008, realizó una extrapolación teniendo en cuenta los datos aportados por los Inventarios Nacionales Forestales existentes hasta nuestros días, es decir, IFN 1, IFN 2 e IFN 3.

---

<sup>1</sup> IPCC (2006). Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: volume 4: agriculture, forestry and other land use

Las superficies (en hectáreas) ocupadas por tierras forestales en los años 1990, 2000 y 2008 se muestran en la siguiente tabla:

**Tabla 4.** Superficie (ha) de tierras forestales en Navarra en los años 1990, 2000 y 2008

Clase de uso de suelo	1990	2000	2008
Tierras forestales	372.468,55	462.664,49	534.821,24

## B. CÁLCULO DE EMISIONES Y ABSORCIONES EN TIERRAS FORESTALES QUE PERMANECEN COMO TALES

El cálculo de las emisiones/absorciones se desarrolló en base a la metodología empleada en las Directrices del IPCC<sup>2</sup> de 1996 para Inventarios Nacionales de Gases Efecto Invernadero (Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories) y la Guía de Buenas Prácticas para el Uso de la Tierra, el Cambio de Uso de la Tierra y la Silvicultura (Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry, 2003 - GPG-2003).

Así, la variación anual de las reservas de carbono se muestra en la ecuación:

$$\Delta C = (\Delta C_B + \Delta C_{DOM} + \Delta C_{Suelos})$$

Siendo:

$\Delta C$  : variación anual de las reservas de carbono en las tierras forestales que siguen siendo tierras forestales (tC/año)

$\Delta C_B$  : variación anual de las reservas de carbono en la biomasa viva en las tierras forestales que siguen siendo tierras forestales (tC/año)

$\Delta C_{DOM}$  : variación anual de las reservas de carbono en la materia orgánica muerta en las tierras forestales que siguen siendo tierras forestales (tC/año)

<sup>2</sup> IPCC (2003), Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry

$\Delta C_{Suelos}$  : variación anual de las reservas de carbono en los suelos en las tierras forestales que siguen siendo tierras forestales (tC/año)

## Biomasa

El cambio anual de las existencias de carbono en biomasa en tierras forestales que permanecen siendo tierras forestales ( $\Delta C_B$ ) se llevó a cabo mediante el método de pérdidas y ganancias, restando la pérdida de carbono de la biomasa a la ganancia. Así pues:

$$\Delta C_B = \Delta C_G - \Delta C_L$$

Siendo:

$\Delta C_G$  = aumento total de las existencias de carbono debido al crecimiento de la biomasa (tC/año)

$\Delta C_L$  = reducción anual de las existencias de carbono debida a la pérdida de biomasa (tC/año)

El cálculo del aumento total de las existencias de carbono como consecuencia del crecimiento de la biomasa ( $\Delta C_G$ ) se realizó teniendo en cuenta la ecuación:

$$\Delta C_G = \sum_{i,j} (A_{i,j} \cdot G_{TOTALi,j} \cdot CF_{i,j})$$

Donde,

$$G_{TOTAL} = \sum \{ G_W \cdot (1 + R) \}$$

$$G_{TOTAL} = \sum \{ I_V \cdot BCEF_I \cdot (1 + R) \}$$

A = área de tierra que permanece en la misma categoría de uso (ha)

$G_{TOTAL}$  = crecimiento medio anual de la biomasa (t MS · ha<sup>-1</sup> · año<sup>-1</sup>)

$G_w$  = promedio del crecimiento anual de la biomasa aérea para un tipo específico de vegetación boscosa ( $t\ MS \cdot ha^{-1} \cdot año^{-1}$ )

$R$  = relación entre la biomasa subterránea y la aérea para un tipo específico de vegetación ( $t$  biomasa subterránea/ $t$  biomasa aérea)

$CF$  = fracción de carbono de materia seca ( $tC / t\ MS$ )

$I_v$  = incremento anual neto promedio para un tipo de vegetación específica ( $m^3 \cdot ha^{-1} \cdot año^{-1}$ )

$BCEF_l$  = factor de conversión y expansión de biomasa para la conversión del incremento anual neto en volumen (incluyendo corteza) a crecimiento de biomasa aérea para un tipo de vegetación específica ( $t/m^3$  de incremento anual promedio)

Por otra parte, para el cálculo de la reducción de las existencias de carbono ( $\Delta C_L$ ), se empleó la ecuación:

$$\Delta C_L = L_{remoción-bosques} + L_{madera-combustible} + L_{perturbación}$$

Donde:

$L_{remoción-bosques}$  = pérdida anual de carbono debida a remoción de boques ( $tC/año$ )

$L_{madera-combustible}$  = pérdida anual de carbono en la biomasa debida a remoción de madera combustible

$L_{perturbación}$  = pérdidas anuales de carbono en la biomasa debidas a perturbaciones ( $tC/año$ )

Del Segundo Inventario Forestal Nacional (1986-1995) y el Tercer Inventario Forestal Nacional (1997-2006) de Navarra se obtuvieron los incrementos de volumen anuales por estratos para las principales especies forestales presentes en los bosques navarros.

La relación entre la biomasa radical y la aérea ( $R$ ) se obtuvo de las tablas 4.4 y 4.7 de las Directrices del IPCC. Asimismo, los factores de conversión y expansión de biomasa ( $BCEF_I$ ) se obtuvieron de la tabla 4.5.

Por último, teniendo en cuenta las ecuaciones anteriores y el valor por defecto de la fracción de carbono de materia seca ( $CF$ ), obtenido de la tabla 4.3 de las Directrices del IPCC, se calculó el aumento total de las existencias de carbono en los bosques navarros debido al crecimiento de la biomasa (tC/año) para los años 1990, 2000 y 2008.

**Tabla 5.** Incremento de carbono anual en los años 1990, 2000 y 2008

Incremento total (tC/año)	1990	2000	2008
	723.161,30	810.145,65	936.495,26

A continuación, se realizó el cálculo de las pérdidas anuales de las existencias de carbono, para lo cual se agrupó por un lado las pérdidas debidas a las cortas y, por otro lado, las pérdidas como consecuencia de los incendios forestales.

Las pérdidas debidas a las cortas, se calcularon considerando la ecuación:

$$L_{cortas} = \{ H \cdot BCEF_R \cdot (1 + R) \cdot CF \}$$

Siendo,

$H$  = remociones anuales de bosques (m<sup>3</sup>/año)

$BCEF_R$  = factor de conversión y expansión de biomasa para la conversión de remociones en volumen venable a remociones totales de biomasa, incluida corteza (t biomasa/m<sup>3</sup> madera)

$R$  = relación entre la biomasa subterránea y la aérea para un tipo específico de vegetación (t biomasa subterránea/t biomasa aérea)

$CF$  = fracción de carbono de materia seca (tC / t MS)

Los datos de maderas y leñas retiradas (m<sup>3</sup>) necesarios para los cálculos de las pérdidas de carbono en los años 2000 y 2008 fueron proporcionados por la Sección de Gestión Forestal del Gobierno de Navarra. Para el año 1990 se llevó a cabo una extrapolación con los datos disponibles.

El coeficiente de relación entre la biomasa subterránea y la aérea, R, se determinó a partir de las tablas 4.12 y 4.9 de las Directrices del IPCC. Por otra parte, se identificó el factor de conversión, BDEF<sub>R</sub>, (tabla 4.5 de las Directrices del IPCC), teniendo en cuenta el nivel de existencias en crecimiento (m<sup>3</sup>) para cada una de las principales especies presentes en Navarra.

La fracción de carbono de la materia seca (CF, "carbon fraction") utilizada fue la dada por defecto en la tabla 4.3. Para llegar al valor final se debió utilizar otro factor, tomado de la Tabla 3A.1.11 de IPCC 2003, que corresponde a un valor asociado a residuos que se mantienen en los bosques después de las cortas. El dato corresponde a "Temperate Semi Natural Forests".

Así, se pudo determinar el valor de las pérdidas de carbono debidas a las cortas anuales en los bosques navarros.

**Tabla 6.** Pérdidas anuales de carbono como consecuencia de las cortas en 1990, 2000 y 2008

Año	Maderas y leñas retiradas (m <sup>3</sup> )	Pérdidas por cortas (t C/año)
1990	204.862	88.857,57
2000	231.609	110.042,14
2008	303.100	165.630,20

Las pérdidas de existencias de carbono se calcularon a partir de la siguiente ecuación:

$$L_{\text{perturbación}} = \{ A_{\text{perturbación}} \cdot B_W \cdot (1 + R) \cdot CF \cdot fd \}$$

Siendo,

$A_{\text{perturbación}}$  = superficie afectada por perturbaciones (ha/año)

$B_w$  = biomasa aérea promedio de superficies de tierra afectadas por perturbaciones (t/ha)

$R$  = relación entre la biomasa subterránea y la aérea para un tipo específico de vegetación (t biomasa subterránea/t biomasa aérea)

$CF$  = fracción de carbono de materia seca (tC / t MS)

$fd$  = fracción de biomasa perdida por perturbaciones o fracción quemada, tomada de la Tabla 3A.1.12 de IPCC 2003. El valor corresponde a "All Other Temperate Forests"

A partir de las estadísticas de incendios forestales del Ministerio de Medio Ambiente y el Tercer Inventario Forestal Nacional de Navarra, se determinó la superficie de bosques navarros afectada por los incendios forestales en los últimos años. Considerando el valor por defecto de  $CF$  (tabla 4.3 de las Directrices del IPCC) y la ecuación descrita anteriormente, se tiene el valor de las pérdidas de existencias de carbono anuales en Navarra para los años 1990, 2000 y 2008.

**Tabla 7.** Pérdidas anuales de carbono por incendios forestales en 1990, 2000 y 2008

<b>Año</b>	<b>Superficie quemada (ha)</b>	<b>Pérdidas por incendios (t C/año)</b>
1990	699,00	<b>24.304,65</b>
2000	1.018,66	<b>35.419,42</b>
2008	1.133,79	<b>39.422,56</b>

Teniendo en cuenta el incremento y pérdidas de carbono calculado anteriormente, la tabla siguiente presenta el balance de carbono para los años 1990, 2000 y 2008:

**Tabla 8.** Balance de carbono en el año 1990, 2000 y 2008

Año	Incremento (t/año)	Pérdidas cortas (t/año)	Pérdidas incendios (t/año)	TOTAL (tC/año)	TOTAL (tCO <sub>2</sub> /año)
1990	723.161,30	88.857,57	24.304,65	609.999,08	2.236.663,31
2000	810.145,65	110.042,14	35.419,42	664.684,09	2.437.174,99
2008	936.495,26	165.630,20	39.422,56	731.442,51	2.681.955,86

### Materia orgánica muerta

Según lo establecido en el método "tier" 1 del IPCC, se asume que en bosques que permanecen como tales no ocurren cambios en el reservorio de carbono en materia orgánica muerta (IPCC 2006).

### Carbono orgánico en suelo

El cambio anual en las existencias de carbono de los suelos se calcula mediante la ecuación:

$$\Delta C_{\text{Suelos}} = \Delta C_{\text{Minerales}} - L_{\text{Orgánicos}} + \Delta C_{\text{Inorgánicos}}$$

Donde:

$\Delta C_{\text{Suelos}}$  = cambio anual en las existencias de carbono de los suelos (tC/año)

$\Delta C_{\text{Minerales}}$  = cambio anual en las existencias de carbono orgánico de los suelos minerales (tC/año)

$L_{\text{Orgánicos}}$  = pérdida anual de carbono de suelos orgánicos drenados (tC/año)

$\Delta C_{\text{Inorgánicos}}$  = cambio anual en las existencias de carbono inorgánico de los suelos (tC/año)

Para el cálculo de emisiones o absorciones de carbono orgánico del suelo bajo el método “tier” 1 del IPCC, se asume que en bosques que permanecen como tales, las existencias de carbono en suelos minerales permanece constante si no hay grandes cambios en el manejo forestal, tipo de bosque o perturbaciones debidas a otras causas. Por tanto, no ocurren cambios en el reservorio de carbono en materia orgánica del suelo (IPCC 2006).

### C. CÁLULO DE EMISIONES Y ABSORCIONES EN TIERRAS QUE PASAN A SER TIERRAS FORESTALES

Dado que la información para determinar las superficies forestales en los años 1990, 2000 y 2008 proviene de los Inventarios Forestales Nacionales de Navarra, aunque es evidente que la superficie forestal ha aumentado a lo largo del tiempo, no ha sido posible determinar cual era el uso anterior de las superficies que han pasado a ser tierras forestales, con lo que el cálculo de emisiones y absorciones para este caso no ha podido ser llevado a cabo.

## 4. CONCLUSIONES

Como queda reflejado en el Anexo a este documento, el sector UTCUTS ha sido un sumidero de gases de efecto invernadero en Navarra en los años evaluados, siendo las absorciones estimadas en tierras forestales las más importantes de todas las que se producen. Los cambios en el uso del suelo sin considerar la forestación han tenido una menor incidencia en las absorciones y emisiones de gases de efecto invernadero.

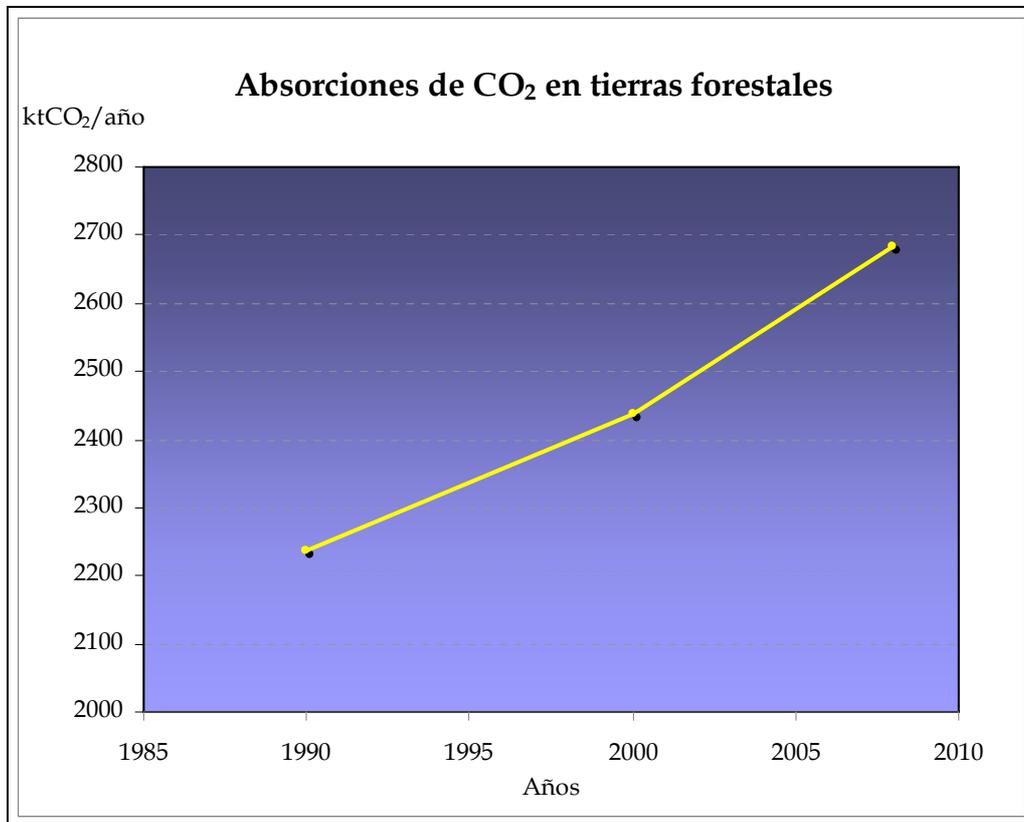
Las estimaciones para las categorías de uso del suelo aparte de las tierras forestales conllevan un alto grado de incertidumbre debido a que se utilizaron métodos de nivel 1 y a utilizar datos de actividad muy generales (sobre todo en cuanto al carbono orgánico en el suelo). Sin embargo, aún cuando el grado de incertidumbre resulta elevado, es posible concluir con alto grado de certeza que la significación de estas categorías para Navarra es escasa.

Tras el segundo inventario realizado, exclusivamente para la categoría de tierras forestales, las absorciones para los años considerados fueron:

**Tabla 9.** Balance de carbono en el año 1990, 2000 y 2008

Año	TOTAL (tC/año)	TOTAL (tCO <sub>2</sub> /año)	TOTAL (ktCO <sub>2</sub> /año)
1990	609.999,08	2.236.663,31	2.236
2000	664.684,09	2.437.174,99	2.437
2008	731.442,51	2.681.955,86	2.681

Las absorciones de CO<sub>2</sub> en la categoría “tierras forestales” muestran, como puede verse en el siguiente gráfico, una clara tendencia creciente a lo largo del tiempo, habiendo pasado de un mínimo de 2.236 ktCO<sub>2</sub> (2,2 millones de toneladas de CO<sub>2</sub>) en 1990 a un máximo de 2.681 ktCO<sub>2</sub> (2,6 millones de toneladas de CO<sub>2</sub>) en 2008:



**Gráfica 1.** Absorciones (miles de toneladas de CO<sub>2</sub> al año) en las tierras forestales de Navarra

Por tanto, a pesar de que tanto las pérdidas como consecuencia de las cortas y los incendios forestales se han incrementado en los últimos años, el aumento de la superficie forestal ha sido lo suficientemente significativo como para paliar dichas pérdidas y las absorciones de CO<sub>2</sub> en los bosques navarros han aumentado desde 1990 hasta nuestros días.

**ANEXO. Estudio inicial sobre el inventario  
del sector usos de la tierra, cambios en los  
usos de la tierra y silvicultura**

# 1. INTRODUCCIÓN

El presente inventario corresponde a la contabilización de las emisiones y remociones de gases de efecto invernadero (GEI) para la Comunidad Foral de Navarra para el sector Uso de la Tierra, Cambios en el Uso de la Tierra y Silvicultura (UTCUTS) conforme a las reglas establecidas por la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático para los estados miembros.

Este inventario se realizó como una primera aproximación, dada la información cartográfica disponible (Corine Land Cover para los años 1990 y 2000, y SIGPAC para 2006), con el fin de identificar las superficies ocupadas por los usos de suelo en los años 1990, 2000 y 2006, y las transiciones específicas ocurridas en cuanto a cambios de usos del suelo entre 1990-2000 y 2000-2006, así como las zonas climáticas y los diferentes tipos de suelo presentes en Navarra.

Como consecuencia de la heterogeneidad de la información disponible, en este Anexo se incluyen los primeros cálculos de gases de efecto invernadero realizados para todas las categorías y los cambios de uso del suelo establecidos por el IPCC, con la base cartográfica anteriormente citada.

## A. METODOLOGÍA EMPLEADA

Los inventarios se han llevado a cabo conforme a los métodos recomendados por el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC), órgano de apoyo técnico-científico a la Convención Marco. Los documentos consultados han sido:

- IPCC, (2006). Directrices del IPCC para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero.
- IPCC, (2003). Guía de Buenas Prácticas para el sector LULUCF.

## B. NIVEL DE PRECISIÓN

Con carácter general, el nivel de precisión (tier) empleado en el presente trabajo es el tier 1, ya que se utiliza el método básico y los factores de absorción o emisión por defecto proporcionados por el IPCC. Sin embargo, las estimaciones de la biomasa forestal corresponden a un tier 2, dado que se emplearon datos correspondientes al Inventario Forestal Nacional (IFN) de la Comunidad Foral de Navarra.

Si bien no se realizó un análisis de categorías claves, la información disponible permite identificar a las tierras forestales que permanecen como tales como la de mayor significación. Esta es precisamente la categoría para la cual se ha empleado un método de mayor precisión con respecto a las demás categorías. La falta de información compatible con la caracterización del uso de suelo acerca de las prácticas agrícolas y de manejo de pastizales, ha imposibilitado lograr un mayor nivel de precisión en las categorías de tierras agrícolas y de pastos. Se recomienda a Navarra obtener esta información de una manera compatible a los distintos usos de suelo según las categorías del IPCC. Adicionalmente se recomienda proceder a desarrollar un plan para la garantía y aseguramiento de la calidad del inventario.

## C. CARACTERIZACIÓN DEL USO DEL SUELO

Aunque no existe compatibilidad en la clasificación del uso del suelo de Navarra con las categorías del IPCC, se pudo realizar la conversión de una nomenclatura a otra. Gracias a la cartografía disponible de la Comunidad de Navarra, se pudo también cuantificar los cambios en el uso de suelo y, por lo tanto, cuantificar las emisiones o remociones de gases de efecto invernadero con mayor exactitud. Se recomienda la creación de un mayor número años para la representación del uso del suelo, a los efectos de identificar con precisión las transiciones en usos del suelo e información que permita estimar los cambios en los reservorios de carbono en una año anterior al año base (sería deseable un inventario para el año 1985) con el fin de estimar con mayor precisión los reservorios en el año base.

## D. VARIABLES DE ACTIVIDAD Y FACTORES DE EMISIÓN Y ABSORCIÓN

Las variables de actividad y los factores de emisión y de absorción más importantes que han sido utilizados en la elaboración del inventario son los que se detallan a continuación:

**Tabla 10.** Variables de Actividad y parámetros de cálculo empleados.

Variable de actividad	Unidad	Valor	Fuente
Uso de suelo por categoría y sub-categoría	ha	-	SIGPAC
Incremento anual de volumen	m <sup>3</sup> /ha/año	-	IFN 2 IFN 3
Maderas y leñas retiradas	m <sup>3</sup>	-	Anuario Estadístico (MARM)
Superficies afectadas por incendios forestales	ha/año	-	MMA IFN 3
Factor de conversión y expansión de biomasa (BCEF <sub>i</sub> )	tMS/m <sup>3</sup>	Frondosas: 0,90 Coníferas: 0,60	IPCC
Factor de conversión y expansión de biomasa para la conversión de remociones (BCEF <sub>R</sub> )	tMS/m <sup>3</sup>	Frondosas: 1,55 Coníferas: 0,83	IPCC
Fracción de carbono en biomasa (CF)	tC/tMS	0,47	IPCC
Existencias de carbono de referencia	tC/ha	-	IPCC
Factores relativos de cambio de existencias	-	-	IPCC

## E. RESULTADOS

El sector UTCUTS ha sido un sumidero neto de gases de efecto invernadero en Navarra para los años inventariados, siendo los bosques un factor determinante en los resultados obtenidos. Sin embargo, es importante tener en cuenta que, como consecuencia de la heterogeneidad de las fuentes cartográficas disponibles y empleadas para los diferentes años estudiados (Corine Land Cover para los años 1990 y 2000, y SIGPAC para 2006), los sumideros resultan cada vez menores. Por esta razón y dado que la categoría de tierras

forestales es la categoría más influyente en los resultados obtenido, se realizó una segunda contabilización, considerando únicamente la categoría “tierras forestales” en base a los datos aportados por los Inventarios Forestales Nacionales de Navarra disponibles hasta nuestros días.

## 2. IDENTIFICACIÓN DE ZONAS CLIMÁTICAS Y TIPOS DE SUELOS

### A. IDENTIFICACIÓN DE LAS ZONAS CLIMÁTICAS

De las ocho clases de clima posibles para climas templados, según la definición del IPCC para inventarios de Gases de Efecto Invernadero, se identificaron tres clases en Navarra:

- Templado cálido seco, cubriendo la mayor parte del territorio.
- Templado cálido húmedo, segundo en cantidad de superficie ocupada.
- Templado frío húmedo, asociado a las zonas de mayor elevación del terreno.

En base a la información cartográfica de Navarra sobre variables climáticas (temperatura media anual, precipitación total anual y evapotranspiración total anual), se asignó cada punto del territorio a una categoría específica de la nomenclatura definida por el IPCC.

La siguiente tabla presenta las superficies correspondientes a cada de las clases de clima:

**Tabla 11.** Superficie ocupada por casa tipo de clima presente en Navarra.

Clima IPCC	Total (ha)	Porcentaje (%)
Templado cálido seco	660.087,97	63,6
Templado cálido húmedo	276.566,71	26,6
Templado frío húmedo	101.911,32	9,8
<b>TOTAL</b>	<b>1.038.566</b>	<b>100,0</b>

A continuación, en la figura 1, se muestra el mapa con su distribución geográfica:

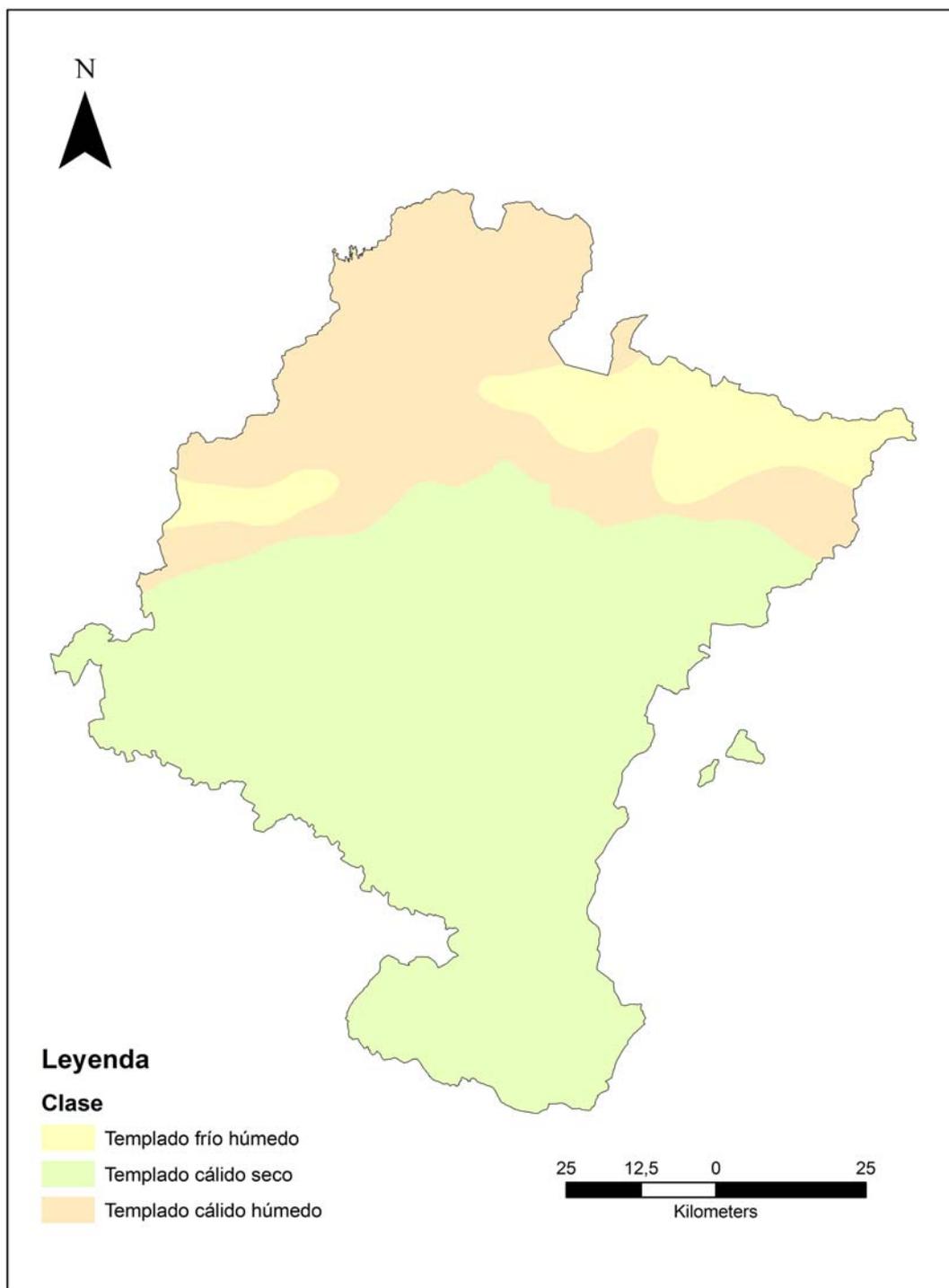


Figura 1. Zonas climáticas identificadas en el área de estudio

## B.

## C. IDENTIFICACIÓN DE LOS TIPOS DE SUELOS

El mapa de suelos basado en las categorías definidas por el IPCC revela una amplia dominancia de suelos minerales con arcillas de baja actividad. Se identificaron también suelos minerales con arcillas de alta actividad, concentrados principalmente en la región sur. El mapa se muestra en la figura 2, mientras que los datos de superficies agregadas para cada categoría se presentan en la siguiente tabla:

**Tabla 12.** Superficie ocupada por cada tipo de suelo de Navarra.

Suelo IPCC	Total (ha)	Porcentaje (%)
Suelos con arcillas de baja actividad	911.828,14	87,8
Suelos con arcillas de alta actividad	76.896,54	7,4
Otras	49.841,32	4,8
<b>TOTAL</b>	<b>1.038.566,</b>	<b>100,0</b>

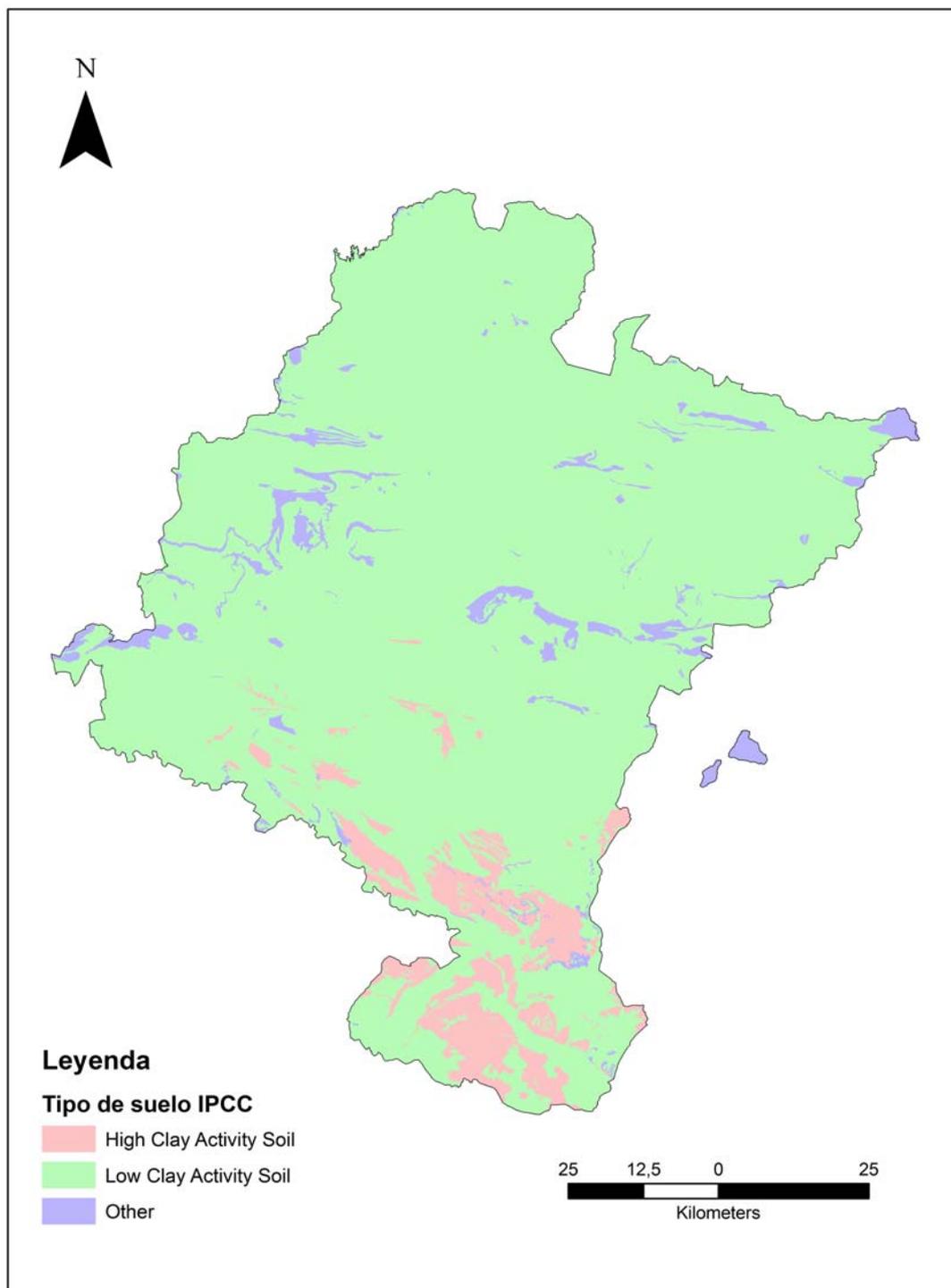


Figura 2. Tipos de suelo identificados en el área de estudio.

## D. REPRESENTACIÓN DEL USO DEL SUELO

Para la identificación de los usos del suelo se utilizaron las categorías básicas definidas por el IPCC para la realización de Inventarios de GEI:

- Tierras forestales
- Tierras agrícolas
- Pastos
- Humedales
- Asentamientos
- Otras tierras

Las sub-categorías fueron definidas en función de la clasificación específica de Navarra:

**Tabla 13.** Categorías y sub-categorías de uso de suelo.

Categoría	Sub-categorías
Forestal	Bosque de coníferas, bosque de frondosas, bosque mixto
Tierras Agrícolas	Cultivos perennes, cultivos anuales y cultivos mixtos
Pastos	Praderas o pastizales y pastos arbustivos
Humedales	Humedales
Asentamientos	Asentamientos
Otras tierras	Otras tierras

Entre 1990 y 2000 los mayores cambios se produjeron en el área forestal, de pastos y en asentamientos. La primer categoría aumenta su superficie en 4.500 ha, mientras que la categoría pastos disminuye 2.000 ha su área. La categoría asentamientos aumenta su superficie en 3.900 ha y aunque no es el mayor incremento en términos absolutos, tiene el incremento más importante en términos relativos, asciende un 146%.

Entre 2000 y 2006 ocurre nuevamente un aumento en la superficie ocupada por los asentamientos, aunque en menor medida que en el anterior periodo considerado: 2.239 ha, lo que supone un incremento de un 118,1%. La superficie ocupada por tierras agrícolas disminuyó en 2.107 ha y el resto de las categorías se mantienen relativamente constante.

A continuación, en la siguiente tabla, se muestra el resumen de los distintos usos de suelo para todos los años de estudio.

**Tabla 14.** Superficie (ha) de las distintas categorías y sub-categorías de uso de suelo en Navarra en los años 1990, 2000 y 2006.

Clase de uso de suelo	1990	2000	2006
<b>Tierras forestales</b>	328.357	332.996	332.267
Bosque de coníferas	68.378	71.582	71.348
Bosque de frondosas	196.170	198.345	198.029
Bosque mixto	63.809	63.068	62.890
<b>Tierras agrícolas</b>	451.146	444.796	442.680
Cultivos anuales	282.143	278.568	276.787
Cultivos perennes	9.778	14.281	14.251
Cultivos mixtos	159.225	151.947	151.643
<b>Tierras de pastos</b>	234.978	232.953	232.687
Pastizal arbustivo	171.620	170.535	170.330
Praderas y pastizales	63.358	62.418	62.356
<b>Humedales</b>	2.738	2.860	3.183
<b>Asentamientos</b>	8.451	12.367	14.606
<b>Otras</b>	12.896	12.594	13.144
<b>TOTAL</b>	<b>1.038.566</b>	<b>1.038.566</b>	<b>1.038.566</b>

Los mapas de usos de suelo de cada año, así como los cambios de uso en los periodos considerados, junto con las tablas resumen se muestran a continuación:

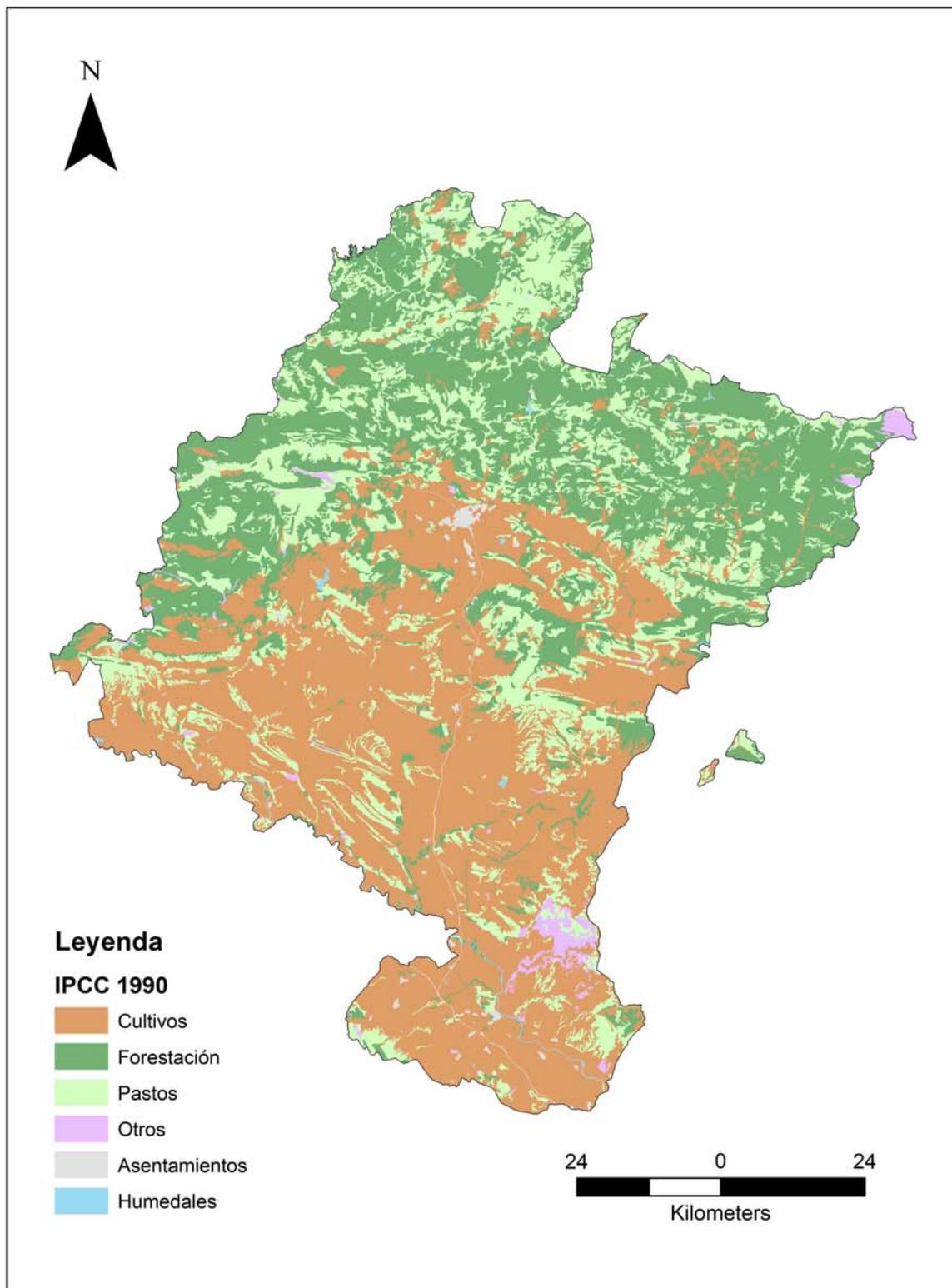


Figura 3. Uso de suelo 1990.

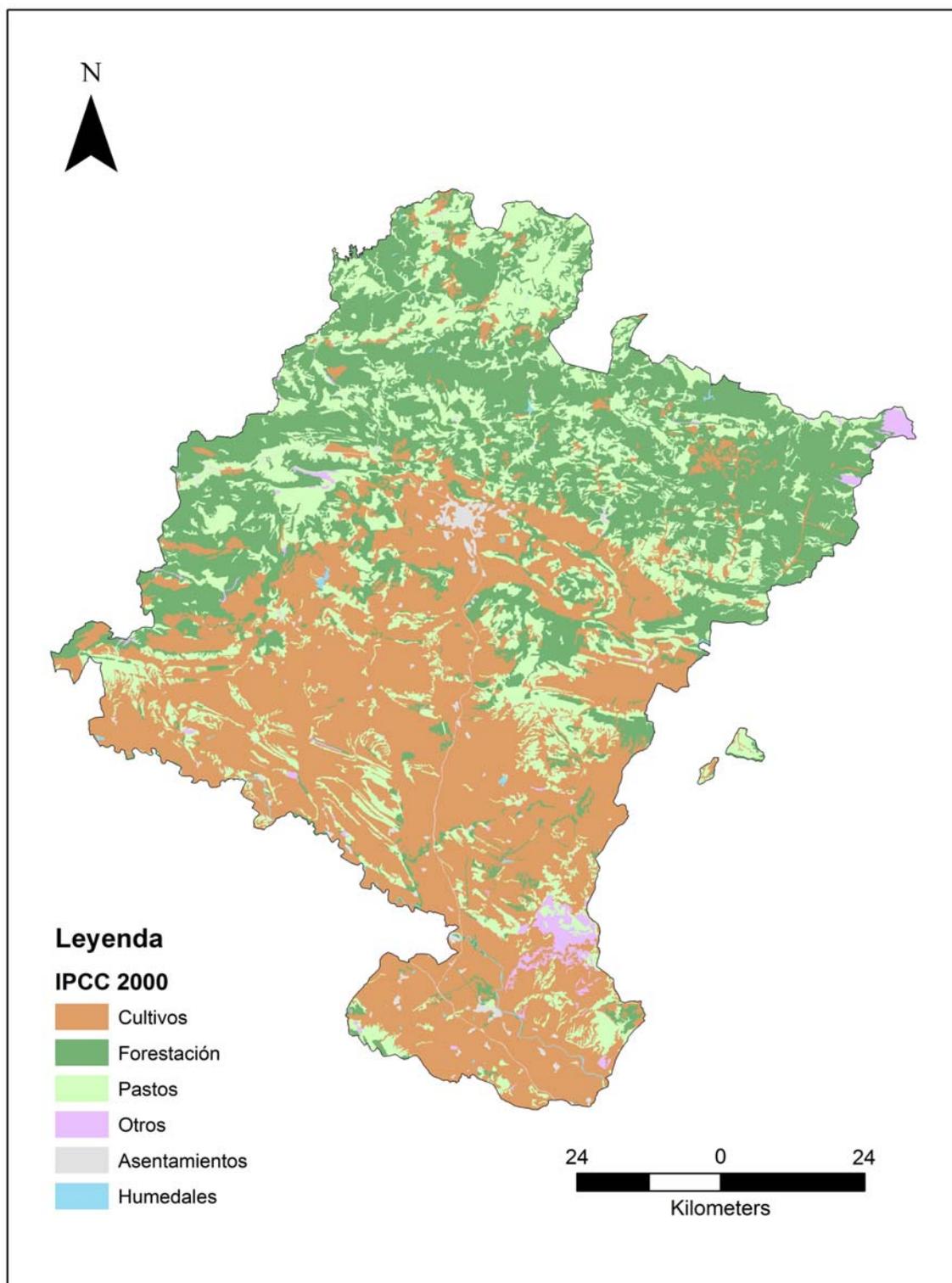


Figura 4. Uso de suelo 2000.

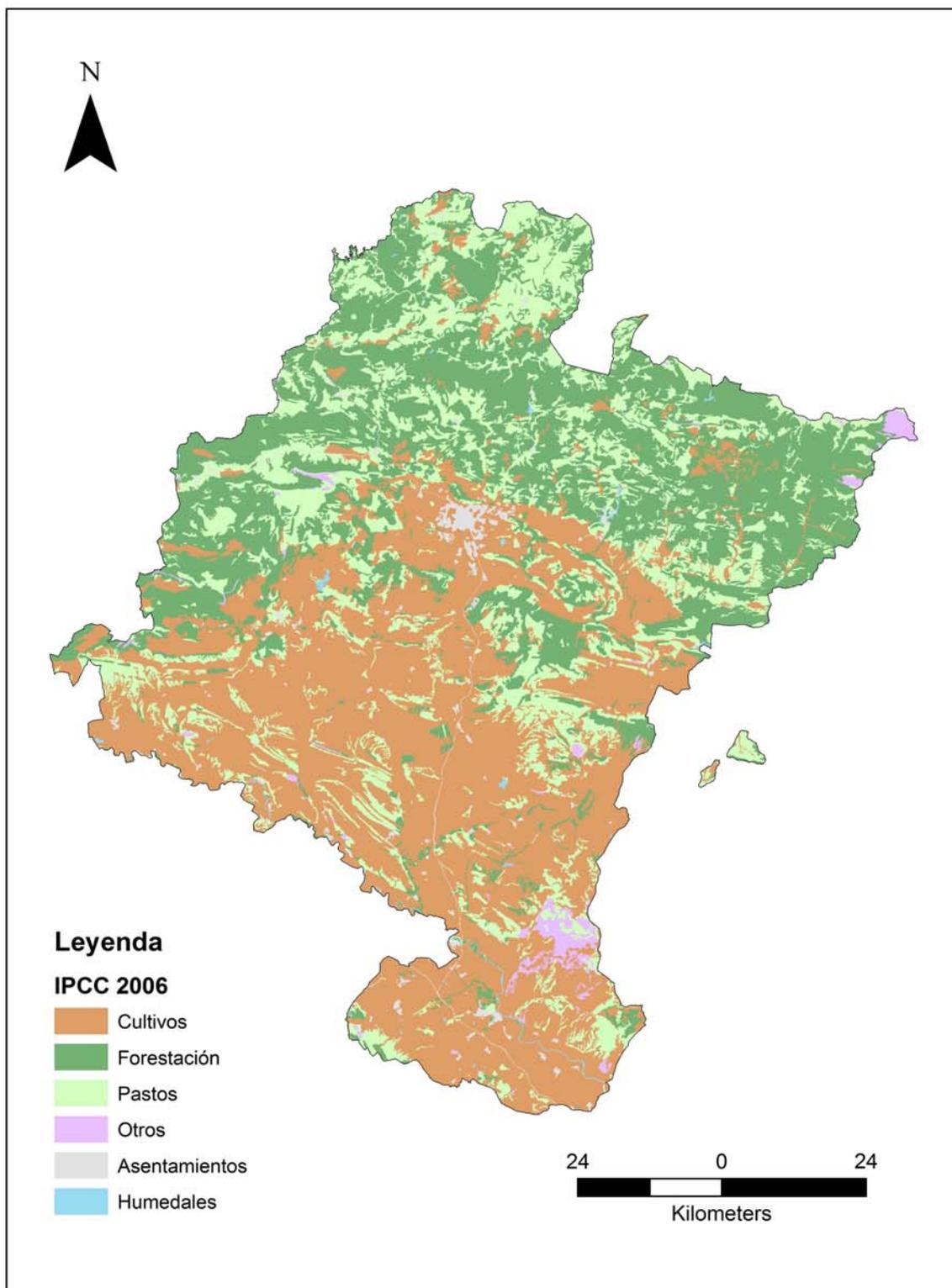
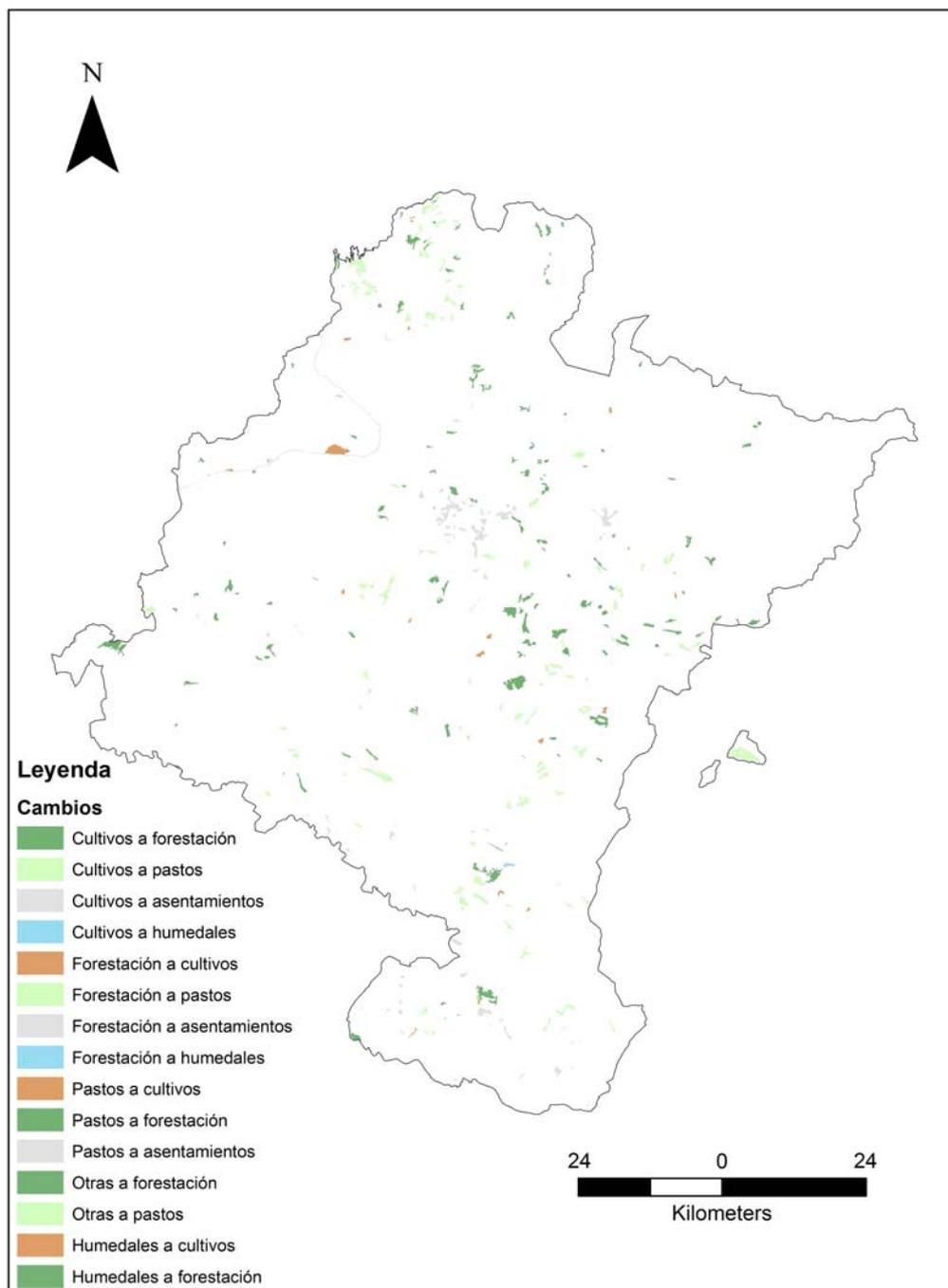


Figura 5. Uso de suelo 2006.



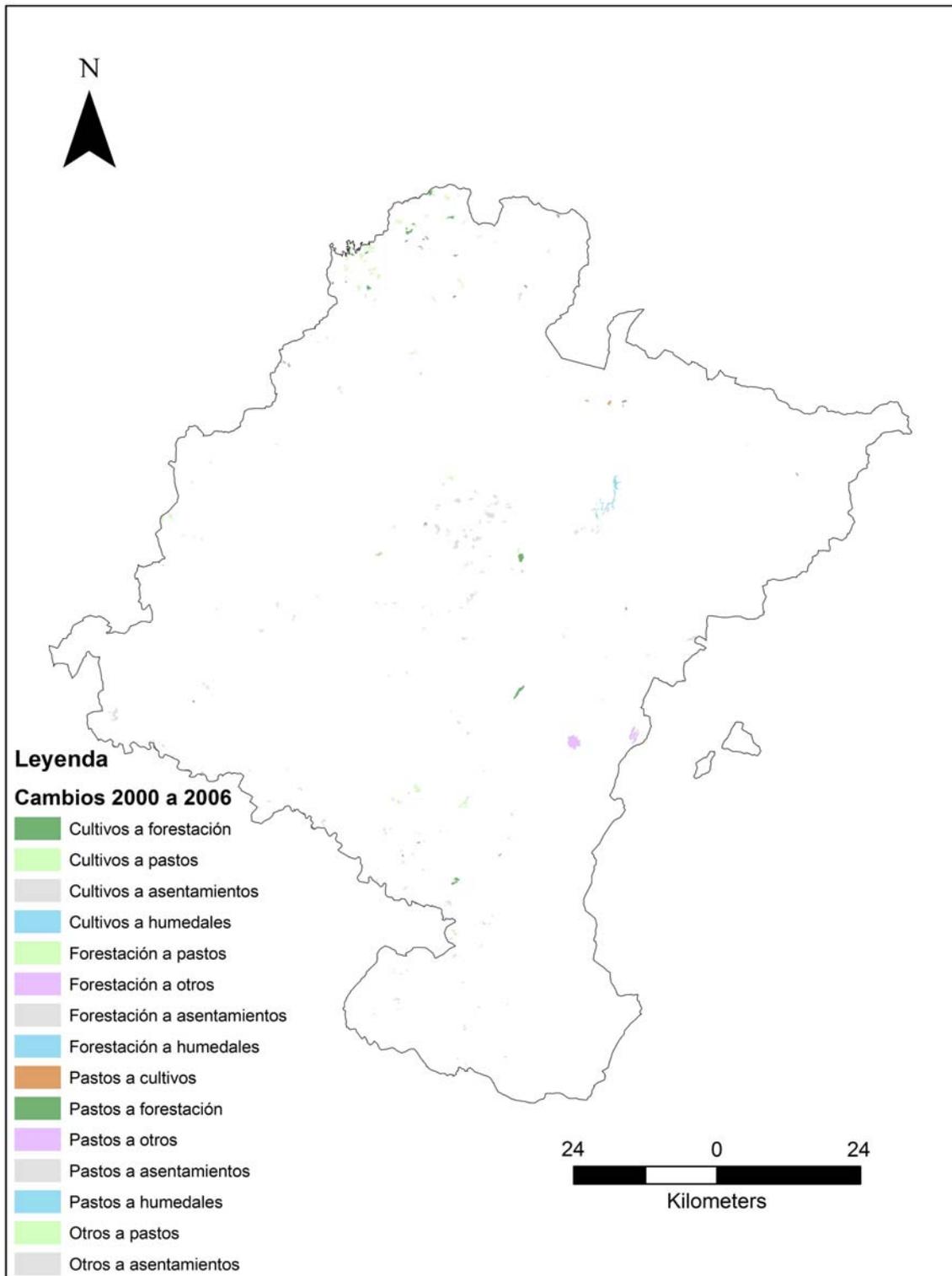
**Figura 6.** Cambios de uso de suelo entre 1990 y 2000

**Tabla 15.** Cambios de uso de suelo entre 1990 y 2000.

Clase de Uso de Suelo 1990-2000	Superficie	Porcentaje <sup>3</sup>
Pastos a bosques	8.611,5	0,83
Cultivos a pastos	4.249,9	0,41
Bosques a pastos	3.758,6	0,36
Cultivos a asentamientos	3.174,7	0,31
Pastos a cultivos	1.052,4	0,10
Pastos a asentamientos	552,4	0,05
Bosques a asentamientos	290,7	0,03
Otros a bosques	192,4	0,02
<b>TOTAL</b>	<b>21.882,6</b>	<b>2,11</b>

---

<sup>3</sup> Para el cálculo de emisiones y remociones de gases de efecto invernadero se tomaron en cuenta solamente los cambios de uso de suelo mayores al 0,01% en relación al área total de la Comunidad Foral de Navarra.



**Figura 7.** Cambios de uso de suelo entre 2000 y 2006**Tabla 16.** Cambio de uso de suelo entre 2000 y 2006

Clase de Uso de Suelo 2000-2006	Superficie	Porcentaje <sup>4</sup>
Cultivos a asentamientos	1.853,6	0,18
Bosques a pastos	1.055,2	0,10
Pastizales a bosques	829,5	0,08
Pastos a otros	292,4	0,03
Bosques a otros	288,0	0,03
Pastos a asentamientos	230,3	0,02
Cultivos a pastos	182,4	0,02
<b>TOTAL</b>	<b>4.731,4</b>	<b>0,46</b>

---

<sup>4</sup> Para el cálculo de emisiones y remociones de gases de efecto invernadero se tomaron en cuenta solamente los cambios de uso de suelo mayores al 0,01% en relación al área total de la Comunidad Foral de Navarra.

### 3. EMISIONES DE GEI SEGÚN USOS Y CAMBIOS DE USO DE LA TIERRA

La estimación de los cambios en los reservorios de carbono en actividades de uso del suelo y silvicultura se llevó a cabo mediante el procedimiento dado por el IPCC<sup>5</sup> para métodos de nivel 1 ("tier" 1). Los datos de superficie se obtuvieron de una base de datos realizada en toda España, denominada SIGPAC (formato SIG) y Corine Land Cover. En cuanto a los valores de incremento y densidad de la masa boscosa, se obtuvieron a partir del Segundo y Tercer Inventario Forestal Nacional de Navarra.

En las siguientes secciones se muestran las estimaciones siguiendo las directrices de 2006 del IPCC. En este sentido, para cada categoría básica de uso del suelo, se han calculado separadamente los cambios en los reservorios de carbono para las áreas que permanecen bajo la misma categoría de aquellos que ocurren en áreas que han cambiado de uso hacia la categoría correspondiente.

#### A. TIERRAS FORESTALES

Las superficies (en hectáreas) ocupadas por tierras forestales en los años 1990, 2000 y 2006 se presentan a continuación:

**Tabla 17.** Superficie (ha) de tierras forestales en Navarra en los años 1990, 2000 y 2006

Clase de uso de suelo	1990	2000	2006
Tierras forestales	328.356,8	332.995,7	332.266,5

<sup>5</sup> IPCC (2006). Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: volume 4: agriculture, forestry and other land use

## TIERRAS QUE PERMANECEN COMO FORESTALES

El cálculo de las emisiones/absorciones se desarrolló en base a la metodología empleada en las Directrices del IPCC<sup>6</sup> de 1996 para Inventarios Nacionales de Gases Efecto Invernadero (Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories) y la Guía de Buenas Prácticas para el Uso de la Tierra, el Cambio de Uso de la Tierra y la Silvicultura (Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry, 2003 - GPG-2003).

Así, la variación anual de las reservas de carbono se muestra en la ecuación:

$$\Delta C = (\Delta C_B + \Delta C_{DOM} + \Delta C_{Suelos})$$

Siendo:

$\Delta C$  : variación anual de las reservas de carbono en las tierras forestales que siguen siendo tierras forestales (tC/año)

$\Delta C_B$  : variación anual de las reservas de carbono en la biomasa viva en las tierras forestales que siguen siendo tierras forestales (tC/año)

$\Delta C_{DOM}$  : variación anual de las reservas de carbono en la materia orgánica muerta en las tierras forestales que siguen siendo tierras forestales (tC/año)

$\Delta C_{Suelos}$  : variación anual de las reservas de carbono en los suelos en las tierras forestales que siguen siendo tierras forestales (tC/año)

### Biomasa

El cambio anual de las existencias de carbono en biomasa en tierras forestales que permanecen siendo tierras forestales ( $\Delta C_B$ ) se llevó a cabo mediante el método de pérdidas y ganancias, restando la pérdida de carbono de la biomasa a la ganancia. Así pues:

---

<sup>6</sup> IPCC (2003), Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry

$$\Delta C_B = \Delta C_G - \Delta C_L$$

Siendo:

$\Delta C_G$  = aumento total de las existencias de carbono debido al crecimiento de la biomasa (tC/año)

$\Delta C_L$  = reducción anual de las existencias de carbono debida a la pérdida de biomasa (tC/año)

El cálculo del aumento total de las existencias de carbono como consecuencia del crecimiento de la biomasa ( $\Delta C_G$ ) se realizó teniendo en cuenta la ecuación:

$$\Delta C_G = \sum_{i,j} (A_{i,j} \cdot G_{TOTALi,j} \cdot CF_{i,j})$$

Siendo,

$$G_{TOTAL} = \sum \{ G_W \cdot (1+R) \}$$

$$G_{TOTAL} = \sum \{ I_V \cdot BCEF_I \cdot (1+R) \}$$

$A$  = área de tierra que permanece en la misma categoría de uso (ha)

$G_{TOTAL}$  = crecimiento medio anual de la biomasa (t MS · ha<sup>-1</sup> · año<sup>-1</sup>)

$G_W$  = promedio del crecimiento anual de la biomasa aérea para un tipo específico de vegetación boscosa (t MS · ha<sup>-1</sup> · año<sup>-1</sup>)

$R$  = relación entre la biomasa subterránea y la aérea para un tipo específico de vegetación (t biomasa subterránea/t biomasa aérea)

$CF$  = fracción de carbono de materia seca (tC / t MS)

$I_V$  = incremento anual neto promedio para un tipo de vegetación específica ( $\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{año}^{-1}$ )

$BCEF_I$  = factor de conversión y expansión de biomasa para la conversión del incremento anual neto en volumen (incluyendo corteza) a crecimiento de biomasa aérea para un tipo de vegetación específica ( $\text{t}/\text{m}^3$  de incremento anual promedio)

Por otra parte, para el cálculo de la reducción de las existencias de carbono ( $\Delta C_L$ ), se empleó la ecuación:

$$\Delta C_L = L_{\text{remoción-bosques}} + L_{\text{madera-combustible}} + L_{\text{perturbación}}$$

Donde:

$L_{\text{remoción-bosques}}$  = pérdida anual de carbono debida a remoción de boques ( $\text{tC}/\text{año}$ )

$L_{\text{madera-combustible}}$  = pérdida anual de carbono en la biomasa debida a remoción de madera combustible

$L_{\text{perturbación}}$  = pérdidas anuales de carbono en la biomasa debidas a perturbaciones ( $\text{tC}/\text{año}$ )

Para el cálculo del aumento de existencias de carbono, se utilizaron los datos aportados por el Segundo Inventario Forestal Nacional (1986-1995) y el Tercer Inventario Forestal Nacional (1997-2006) de Navarra, teniendo en cuenta las ecuaciones anteriores.

De dichos inventarios se obtuvieron los incrementos de volumen anuales por estratos para las principales especies forestales presentes en los bosques navarros.

La relación entre la biomasa radical y la aérea ( $R$ ) se obtuvo de las tablas 4.4 y 4.7 de las Directrices del IPCC. Asimismo, los factores de conversión y expansión de biomasa ( $BCEF_I$ ) se obtuvieron de la tabla 4.5.

Por último, teniendo en cuenta las ecuaciones anteriores y el valor por defecto de la fracción de carbono de materia seca ( $CF$ ), obtenido de la tabla 4.3 de las Directrices del IPCC, se calculó el aumento total de las existencias de carbono en los bosques navarros debido al crecimiento de la biomasa (tC/año) para los años 1990, 2000 y 2006.

**Tabla 18.** Incremento de carbono anual en los años 1990, 2000 y 2006

Incremento total (tC/año)	1990	2000	2006
	637.516,77	574.967,04	581.813,10

A continuación, se realizó el cálculo de las pérdidas anuales de las existencias de carbono, para lo cual se agrupó por un lado las pérdidas debidas a las cortas y, por otro lado, las pérdidas como consecuencia de los incendios forestales.

Las pérdidas debidas a las cortas, se calcularon considerando la ecuación:

$$L_{cortas} = \{ H \cdot BCEF_R \cdot (1 + R) \cdot CF \}$$

Siendo,

$H$  = remociones anuales de bosques (m<sup>3</sup>/año)

$BCEF_R$  = factor de conversión y expansión de biomasa para la conversión de remociones en volumen venable a remociones totales de biomasa, incluida corteza (t biomasa/m<sup>3</sup> madera)

$R$  = relación entre la biomasa subterránea y la aérea para un tipo específico de vegetación (t biomasa subterránea/t biomasa aérea)

$CF$  = fracción de carbono de materia seca (tC / t MS)

Los datos de maderas y leñas retiradas ( $m^3$ ) de 2000 y 2006 fueron proporcionados por la Sección de Gestión Forestal del Gobierno de Navarra. Para el año 1990 se llevó a cabo una extrapolación con los datos disponibles.

El coeficiente de relación entre la biomasa subterránea y la aérea,  $R$ , se determinó a partir de las tablas 4.12 y 4.9 de las Directrices del IPCC. Por otra parte, se identificó el factor de conversión,  $BDEF_R$ , (tabla 4.5 de las Directrices del IPCC), teniendo en cuenta el nivel de existencias en crecimiento ( $m^3$ ) para cada una de las principales especies presentes en Navarra.

La fracción de carbono de la materia seca ( $CF$ , "carbon fraction") utilizada fue la dada por defecto en la tabla 4.3. Para llegar al valor final se debió utilizar otro factor, tomado de la Tabla 3A.1.11 de IPCC 2003, que corresponde a un valor asociado a residuos que se mantienen en los bosques después de las cortas. El dato corresponde a "Temperate Semi Natural Forests".

Así, se pudo determinar el valor de las pérdidas de carbono debidas a las cortas anuales en los bosques navarros.

**Tabla 19.** Pérdidas anuales de carbono como consecuencia de las cortas en 1990

Año	Maderas y leñas retiradas ( $m^3$ )	Pérdidas por cortas (t C/año)
1990	204.862	88.857,57
2000	231.609	110.042,14
2006	233.863	137.176,95

Las pérdidas de existencias de carbono se calcularon a partir de la siguiente ecuación:

$$L_{\text{perturbación}} = \{ A_{\text{perturbación}} \cdot B_w \cdot (1 + R) \cdot CF \cdot fd \}$$

Siendo,

$A_{\text{perturbación}}$  = superficie afectada por perturbaciones (ha/año)

$B_w$  = biomasa aérea promedio de superficies de tierra afectadas por perturbaciones (t/ha)

$R$  = relación entre la biomasa subterránea y la aérea para un tipo específico de vegetación (t biomasa subterránea/t biomasa aérea)

$CF$  = fracción de carbono de materia seca (tC / t MS)

$fd$  = fracción de biomasa perdida por perturbaciones o fracción quemada, tomada de la Tabla 3A.1.12 de IPCC 2003. El valor corresponde a "All Other Temperate Forests"

A partir de las estadísticas de incendios forestales del Ministerio de Medio Ambiente y el Tercer Inventario Forestal Nacional de Navarra, se determinó la superficie de bosques navarros afectada por los incendios forestales en los últimos años.

Considerando el valor por defecto de  $CF$  (tabla 4.3 de las Directrices del IPCC) y la ecuación descrita anteriormente, se tiene el valor de las pérdidas de existencias de carbono anuales en Navarra para los años 1990, 2000 y 2006.

**Tabla 20.** Pérdidas anuales de carbono por incendios forestales en 1990, 2000 y 2006

Año	Superficie quemada (ha)	Pérdidas por incendios (t C/año)
1990	699,00	24.304,65
2000	1.018,66	35.419,42
2006	2.243,35	78.002,63

Teniendo en cuenta el incremento y pérdidas de carbono calculado anteriormente, la tabla siguiente presenta el balance de carbono para los años 1990, 2000 y 2006:

**Tabla 21.** Balance de carbono en el año 1990, 2000 y 2006

Año	Incremento (t/año)	Pérdidas cortas (t/año)	Pérdidas incendios (t/año)	TOTAL (tC/año)	TOTAL (tCO <sub>2</sub> /año)
1990	637.516,77	88.857,57	24.304,65	524.354,56	1.922.633,38
2000	574.967,04	110.042,14	35.419,42	429.505,48	1.574.853,43
2006	581.813,10	137.176,95	78.002,63	366.633,52	1.344.322,92

### Materia orgánica muerta

Según lo establecido en el método "tier" 1 del IPCC, se asume que en bosques que permanecen como tales no ocurren cambios en el reservorio de carbono en materia orgánica muerta (IPCC 2006).

### Carbono orgánico en suelo

El cambio anual en las existencias de carbono de los suelos se calculó mediante la ecuación:

$$\Delta C_{Suelos} = \Delta C_{Minerales} - L_{Orgánicos} + \Delta C_{Inorgánicos}$$

Donde:

$\Delta C_{Suelos}$  = cambio anual en las existencias de carbono de los suelos (tC/año)

$\Delta C_{Minerales}$  = cambio anual en las existencias de carbono orgánico de los suelos minerales (tC/año)

$L_{Orgánicos}$  = pérdida anual de carbono de suelos orgánicos drenados (tC/año)

$\Delta C_{Inorgánicos}$  = cambio anual en las existencias de carbono inorgánico de los suelos (tC/año)

Se utilizó la información proporcionada por la cartografía digital de Navarra para el cálculo de emisiones o absorciones de carbono orgánico del suelo bajo el método “tier” 1 del IPCC, se asume que en bosques que permanecen como tales no ocurren cambios en el reservorio de carbono en materia orgánica del suelo (IPCC 2006). Teniendo en cuenta la información sobre el uso de la tierra y el nivel de precisión utilizado, se realizó una matriz de uso de suelo para el cálculo de las emisiones o absorciones de carbono orgánico del suelo (COS) que se puede observar en el Anexo I a este documento.

Para este caso se estimaron cambios en la cantidad total del reservorio de carbono orgánico debidos a cambios en la superficie de suelos que permanecen como bosques.

Para calcular los cambios de stocks de carbono orgánico en suelos (SOC) en suelos minerales se utiliza la ecuación:

$$\Delta C_{P_{\text{Minerales}}} \text{ (tC / año)} = \frac{(SOC_0 - SOC_{(0-T)}) \cdot S}{D}$$

Siendo:

$$SOC = \sum_{c,s,i} (SOC_{REF_{c,s,i}} \cdot F_{LU_{c,s,i}} \cdot F_{MG_{c,s,i}} \cdot F_{I_{c,s,i}} \cdot A_{c,s,i})$$

Donde:

$SOC_0$  = reservas de carbono orgánico en el suelo en el año del inventario (tC/ha)

$SOC_{(0-T)}$  = reservas de carbono orgánico en el suelo T años antes del inventario (tC/ha)

D= periodo de variación incremental neta de carbono. Valor por defecto para el “Nivel 1”: 20 años.

$S$  = superficie de tierras convertidas a tierras forestales (ha)

$SOC_{REF}$  = reservas de carbono de referencia (tC/ha)

$F_{LU}$  = factor de variación de las reservas para un tipo de uso de la tierra o cambio de uso de la tierra (adimensional)

$F_{MG}$  = factor de variación de las reservas para un régimen de gestión (adimensional)

$F_I$  = factor de variación de las reservas para el aporte de materia orgánica (adimensional)

$A$  = superficie de tierra del estrato que se estima (ha). Toda la tierra del estrato debe tener condiciones biofísicas (es decir, clima, y tipo de suelo) y una historia de gestión durante el periodo de inventario en común para que se la pueda considerar en su conjunto con fines analíticos.

Todos los factores de variación para esta categoría se asumen como 1, debido a que no existen cambios en el uso, mejoramientos o entradas por aporte de materia orgánica.

También se asumió que la totalidad de los suelos se encuentran en la zona de clima templado cálido. En cuanto a los tipos de suelos, considerando que los suelos navarros son predominantemente minerales, con arcillas de baja actividad, se asumió que se encuentran sobre los mismos.

Teniendo en cuenta esas suposiciones:

$$SOC_{REF} = 40,34 tC / ha$$

Este valor se modificó en función de los tres coeficientes citados anteriormente, considerando que los bosques se mantienen bajo las mismas condiciones, el valor de referencia no se ve afectado, pero existen cambios en el COS debido a cambios de superficie.

**Tabla 22.** Absorciones de carbono del suelo en tierras que permanecen como bosques

Categoría	1990	2000	2006
Absorciones (tC/año)	0,0	-7.885,8	-7.885,8

Como entre los años 1990 y 2000 existe un incremento de superficie forestal, no se registran pérdidas de carbono de las tierras que se mantienen como bosques. El valor negativo nos muestra se absorben 7.885,8 toneladas de carbono que equivalen a 28.914,6 tCO<sub>2</sub>-eq.

## TIERRAS QUE PASAN A SER TIERRAS FORESTALES

Las superficies que pasaron a ser tierras forestales en los periodos 1990 - 2000 y 2000 - 2006 son:

**Tabla 23.** Cambios de uso de suelo de 1990 a 2000 y de 2000 a 2006

Cambios de uso del suelo	Superficie (ha) 1990-2000	Superficie (ha) 2000-2006
Pastos a tierras forestales	8.611,5	829,5
Otras tierras a tierras forestales	192,4	-

## Biomasa

El cambio de existencias de carbono de la biomasa en las tierras convertidas en tierras forestales debe estimarse utilizando la siguiente ecuación (tier 2):

$$\Delta C_B = \Delta C_G + \Delta C_{CONVERSIÓN} - \Delta C_L$$

$\Delta C_B$  = cambio anual en las existencias de carbono de la biomasa en tierras convertidas a otra categoría de uso de tierra (tC/año)

$\Delta C_G$  = incremento anual en las existencias de carbono de la biomasa debido a crecimiento en tierras convertidas a otra categoría de uso de la tierra (tC/año)

$\Delta C_{CONVERSIÓN}$  = cambio inicial en las existencias de carbono de la biomasa en tierras convertidas a otra categoría de uso de la tierra (tC/año)

$\Delta C_L$  = reducción anual en las existencias de carbono de la biomasa debida a pérdidas producidas por cosechas, recogida de madera combustible y perturbaciones en tierras convertidas a otra categoría de uso de la tierra (tC/año)

Para el cálculo del incremento anual en las existencias de carbono, se consideran las mismas ecuaciones que en el caso de las tierras forestales que permanecen como tales:

$$\Delta C_G = \sum_{i,j} (A_{i,j} \cdot G_{TOTALi,j} \cdot CF_{i,j})$$

Siendo,

$$G_{TOTAL} = \sum \{ G_W \cdot (1 + R) \}$$

$$G_{TOTAL} = \sum \{ I_V \cdot BCEF_I \cdot (1 + R) \}$$

$A$  = área de tierra que permanece en la misma categoría de uso (ha)

$G_{TOTAL}$  = crecimiento medio anual de la biomasa (t MS · ha<sup>-1</sup> · año<sup>-1</sup>)

$G_W$  = promedio del crecimiento anual de la biomasa aérea para un tipo específico de vegetación boscosa (t MS · ha<sup>-1</sup> · año<sup>-1</sup>)

$R$  = relación entre la biomasa subterránea y la aérea para un tipo específico de vegetación (t biomasa subterránea/t biomasa aérea)

$CF$  = fracción de carbono de materia seca (tC / t MS)

$I_V$  = incremento anual neto promedio para un tipo de vegetación específica ( $m^3 \cdot ha^{-1} \cdot año^{-1}$ )

$BCEF_I$  = factor de conversión y expansión de biomasa para la conversión del incremento anual neto en volumen (incluyendo corteza) a crecimiento de biomasa aérea para un tipo de vegetación específica ( $t/m^3$  de incremento anual promedio)

Para el "Tier 1", se supone que se pierde toda la biomasa del ecosistema anterior, justo después de la conversión, incluso si no hay un cambio abrupto:

$$\Delta C_{CONVERSIÓN} = \sum_i \{ (B_{DESPUÉS_i} - B_{ANTES_i}) \cdot \Delta A_{A_OTRAS_i} \} \cdot CF$$

$B_{DESPUÉS_i}$  = existencias de biomasa en el tipo de tierra  $i$  inmediatamente después de la conversión (t MS/ha)

$B_{ANTES_i}$  = existencias de biomasa en el tipo de tierra  $i$  antes de la conversión (t MS/ha)

$\Delta A_{A_OTRAS_i}$  = superficie de uso de la tierra  $i$  convertida a otra categoría de uso de la tierra en un año dado (ha/año)

$CF$  = fracción de carbono de materia seca (tC/t MS)

$i$  = tipo de uso de la tierra convertido a otra categoría de uso de la tierra.

Bajo el método "tier" 1 del IPCC, se asume que las existencias de biomasa antes de la conversión están en un régimen más o menos constante, es decir, la acumulación de carbono debida al crecimiento vegetal se equilibra con las pérdidas debidas al pastoreo, la descomposición y el fuego.

Por tanto, teniendo en cuenta la ecuación anterior, entre 1990 y 2000:

$$\Delta C_{CONVERSIÓN\ 1990-2000} = \sum_i \left\{ (B_{DESPUÉS_i} - B_{ANTES_i}) \cdot \Delta A_{A\_OTRAS_i} \right\} \cdot CF$$

$$\Delta C_{CONVERSIÓN\ 1990-2000} = 3,7\ tMS / ha \cdot 8.611,5\ ha \cdot 0,47\ tC / tMS$$

$$\Delta C_{CONVERSIÓN\ 1990-2000} = 14.975,39\ tC / ha \text{ remociones que se dan a lo largo de 20 años.}$$

Entre 2000 y 2006:

$$\Delta C_{CONVERSIÓN\ 2000-2006} = 3,7\ tMS / ha \cdot 829,5\ ha \cdot 0,47\ tC / tMS$$

$$\Delta C_{CONVERSIÓN\ 2000-2006} = 1.442,50\ tC / ha \text{ remociones que se dan a lo largo de 20 años.}$$

Tanto en los cambios de 1990 a 2000 como de 2000 a 2006 se presenta el valor en términos absolutos, como son remociones de carbono de la atmósfera a un bosque, se deben presentar como valores negativos. Como los cambios de carbono de una superficie determinada suceden a lo largo de 20 años, en el 2006 se vuelven a sumar los cambios producidos entre 1990 y 2000.

Para las tierras convertidas de “otras tierras a tierras forestales” se puede proceder de la misma manera y así calcular las emisiones o remociones de gases de efecto invernadero (el resultado se puede observar en la tabla resumen).

### **Materia orgánica muerta**

El cambio anual en las existencias de carbono en madera muerta y hojarasca debido a la conversión de pastos a tierras forestales se calculó a partir de la ecuación:

$$\Delta C_{DOM} (tC / año) = \frac{(C_n - C_o) \cdot A_{on}}{T_{on}}$$

Donde:

$C_0$  = existencias de madera/hojarasca, bajo la categoría anterior de uso de la tierra (tC/ha)

$C_n$  = existencias de madera/hojarasca, bajo la nueva categoría de uso de la tierra (tC/ha)

$A_{on}$  = superficie sometida a la conversión de la anterior a la nueva categoría de uso de la tierra (ha)

$T_{on}$  = lapso en el que se produce la transición de la anterior a la nueva categoría de uso de la tierra (año).

En el "nivel 1", se supone que las existencias de carbono en depósitos de madera muerta y hojarasca en tierras no forestales equivalen a cero y que el carbono en los depósitos de materia orgánica muerta se incrementa linealmente al valor de los bosques maduros durante un lapso de tiempo establecido (por defecto, 20 años).

Así pues, las existencias de madera/hojarasca, bajo la categoría anterior de uso de la tierra ( $C_0$ ) son cero. Por otra parte, teniendo en cuenta los valores por defecto del Nivel 1 para las existencias de madera/hojarasca de la tabla 2.2 de las Directrices del IPCC y considerando un valor medio,  $C_n$  tiene un valor de 20,3 tC/ha.

Por tanto:

$$\Delta C_{DOM} (tC / año)_{1990-2000} = \frac{20,3 \cdot 8.611,5}{20} = 8.740,67 tC / ha$$

$$\Delta C_{DOM} (tC / año)_{2000-2006} = \frac{20,3 \cdot 829,5}{20} = 841,94 tC / ha$$

Al igual que los cálculos anteriores, al ser remociones de carbono de la atmósfera hacia un sistema forestal, las toneladas de carbono deben ser expresadas en valor negativo.

Las tierras convertidas a bosques desde otras tierras también absorben carbono de la atmósfera a través del incremento de la materia orgánica muerta, y se puede calcular de igual manera que el caso anterior.

$$\Delta C_{DOM} (tC / año)_{1990-2000} = \frac{20,3 \cdot 192,4}{20} = 195,28 tC / ha$$

### Carbono orgánico en suelo

Para el cálculo de absorciones de carbono orgánico del suelo se procedió de la misma manera que en el capítulo anterior. Así pues, entre 2000 y 2006 se remueven 9.356,6 toneladas de carbono de la atmósfera por superficie cambiada a bosques en cada uno de estos años.

**Tabla 24.** Absorciones de carbono del suelo en tierras que pasan a forestales

Categoría	1990	2000	2006
Absorciones (tC/año)	0,0	-9.356,6	-9.356,6

## B. TIERRAS AGRÍCOLAS

La superficie (en hectáreas) ocupada por tierras agrícolas en los años 1990, 2000 y 2006 se presentan en la siguiente tabla:

**Tabla 25.** Superficie (ha) de tierras agrícolas en Navarra en los años 1990, 2000 y 2006

Clase de Uso de Suelo	1990	2000	2006
-----------------------	------	------	------

Tierras agrícolas	451.146,4	444.796,1	442.680,5
-------------------	-----------	-----------	-----------

## TIERRAS AGRÍCOLAS QUE PERMANECEN COMO TALES

Se incluyen en los cultivos agrícolas todos los cultivos anuales y permanentes, así como las tierras en barbecho (tierras que se dejan sin cultivar durante uno o más años para su descanso).

Los cultivos anuales están constituidos por plantas herbáceas de ciclo anual, tales como cereales, legumbres, tubérculos, cultivos industriales y cultivos forrajeros. Por otra parte, los cultivos permanentes están formados por plantas leñosas de ciclo plurianual tales como el olivar, el viñedo y los frutales.

### Biomasa

El cambio anual de las existencias de carbono en biomasa en tierras agrícolas que permanecen siendo tierras agrícolas se calcula mediante la ecuación:

$$\Delta C_B = \Delta C_G - \Delta C_L$$

Siendo,

$\Delta C_B$  = cambio anual en las existencias de carbono de la biomasa (tC/año)

$\Delta C_G$  = aumento anual de las existencias de carbono debido al crecimiento de la biomasa (tC/año)

$\Delta C_L$  = reducción anual de las existencias de carbono debida a la pérdida de biomasa (tC/año)

Se estima que para los cultivos anuales herbáceos el carbono contenido en la biomasa se recicla anualmente, ya que se considera despreciable la fracción de residuo de la biomasa que puede descomponerse in situ e incorporarse al suelo. Por tanto, el cambio en la biomasa sólo se considera para cultivos leñosos perennes (IPCC, 2006).

Siguiendo las hipótesis de “nivel 1”, todo el carbono de la biomasa leñosa perenne recogida se emite el año de la recogida y los cultivos leñosos perennes acumulan carbono durante un lapso igual al del ciclo nominal de cosecha/madurez. Esto implica que los cultivos leñosos perennes acumulan biomasa durante un periodo finito hasta que se los recoge por cosecha o hasta que llegan a un régimen permanente en el que no hay acumulación neta de carbono en la biomasa porque las tasas de crecimiento se han hecho más lentas y las ganancias por crecimiento se ven compensadas por las pérdidas debidas a mortalidad natural, poda, etc.

Como no se disponen de datos de la fase del ciclo de maduración en la que se encuentran estos cultivos, permitiendo diferenciar los cultivos estacionarios maduros de los que no lo son, se consideran las absorciones netas igual a cero.

### **Materia orgánica muerta**

Según lo establecido en el método “tier” 1 del IPCC, se asume que en tierras agrícolas que permanecen como tales no ocurren cambios en el reservorio de carbono en materia orgánica muerta (IPCC 2006).

### Carbono orgánico en suelo

El cambio anual en las existencias de carbono de los suelos se calculó mediante las ecuaciones anteriormente descritas:

$$\Delta C_{\text{Suelos}} = \Delta C_{\text{Minerales}} - L_{\text{Orgánicos}} + \Delta C_{\text{Inorgánicos}}$$

$$\Delta C_{\text{Minerales}} (\text{tC} / \text{año}) = \frac{(SOC_0 - SOC_{(0-T)})}{D}$$

$$SOC = \sum_{c,s,i} (SOC_{REF_{c,s,i}} \cdot F_{LU_{c,s,i}} \cdot F_{MG_{c,s,i}} \cdot F_{I_{c,s,i}} \cdot A_{c,s,i})$$

Teniendo en cuenta que:

$$SOC_{REF} = 24 \text{ tC} / \text{ha}$$

Sabiendo que este valor es modificado en función de tres coeficientes ( $F_{LU}$ ,  $F_{MG}$ ,  $F_I$ ):

$$F_{LU} = 0,80$$

$$F_{MG} = 1,02$$

$$F_I = 1,00$$

Se obtienen los siguientes resultados:

**Tabla 26.** Emisiones de carbono del suelo en tierras que permanecen como tierras agrícolas

Categoría	1990	2000	2006
Emisiones (tC/año)	10.451,9	10.451,9	13.933,8

Aunque se usaron los mismos valores para todos los años, los cambios estimados en el contenido de carbono orgánico de los suelos, en este caso son emisiones, se deben a una disminución en la superficie de esta categoría. Como los cambios de uso de la tierra se dan en un período de 20 años, en el 2006 también se contabilizan los cambios de COS sucedidos entre 1990 y 2000.

## TIERRAS QUE PASAN A SER TIERRAS AGRÍCOLAS

Las tierras que se convierten a cultivos suelen ser generalmente forestales y de pastos. Los cambios de uso en los periodos estudiados son los que se muestran a continuación (existen pequeños cambios que no se tomaron en cuenta por la pequeña superficie que representan):

**Tabla 27.** Cambios de uso de suelo en los periodos 1990 – 2000 y 2000 – 2006

Cambios de uso del suelo	Superficie (ha) 1990-2000	Superficie (ha) 2000-2006
Pastos que pasan a ser a tierras agrícolas	1.052,4	-

## Biomasa

El cambio de existencias de carbono de la biomasa en las tierras convertidas en tierras agrícolas se estima utilizando la siguiente ecuación:

$$\Delta C_{CONVERSIÓN} = \sum_i \{ (B_{DESPUÉS_i} - B_{ANTES_i}) \cdot \Delta A_{A\_OTRAS_i} \} \cdot CF$$

$B_{DESPUÉS_i}$  = existencias de biomasa en el tipo de tierra  $i$  inmediatamente después de la conversión (t MS/ha)

$B_{ANTES_i}$  = existencias de biomasa en el tipo de tierra  $i$  antes de la conversión (t MS/ha)

$\Delta A_{A\_OTRAS_i}$  = superficie de uso de la tierra  $i$  convertida a otra categoría de uso de la tierra en un año dado (ha/año)

$CF$  = fracción de carbono de materia seca (tC/t MS)

$i$  = tipo de uso de la tierra convertido a otra categoría de uso de la tierra.

Para el nivel 1, se asume que el carbono en la biomasa inmediatamente después de la conversión ( $B_{DESPUÉS}$ ) equivale a cero, ya que la tierra se libera de toda la vegetación antes de la plantación de los cultivos. En los años subsiguientes, se considera que los cambios en la biomasa de los cultivos anuales equivalen a cero porque las ganancias de carbono de la biomasa del crecimiento anual se compensan con las pérdidas por cosecha.

La hipótesis por defecto para el nivel 1 es que todo el carbono de la biomasa removida se pierde en la atmósfera mediante el quemado o procesos de descomposición. Se supone que no hay cambios en la biomasa antes de la conversión, ya que ésta estará en un régimen constante, es decir, la acumulación de carbono debida al crecimiento vegetal se equilibra con las pérdidas debidas al pastoreo, descomposición y fuego. Como consecuencia de ello, el cambio inicial en las existencias de carbono de la biomasa en pastizales convertidos en tierras agrícolas es nulo.

### **Materia orgánica muerta**

Según lo establecido en el método "tier" 1 del IPCC, se asume no ocurren cambios en el reservorio de carbono en materia orgánica muerta (IPCC, 2006).

### **Carbono orgánico en suelo**

Según la metodología del IPCC para el cambio de uso de la tierra y la matriz de uso de suelo presentada en Anexo I a este documento, no existen emisiones o remociones de carbono desde el COS a la atmósfera o viceversa.

## C. PASTOS

Las superficies (en hectáreas) ocupadas por pastos en los años 1990, 2000 y 2006 se presentan en la siguiente tabla:

**Tabla 28.** Superficie (ha) de pastos en los años 1990, 2000 y 2006

Clase de uso de suelo	1990	2000	2006
Pastos	234.977,9	232.953,1	232.686,8

### PASTOS QUE PERMANECEN COMO TALES

#### Biomasa

Bajo el método “tier” 1 del IPCC, se considera que no hay cambios en la biomasa de los pastos que permanecen siendo pastos (IPCC, 2006). La biomasa se asume que está en un régimen más o menos constante, es decir, la acumulación de carbono debida al crecimiento vegetal se equilibra con las pérdidas debidas al pastoreo, la descomposición y el fuego.

#### Materia orgánica muerta

Según lo establecido en el método “tier” 1 del IPCC, se asume que en pastos que permanecen como tales la materia orgánica muerta se encuentra en equilibrio, y por lo tanto no hay necesidad de estimar los cambios en este pool (IPCC, 2006).

## Carbono orgánico en suelo

El cambio anual en las existencias de carbono de los suelos se calculó mediante la ecuación:

$$\Delta C_{Suelos} = \Delta C_{Minerales} - L_{Orgánicos} + \Delta C_{Inorgánicos}$$

anteriormente explicada en el capítulo 3.1.1, donde se calcula el COS para bosques que permanecen en la misma categoría.

Para las estimaciones de los cambios en los stocks de carbono orgánico del suelo también se asumió el valor por defecto del IPCC de 20 años para el período T. Con relación a las regiones climáticas, y tipos de suelos, se asumieron los mismos criterios que en el cálculo de COS en bosques.

Así pues:

$$SOC_{REF} = 40,34 tC / ha$$

Este valor se modificó en función de tres coeficientes:

$F_{LU}$ : representa si el uso de la tierra es permanente ("Land Use")

$F_{MG}$ : representa el estado o grado de degradación del pasto, en la medida que afecta a su productividad ("Management")

$F_I$ : representa las mejoras ("Improvements") realizadas en el pasto (riego, control de especies presentes -siembra-, fertilización)

Los valores posibles de dichos coeficientes, en función de la gestión llevada a cabo y el régimen climático navarro, son:

**Tabla 29.** Valores de los factores relativos de cambio de existencias para la gestión de pastizales empleados

Tipo de valor del factor	Nivel	Régimen climático	Valor por defecto del IPCC <sup>7</sup>
Uso de la tierra ( $F_{LU}$ )	Todas	Todas	1,00
Gestión ( $F_{MG}$ )	Gestionado nominalmente (no degradado)	Todas	1,00
	Pastizal moderadamente degradado	Templado/boreal	0,95
	Severamente degradados	Todas	0,70
	Pastizal mejorado	Templado/boreal	1,14
Entradas ( $F_I$ )	Medio	Todas	1,00
	Alto	Todas	1,11

Para los pastos de Navarra, entre ellos aquellos de origen agrícola y los prados en secano, por tratarse de pastizales mejorados en los que se realizan mejoras de gestión adicionales, como abonos orgánicos y fertilización, se consideran los siguientes coeficientes:

$$F_{LU} = 1,00$$

$$F_{MG} = 1,14$$

$$F_I = 1,00$$

<sup>7</sup> Valores obtenidos de la tabla 5.5. (Capítulo 5; Volumen 4; Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero)

Aunque no ocurren cambios en el uso del suelo medidos por unidad de superficie, sí ocurren cambios en el volumen total de este reservorio debidos a disminuciones de superficie de pastos que permanecen como tales. Los cambios que se dan entre 1990 y 2000 también se mantienen en el 2006, por lo tanto a las emisiones ocurridas en 2006 se le suman las primeras:

**Tabla 30.** Emisiones de carbono del suelo en tierras que permanecen como pastizales

Categoría	1990	2000	2006
Emisiones (tC/año)	4.656,1	4.656,1	5.268,2

## TIERRAS QUE PASAN A SER PASTOS

Las tierras que se convierten a pastizales son forestales y agrícolas. Los cambios de uso en los periodos estudiados son los que se muestran a continuación:

**Tabla 31.** Cambios de uso de suelo en los periodos 1990 – 2000 y 2000 – 2006

Cambios de uso del suelo	Superficie (ha) 1990-2000	Superficie (ha) 2000-2006
Tierras forestales que pasan a ser pastos	3.758,5	1.055,2
Tierras agrícolas que pasan a ser pastos	4.249,8	182,4

## Biomasa

El cambio de existencias de carbono de la biomasa en las tierras convertidas en pastos se estima utilizando la ecuación:

$$\Delta C_{CONVERSIÓN} = \sum_i \{ (B_{DESPUÉS_i} - B_{ANTES_i}) \cdot \Delta A_{A_OTRAS_i} \} \cdot CF$$

$B_{DESPUÉS_i}$  = existencias de biomasa en el tipo de tierra  $i$  inmediatamente después de la conversión (t MS/ha)

$B_{ANTES_i}$  = existencias de biomasa en el tipo de tierra  $i$  antes de la conversión (t MS/ha)

$\Delta A_{A_OTRAS_i}$  = superficie de uso de la tierra  $i$  convertida a otra categoría de uso de la tierra en un año dado (ha/año)

$CF$  = fracción de carbono de materia seca (tC/t MS)

$i$  = tipo de uso de la tierra convertido a otra categoría de uso de la tierra.

Las tierras forestales convertidas a pastos emiten una cantidad de carbono a la atmósfera debido a la biomasa aérea y subterránea y al mantillo perdido, manteniendo una relación directa con el área convertida. Los cambios producidos en esta categoría tienen la particularidad que se dan abruptamente de un año al otro, y no paulatinamente como otros tipos de cambios donde se asume que el proceso se realiza en 20 años. Para el cálculo de estas emisiones se toma en cuenta las tierras que pasan de bosques a pastos en un período de 10 y 6 años (de 1990 a 2000 y de 2000 a 2006 respectivamente).

**Tabla 32.** Emisiones de carbono en biomasa en suelos que pasan a pastizales

Tierras forestales convertidas a pastos	1990	2000	2006
Emisiones (tC/año)	50.161,2	41.264,1	23.957,4

Como resultado de la conversión de tierras de cultivo a pastizal, se asume que la vegetación anteriormente dominante es sustituida por un herbazal, por lo general, no introducido por siembra. Por tanto, aplicando la metodología nivel 1, se considera que el uso anterior es un cultivo anual (por lo general de cereal), por lo que se estima que no hay pérdidas en la

biomasa aérea, dado que la biomasa del pastizal como promedio es del mismo orden o superior (“España. Informe Inventarios GEI 1990-2007”, 2009).

### Materia orgánica muerta

Se asume que las existencias de carbono en depósitos de madera muerta y hojarasca en tierras no forestales equivalen a cero, por lo tanto la pérdida de carbono en madera muerta debida a la conversión de bosques a pastizales se estimó en base a valores de IPCC y los resultados son los siguientes:

**Tabla 33.** Emisiones de carbono de tierras forestales convertidas a pastos

Tierras forestales convertidas a pastos	1990	2000	2006
Emisiones (tC/año)	4.886,3	4.019,6	2.286,3

En cuanto a las demás conversiones, según lo establecido en el método “tier” 1 del IPCC, se asume que no ocurren cambios en el reservorio de carbono en materia orgánica muerta (IPCC, 2006).

### Carbono orgánico en suelo

En esta categoría se debería considerar el COS de la conversión de tierras forestales a pastizales. Según la metodología utiliza, los cambios de uso de suelo en esta categoría no es necesario estimar. El cambio anual en las existencias de carbono de los suelos se calculó de igual manera que los capítulos anteriores, mediante la ecuación:

$$\Delta C_{\text{Suelos}} = \Delta C_{\text{Minerales}} - L_{\text{Orgánicos}} + \Delta C_{\text{Inorgánicos}}$$

**Tabla 34.** Valores de los factores relativos de cambio de existencias para la gestión de los pastizales

Tipo de valor del factor	Nivel	Régimen climático	Valor por defecto del IPCC <sup>8</sup>	Definición
Uso de la tierra ( $F_{LU}$ )	Todas	Todas	1,00	A todos los pastizales permanentes se les asigna un factor de uso de la tierra de 1.
Gestión ( $F_{MG}$ )	Gestionado nominalmente	Todas	1,00	Pastizal no degradado y gestionado sosteniblemente, pero sin mejoras significativas en la gestión
	Pastizal moderadamente degradado	Templado/boreal	0,95	Pastizal con pastoreo excesivo o moderadamente degradado y que no recibe entradas de gestión
	Severamente degradado	Todas	0,70	Implica una pérdida importante a largo plazo de la productividad y de la cobertura vegetal
	Pastizal mejorado	Templado/boreal	1,14	Pastizal gestionado sosteniblemente, con pastoreo mejorado y que recibe al menos una mejora (p.ej., fertilización, mejora de especies o riego)
Entradas ( $F_I$ )	Medio	Todas	1,00	Se aplica al pastizal mejorado donde no se han utilizado entradas adicionales de gestión
	Alto	Todas	1,11	Se aplica al pastizal mejorado en el que se han utilizado una o más entradas/mejoras de gestión adicionales

En todos los años de estudio, los pastizales están gestionados nominalmente, sin entradas adicionales, por lo que los coeficientes son iguales a 1. Los cambios de COS por cambios de uso de suelo son iguales a cero según el nivel de precisión utilizado (tier 1).

<sup>8</sup> Valores obtenidos de la tabla 5.5. (Capítulo 5; Volumen 4; Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero)

## D. HUMEDALES

### HUMEDALES QUE PERMANECEN COMO TALES

Las superficies (en hectáreas) ocupadas por humedales en los años 1990, 2000 y 2006 se presentan a continuación:

**Tabla 35.** Superficie (ha) de humedales en 1990, 2000 y 2006

Clase de uso de suelo	1990	2000	2006
Humedales	2.738	2.860	3.182

Se consideran dos tipos de humedales:

- Gestionados, que son aquellos en los que el nivel freático se modifica artificialmente (drenándolo o elevándolo) o a los que han sido creados por la actividad humana (como los embalses).
- No gestionados, que no se estiman.

Dentro de las tierras gestionadas, se consideran los bonales liberados y drenados (para la producción de turba de uso energético, hortícola o de otro carácter) y los reservorios o embalses para la producción de energía, irrigación, navegación o recreación.

Los humedales son ecosistemas en los que los procesos biológicos y geoquímicos, así como las emisiones y absorciones de gases efecto invernadero se controlan según el grado de saturación del agua, el clima y la disponibilidad de nutrientes.

El flujo neto de carbono hacia o desde la atmósfera, como en otros ecosistemas, es el resultado de un balance entre la absorción de carbono de la atmósfera por fotosíntesis y su liberación como resultado de la descomposición.

Bajo el “nivel 1”, únicamente se estima la variación de carbono como consecuencia de la conversión de bonales, siendo los demás cambios en las existencias de carbono de la biomasa viva en tierras de turba gestionadas equivalentes a cero.

En cuanto a las tierras inundadas (masas de agua en las que las actividades humanas han causado cambios en el tamaño de la superficie cubierta por agua, generalmente mediante regulación del nivel del agua), no existen metodologías para “Tierras inundadas que permanecen como tales”, ya que se supone que las emisiones que se producen en tierras inundadas ya están cubiertas por las metodologías descritas en otros sectores. Por otra parte, los lagos y ríos regulados no sufren cambios sustanciales en la superficie de agua en comparación con el ecosistema pre-inundado, no se consideran tierras inundadas.

Dado que no se observan cambios significativos en la superficie de humedales en Navarra en los periodos considerados y la ausencia de metodologías para tierras inundadas que permanecen como tales, no se produce ninguna fuente o sumidero de carbono en estas tierras (IPCC, 2006).

Los cambios en los reservorios de carbono orgánico en el suelo debido a los cambios en la superficie ocupada por humedales, asumiendo un contenido de carbono orgánico del suelo similar al de los suelos minerales (40,34 tC/ha), se presentan a continuación:

**Tabla 36.** Absorciones de COS en tierras que permanecen como humedales

Categoría	1990	2000	2006
Absorciones (tC/año)	-247,2	-247,2	-897,1

## TIERRAS QUE PASAN A SER HUMEDALES

Los cambios de uso que representan menos de un 0.01% de la superficie estudiada fueron desestimados, con lo que no han sido consideradas las tierras que pasan a ser humedales a efectos de cálculos de sumideros o fuentes de carbono.

## E. ASENTAMIENTOS

Las superficies (en hectáreas) ocupadas por asentamientos en los años 1990, 2000 y 2006 se presentan en la siguiente tabla:

**Tabla 37.** Superficie (ha) de asentamientos en los años 1990, 2000 y 2006

Clase de Uso de Suelo	1990	2000	2006
Asentamientos	8.451,5	12.367,4	14.605,7

## ASENTAMIENTOS QUE PERMANECEN COMO TALES

### Biomasa

En el "nivel 1", se asume que los incrementos de biomasa y las pérdidas se equilibran, es decir, que no hay cambios en las existencias de carbono en la biomasa viva, con lo que el balance neto de carbono es nulo (IPCC, 2006).

### Materia orgánica muerta

En el "nivel 1" se supone que la materia muerta y los depósitos de hojarasca están en equilibrio y, por tanto, no es necesario estimar los cambios en las existencias de carbono para estos depósitos (IPCC, 2006).

### Carbono orgánico en suelo

En el "nivel 1", se asume que las entradas y salidas de carbono en el suelo son iguales, por tanto, el balance neto de carbono es nulo (IPCC, 2006).

### TIERRAS QUE PASAN A SER ASENTAMIENTOS

En la siguiente tabla se muestran las tierras que pasan a ser asentamientos en los periodos considerados:

**Tabla 38.** Tierras que pasan a ser asentamientos en los periodos 1990-2000 y 2000-2006

Cambios de uso del suelo	Superficie (ha) 1990-2000	Superficie (ha) 2000-2006
Tierras agrícolas que pasan a asentamientos	3.174,6	1.853,6
Tierras forestales que pasan a asentamientos	290,6	-
Pastos que pasan a asentamientos	552,4	230,3

### Biomasa

Para el caso de tierras que pasan de tierras agrícolas o pastizales a asentamientos no se calculan las emisiones o remociones de carbono debido a que en el nivel de aproximación

utilizado en este documento (tier 1) no es necesario hacerlo. El balance de carbono en la biomasa en tierras agrícolas o pastizales se considera nulo y en tierras de asentamientos sucede lo mismo.

Por el contrario, para el caso de tierras que pasan de bosques a asentamientos existe una emisión debida a la pérdida de biomasa del bosque, así como de mantillo y materia orgánica muerta.

Los cálculos se realizaron de la misma manera que en el capítulo 3.2.2 y dieron que en el cambio de superficie forestal a asentamientos se emiten a la atmósfera 3.500 tC.

### **Materia orgánica muerta**

De igual manera que en el capítulo 3.2.2, se asume que las existencias de carbono en depósitos de madera muerta y hojarasca en tierras no forestales equivalen a cero, por lo tanto la pérdida de carbono en madera muerta debida a la conversión de bosques a asentamientos se estimó en base a valores de IPCC y dio como resultado que en el año 2000 se emiten a la atmósfera 377 tC.

### **Carbono orgánico en suelo**

Se calculan las emisiones o absorciones de carbono de la misma manera que en capítulos anteriores y utilizando la matriz de uso de suelo para COS. Al igual que para el caso de los humedales, sí se estiman cambios en el reservorio de carbono orgánico de los suelos asociados a los cambios en la superficie ocupada por asentamientos. Los resultados son los que se presentan en la siguiente tabla:

**Tabla 39.** Absorciones de carbono del suelo en tierras de asentamientos

Categoría	1990	2000	2006
Absorciones (tC/año)	-7.898,4	-7.898,4	-12.413,0

## F. OTRAS TIERRAS

### OTRAS TIERRAS QUE PERMANECEN COMO TALES

Se incluye en “otras tierras” las tierras que no pertenecen o pueden clasificarse como ninguna de las categorías anteriores. En Navarra, la superficie ocupada por “otras tierras” es la que se presenta en la siguiente tabla:

**Tabla 40.** Superficie (ha) de otras tierras en los años 1990, 2000 y 2006

Clase de uso de suelo	1990	2000	2006
Otras tierras	12.896	12.594	13.144

En base al Informe de Inventarios GEI 1990-2007 para España, se ha considerado que no se producen cambios en los diferentes reservorios dentro de las categorías incluidas en “otras tierras”.

### TIERRAS QUE PASAN A SER OTRAS TIERRAS

Sólo se perciben cambios de uso de tierras a la categoría de “otras tierras” para el periodo de 2000 a 2006 y se muestran a continuación:

**Tabla 41.** Cambio de uso de suelo a “otras tierras”

Cambios de uso del suelo	Superficie (ha) 1990-2000	Superficie (ha) 2000-2006
Pastos que pasan a “otras”	-	292,4
Tierras forestales que pasan a “otras”	-	288,0

### **Biomasa**

La biomasa perdida sólo se contabiliza en tierras que pasan de ser forestales a “otras tierras”. Las emisiones corresponden a la pérdida de toda la biomasa existente antes del cambio, ya que se asume en el tier 1 que la biomasa en “otras tierras” equivale a cero. El valor de las emisiones asciende a 3.469 tC.

### **Materia orgánica muerta**

La pérdida de materia orgánica muerta se basa en valores por defecto del IPCC donde se asume que después del cambio no se encuentra este pool en “otras tierras”. El valor de las emisiones es de 374 tC y se contabiliza para el año 2000 y 2006 ya que las pérdidas se dan entre ambos años.

### **Carbono orgánico en suelo**

El balance en el carbono orgánico del suelo se estimó en base a la matriz de uso de suelo (Anexo I), los resultados son los que se presentan a continuación:

**Tabla 42.** Emisiones de carbono del suelo en tierras de asentamientos

Categoría	1990	2000	2006
Emisiones/Absorciones (tC/año)	609,2	609,2	-501,1

## **4. EMISIONES DE GEI POR OTROS USOS**

### **A. EMISIONES POR FERTILIZACIÓN NITROGENADA DE BOSQUES**

Se asumió que la totalidad de los fertilizantes nitrogenados utilizados en Navarra se aplican sobre tierras agrícolas, siendo nulo su uso en bosques. Por consiguiente, esta fuente se asume como nula.

### **B. EMISIONES POR DRENAJE DE SUELOS**

La actividad de drenaje de suelos en Navarra es nula o muy poco significativa, por lo que esta fuente se asume como cero.

### **C. EMISIONES POR CONVERSIÓN DE USO DEL SUELO A TIERRAS AGRÍCOLAS**

Dado que no ocurre un proceso significativo de conversión de bosques o pastos a tierras cultivadas, se asumió que las emisiones de óxido nítrico correspondientes a esta fuente son inexistentes.

## D. EMISIONES POR APLICACIONES DE CALIZA Y DOLOMITA A SUELOS

Debido a que no se realizan aplicaciones de materiales calcáreos a los suelos para corrección de acidez, no se cuantificarán emisiones como consecuencia de dicha práctica.

## E. EMISIONES POR QUEMA DE BIOMASA

Esta fuente se estimó en base a datos de actividad proporcionados por el Ministerio de Medio Ambiente de España (“Los incendios forestales en España”) y bajo la metodología del IPCC. De acuerdo con las recomendaciones de IPCC (1996), para las estimaciones de emisiones de fuentes con alta variabilidad interanual, como es el caso de la quema de biomasa, se realiza tomando la media de tres años, incluyendo al año del inventario y a los años inmediatamente anterior y posterior al mismo.

Las estimaciones de emisiones se efectuaron en las tierras afectadas por incendios, las mismas que se usaron en capítulo de tierras forestales que permanecen en la misma categoría.

Las cantidades de biomasa disponible y remanente, y los valores de la fracción efectivamente quemada fueron tomados de IPCC (2006), volumen 4.

Las estimaciones de emisiones de metano y óxido nítrico se presentan en la siguiente tabla:

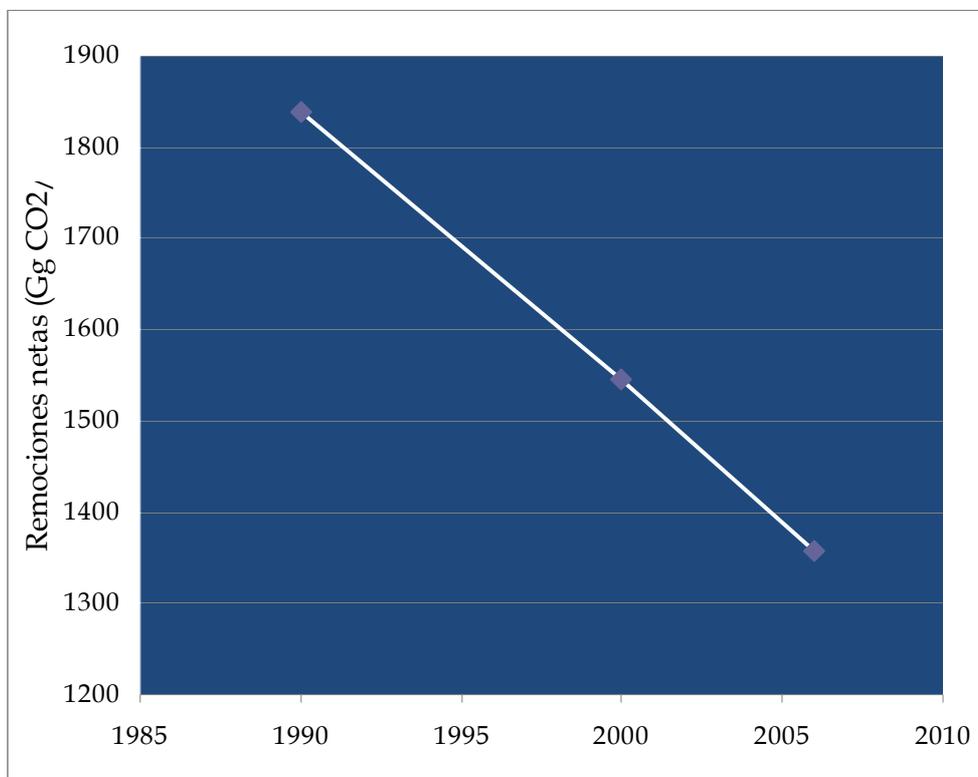
**Tabla 43.** Emisiones de metano y óxido nitroso por quema de biomasa

	1989	1990	1991	Promedio
<b>Emisiones de CH<sub>4</sub> (t)</b>	1.006	108	79	<b>397,8</b>
<b>Emisiones de N<sub>2</sub>O (t)</b>	56	6	4	<b>22,0</b>
<b>Emisiones totales (t CO<sub>2</sub>-eq)</b>	38.375	4.122	3.032	<b>15.176,4</b>
	1999	2000	2001	Promedio
<b>Emisiones de CH<sub>4</sub> (t)</b>	29	66	55	<b>49,9</b>
<b>Emisiones de N<sub>2</sub>O (t)</b>	2	4	3	<b>2,8</b>
<b>Emisiones totales (t CO<sub>2</sub>-eq)</b>	1.108	2.513	2.086	<b>1.902,4</b>
	2005	2006	2007	Promedio
<b>Emisiones de CH<sub>4</sub> (t)</b>	115	75	30	<b>73,2</b>
<b>Emisiones de N<sub>2</sub>O (t)</b>	6	4	2	<b>4,1</b>
<b>Emisiones totales (t CO<sub>2</sub>-eq)</b>	4.377	2.855	1.149	<b>2.793,9</b>

## 5. CONCLUSIONES

El sector UTCUTS ha sido un sumidero de gases de efecto invernadero en Navarra en los tres años evaluados, siendo las absorciones estimadas en tierras forestales las más importantes de todas las que se producen. Para los años considerados, las absorciones en tierras forestales fueron de 1.958 kt CO<sub>2</sub> en 1990; 1.656 kt CO<sub>2</sub> en 2000; y 1.425 kt CO<sub>2</sub> en 2006. Para todos los años de estudio, las absorciones de carbono en la categoría “tierras de bosques” significaron más del 100% de las absorciones netas realizadas entre todas las categorías.

Las absorciones netas muestran una tendencia decreciente a lo largo del tiempo, habiendo pasado de un máximo de 1.853 Gg CO<sub>2</sub> (1,8 millones de toneladas de CO<sub>2</sub>) en 1990 a un mínimo de 1.361 Gg CO<sub>2</sub> (1,3 millones de toneladas de CO<sub>2</sub>) en 2006:



**Gráfica 2.** Remociones netas (miles de toneladas de CO<sub>2</sub>-eq al año) en el sector UTCUTS de Navarra

La disminución del sumidero observada durante el período 1990-2006 se debe a que, a pesar de que la superficie forestal ha aumentado entre esos años, las pérdidas como consecuencia de las cortas y los incendios forestales han sido mayores en 2000 y 2006 con respecto a 1990.

Los cambios en el uso del suelo sin considerar a la forestación han tenido una incidencia menor en las absorciones y emisiones de gases de efecto invernadero. Las estimaciones para las categorías de uso del suelo aparte de los bosques conllevan un alto grado de incertidumbre debido a que se debió utilizar métodos de nivel 1 y a utilizar datos de actividad muy generales (sobre todo en carbono orgánico del suelo). Sin embargo, aún cuando el grado de incertidumbre resulta elevado, es posible concluir con alto grado de certeza acerca de la escasa significación de estas categorías para Navarra.

En la siguiente tabla se muestra un resumen de los resultados del inventario de sumideros:

Tabla 44. Resumen de los resultados del inventario de sumideros

Emisiones/Absorciones (kt del gas correspondiente)		1990				2000				2006			
		CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	Total	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	Total	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	Total
5.A	BOSQUES	-1958			-1958	-1656			-1656	-1425			-1425
5.A.1	Bosques que permanecen	-1923			-1923	-1580			-1580	-1349			-1349
	Biomasa	-1923			-1923	-1575			-1575	-1344			-1344
	Materia orgánica muerta	0			0	0			0	0			0
	COS	0			0	-5			-5	-5			-5
5.A.2	Tierras que pasan a bosques	-36			-36	-76			-76	-76			-76
	Biomasa	-3			-3	-6			-6	-6			-6
	Materia orgánica muerta	-33			-33	-36			-36	-36			-36
	COS	0			0	-34			-34	-34			-34
5.B	T. AGRÍCOLAS	38			38	38			38	51			51
5.B.1	Tierras agrícolas	38			38	38			38	51			51
	Biomasa	0			0	0			0	0			0
	Materia orgánica muerta	0			0	0			0	0			0
	COS	38			38	38			38	51			51
5.B.2	Tierras que pasan a agrícolas	0			0	0			0	0			0
	Biomasa	0			0	0			0	0			0
	Materia orgánica muerta	0			0	0			0	0			0
	COS	0			0	0			0	0			0
5.C	PASTOS	80			80	69			69	49			49
5.C.1	Pastos que permanecen	17			17	17			17	19			19
	Biomasa	0			0	0			0	0			0
	Materia orgánica muerta	0			0	0			0	0			0
	COS	17			17	17			17	19			19
5.C.2	Tierras que pasan a pastos	63			63	52			52	30			30
	Biomasa	45			45	37			37	22			22
	Materia orgánica muerta	18			18	15			15	8			8
	COS	0			0	0			0	0			0
5.D	HUMEDALES	-1			-1	-1			-1	-3			-3
5.E	ASENTAMIENTOS	-15			-15	-15			-15	-46			-46
5.F	OTROS	2			2	16			16	12			12

Emisiones/Absorciones (kt del gas correspondiente)		1990				2000				2006			
		CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	Total	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	Total	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	Total
5.I	N <sub>2</sub> O fertilización de bosques			NO	0			NO	0			NO	0
5.II	N <sub>2</sub> O drenaje de suelos			NO	0			NO	0			NO	0
5.III	N <sub>2</sub> O conversión a cultivos			NE	0			NE	0			NE	0
5.IV	Encalado			NO	0			NO	0			NO	0
5.V	Quema de biomasa	IE	8,35	6,82	15	IE	1,05	0,87	2	IE	1,54	1,27	3
<b>TOTAL</b>		-1.853	8	7	-1.838	-1.548	1	1	-1.546	-1.361	2	1	-1.358

La nomenclatura utilizada en la tabla corresponde con la determinada por el UNFCCC. IE=estimación indicada en otra parte ("indicated elsewhere"); NE=no estimada ("not estimated"); NO=fuente no ocurre ("not occurring")

## ANEXO I

**Tabla 1.** Matriz de uso de suelo para el cálculo de Carbono Orgánico del Suelo en Navarra para los años 1990, 2000 y 2006

Categoría (ha)	1990	2000	2006
Cultivos-cultivos	451.146	444.796	442.680,5
Otros usos-cultivos	0,0	0,0	0,0
Forestal-forestal	328.357	328.357	332.266,5
Otros usos-forestal	0	4.639	0,0
Pastizal-pastizal	234.978	232.953	232.686,8
Otros usos-pastizal	0	0	0,0
Otras tierras	12.896	12.594	13.144
Asentamientos	8.451	12.367	14.606
Humedales	2.738	2.860	3.183
<b>TOTAL</b>	<b>1.038.566</b>	<b>1.038.566</b>	<b>1.038.566</b>

**Tabla 2.** Emisiones y absorciones de carbono orgánico del suelo debido a cambios en el uso del suelo

<b>Categoría (tC)</b>	<b>1990</b>	<b>2000</b>	<b>2006</b>
Cultivos-cultivos	10.451,9	10.451,9	13.933,8
Otros usos-cultivos	0,0	0,0	0,0
Forestal-forestal	0,0	-7.885,8	-7.885,8
Otros usos-forestal	0,0	-9.356,6	-9.356,6
Pastizal-pastizal	4.656,1	4.656,1	5.268,2
Otros usos-pastizal	0,0	0,0	0,0
Otras tierras	609,2	609,2	-501,1
Asentamientos	-7.898,4	-7.898,4	-12.413,0
Humedales	-247,2	-247,2	-897,1
<b>TOTAL</b>	<b>7.571,6</b>	<b>-9.670,8</b>	<b>-11.851,5</b>

## BIBLIOGRAFÍA

IPCC, 1996. Revised Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.

IPCC, 2003. Good Practice Guidance for Land Use, Land Use Change and Forestry.

IPCC, 2006. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston, H.S., Buendía, L., Miwa, K., Ngara, T. and Tanabe, K. (eds). Published: IGES, Japan.

Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación Anuario de Estadística Agroalimentaria.

Ministerio de Medio Ambiente de España. Los Incendios Forestales en España Decenio 1996-2005.

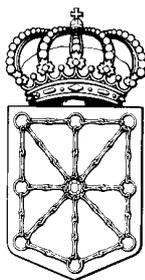
Ministerio de Medio Ambiente de España. Segundo Inventario Forestal Nacional (1988-1996) de Navarra.

Ministerio de Medio Ambiente de España. Tercer Inventario Forestal Nacional (1997-2006) de Navarra.

Uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y Silvicultura. Informe Inventarios GEI 1990-2007 (2009). España.







BOLETIN OFICIAL  
DEL  
**PARLAMENTO DE NAVARRA**

---

VII Legislatura

Pamplona, 25 de marzo de 2011

NÚM. 29-3

---

**S U M A R I O**

SERIE I:

**Planes, Comunicaciones y Programas:**

—Estrategia frente al Cambio Climático de Navarra 2010-2020 (Pág. 2).

(El Plan se publica en tres volúmenes del Boletín Oficial, números 29-1, 29-2 y 29-3)

**LIBRO III**  
**ESTRATEGIA FRENTE AL**  
**CAMBIO CLIMÁTICO DE**  
**NAVARRA**  
**2010 - 2020**

Documento aprobado por el Gobierno de Navarra  
en sesión de 31 de enero de 2011

# ÍNDICE

<b>1.</b>	<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>9</b>
<b>2.</b>	<b>EMISIONES DE GEI HISTÓRICAS Y FUTURAS .....</b>	<b>10</b>
A.	METODOLOGÍA UTILIZADA .....	10
B.	SITUACIÓN ACTUAL .....	12
C.	ESCENARIOS .....	18
D.	RESULTADOS OBTENIDOS.....	50
	<b>ABSORCIONES DE CO<sub>2</sub> HISTÓRICAS Y FUTURAS .....</b>	<b>53</b>
A.	FUENTES CONSULTADAS Y METODOLOGÍA DEL ESTUDIO.....	53
B.	ESCENARIO CON MEDIDAS IMPLANTADAS EN LA ACTUALIDAD Y PROYECCIONES A FUTURO.....	54
C.	CONCLUSIONES.....	67
<b>3.</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>69</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Evolución de las emisiones directas de GEIs de Navarra en el año 2009 respecto al año base13	
Tabla 2. Evolución de las emisiones totales de GEIs de Navarra en el año 2009 respecto al año base15	
Tabla 3. Evolución tendencial de las emisiones directas de GEIs en Navarra desde 2010 hasta el año 2020 .....	20
Tabla 4. Evolución tendencial de las emisiones totales de GEIs en Navarra desde 2010 hasta el año 2020 .....	24
Tabla 5. Tasas de variación real estimadas para la demanda eléctrica de Navarra (%). .....	26
Tabla 6. Potencia instalada y producción de tecnologías de régimen ordinario y régimen especial (renovables) en 2009 y 2020. ....	28
Tabla 7. Tasas de variación de emisiones estimadas para el sector industrial de Navarra (%). .....	28
Tabla 8. Tasas de variación de emisiones estimadas para el sector transporte de Navarra (%). .....	29
Tabla 9. Tasas de variación de emisiones estimadas para el sector primario de Navarra (%). .....	29
Tabla 10. Tasas de variación de emisiones estimadas para el sector residencial de Navarra (%). .....	30
Tabla 11. Tasas de variación de emisiones estimadas para el sector servicios de Navarra (%). .....	30
Tabla 12. Tasas de variación de emisiones estimadas para la gestión de residuos de Navarra (%). ....	31
Tabla 13. Evolución de las emisiones directas de GEIs en Navarra en el escenario probable de cumplimiento del Plan de Acción.....	34
Tabla 14. Evolución de las emisiones totales de GEIs en Navarra en el escenario probable de cumplimiento del Plan de Acción.....	38
Tabla 15. Tasas de variación de emisiones estimadas para la demanda eléctrica de Navarra en el escenario probable de cumplimiento del Plan de Acción (%). ....	43
Tabla 16. . Potencia instalada (MW) de ciclos combinados en el escenario de eficiencia del Horizonte Energético de Navarra a 2020.....	45
Tabla 17. Producción estimada (MWh) asociada a los ciclos combinados en el escenario de eficiencia del Horizonte Energético de Navarra a 2020 .....	45
Tabla 18. Potencia instalada (MW) de cogeneraciones en el escenario de eficiencia dentro del Horizonte Energético de Navarra a 2020.....	46
Tabla 19. Producción (MWh) de instalaciones de cogeneración en el escenario de eficiencia dentro del Horizonte Energético de Navarra a 2020.....	46
Tabla 20. Tasas de variación de emisiones estimadas para el sector industrial de Navarra en el escenario probable de cumplimiento del Plan de Acción (%). ....	47
Tabla 21. Tasas de variación de emisiones estimadas para el sector transporte de Navarra en el escenario probable de cumplimiento del Plan de Acción (%). ....	47
Tabla 22. Tasas de variación estimadas estimadas para el sector primario de Navarra en el escenario probable de cumplimiento del Plan de Acción.....	48
Tabla 23. Tasas de variación de emisiones estimadas para el sector residencial de Navarra en el escenario probable de cumplimiento del Plan de Acción (%). ....	49
Tabla 24. Tasas de variación estimadas estimadas para el sector servicios de Navarra en el escenario probable de cumplimiento del Plan de Acción (%). .....	49
Tabla 25. Tasas de variación estimadas estimadas para la gestión de residuos de Navarra (%). ....	50
Tabla 26. Evolución tendencial de las emisiones totales de GEIs en Navarra en el periodo comprendido entre 2010 y 2020 .....	50

Tabla 27. Evolución de las emisiones totales de GEIs en Navarra en el escenario probable de cumplimiento del Plan de Acción.....	51
Tabla 28. Evolución de las reducciones totales estimadas en el escenario probable de cumplimiento del Plan de Acción frente al escenario tendencial.....	51
Tabla 29. Evolución de las reducciones estimadas en los sectores difusos en el escenario probable de cumplimiento del Plan de Acción frente al escenario tendencial .....	52
Tabla 30. Superficie afectada por las medidas orientadas a la reforestación de las áreas forestales en función de los años. ....	55
Tabla 31. Superficie afectada por las medidas orientadas al fomento de la gestión sostenible de los bosques en función de los años. ....	56
Tabla 32. Superficie afectada por las medidas orientadas al fomento de la silvicultura para la mejora de la calidad del arbolado en función de los años.....	57
Tabla 33. Superficie afectada por las medidas orientadas al fomento de la prevención de plagas de procesionaria en función de los años. ....	58
Tabla 34. Superficie acumulada afectada por las medidas orientadas al fomento de la racionalización del uso de los pastos en función de los años.....	59
Tabla 35. Superficie afectada por las medidas orientadas al fomento de la agricultura ecológica en función de los años. ....	60
Tabla 36. Absorciones y emisiones de CO <sub>2</sub> evitadas por acciones realizadas en el periodo 2003-2008. El cómputo de las absorciones de CO <sub>2</sub> en la presente tabla hace referencia a totalidad del periodo al que se refiere. ....	62
Tabla 37. Absorciones y emisiones de CO <sub>2</sub> evitadas estimadas para el periodo 2009-2012 para acciones previstas. ....	63
Tabla 38. Correspondencia entre las medidas llevadas a cabo y las categorías fijadas para la contabilidad Kioto.....	65
Tabla 39. Absorciones y emisiones de CO <sub>2</sub> evitadas previstas según el tipo de acción realizada.....	66

## ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Evolución de las emisiones directas (1990-2009) .....	12
Gráfica 2. Proyección de las emisiones directas de GEIs en Navarra por sector (1990-2009) .....	13
<b>Gráfica 3.</b> Evolución de la distribución de las emisiones directas por sector .....	14
Gráfica 4. Evolución de las emisiones totales (1990-2009).....	15
Gráfica 5. Proyección de las emisiones totales de GEIs en Navarra por sector (1990-2009).....	16
<b>Gráfica 6.</b> Evolución de la distribución de las emisiones totales por sector.....	17
Gráfica 7. Proyección tendencial de las emisiones directas de GEIs de Navarra.....	18
Gráfica 8. Proyección tendencial de las emisiones directas de GEIs en Navarra por sectores.....	19
<b>Gráfica 9.</b> Evolución de la distribución de las emisiones directas por sector .....	21
Gráfica 10. Proyección tendencial de las emisiones totales de GEIs de Navarra .....	22
Gráfica 11. Proyección tendencial de las emisiones totales de GEIs en Navarra por sectores .....	23
Gráfica 12. Reparto por sectores de las emisiones totales de GEIs en Navarra.....	25
Gráfica 13. Evolución de la demanda eléctrica de Navarra. ....	26
Gráfica 14. Proyección con medidas de las emisiones directas de GEIs de Navarra .....	31
Gráfica 15. Proyección del escenario probable de cumplimiento del Plan de Acción.....	32
Gráfica 16. Reparto por sectores de las emisiones directas de GEI en Navarra.....	35
Gráfica 17. Proyección con medidas de las emisiones directas de GEIs de Navarra respecto a las emisiones directas del escenario tendencial.....	35
Gráfica 18. Proyección con medidas de las emisiones totales de GEIs de Navarra.....	36
Gráfica 19. Proyección de las emisiones totales de GEIs del escenario probable de cumplimiento del Plan de Acción.....	37
Gráfica 20. Reparto por sectores de las emisiones totales de GEI en Navarra .....	39
Gráfica 21. Proyección con medidas de las emisiones totales de GEIs de Navarra.....	40
Gráfica 22. Proyecciones con medidas de las emisiones de GEI de Navarra asociadas a los sectores difusos, no afectados por el EU ETS.....	41
Gráfica 23. Proyecciones sectoriales de los sectores difusos en el escenario previsto de cumplimiento del Plan de Acción. ....	42
<b>Gráfica 24.</b> Evolución de la demanda eléctrica de Navarra .....	43
<b>Gráfica 25.</b> Proyección de la demanda eléctrica en el escenario de referencia y en el escenario de eficiencia del Horizonte Energético de Navarra.....	44
<b>Gráfica 26.</b> Absorciones y emisiones de CO <sub>2</sub> evitadas esperadas por acciones realizadas en el periodo 2003-2008.....	63
<b>Gráfica 27.</b> Absorciones y emisiones de CO <sub>2</sub> evitadas estimadas para el periodo 2009-2012 para acciones previstas.....	64
<b>Gráfica 28.</b> Absorciones y emisiones evitadas computables por tipo de acción realizada. ....	66
Gráfica 29. Contribución absoluta de cada actuación a la generación de UDAs por categoría.....	68
Gráfica 30. Contribución relativa de cada actuación por categoría .....	68

## ÍNDICE DE SIGLAS

- ✓ **EU ETS.** Comercio Europeo de Derechos de Emisión.
- ✓ **GEI.** Gases de Efecto Invernadero.
- ✓ **IFA.** Internacional Fertilizer Industry Association.
- ✓ **IPCC.** Intergovernmental Panel on Climate Change; en castellano, Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático.
- ✓ **LULUCF.** Land Use, Land-Use and Forestry; en castellano, Uso de la Tierra, Cambios en el Uso de la Tierra y Silvicultura.
- ✓ **MMAMRM.** Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino.
- ✓ **UDA.** Unidad de Absorción.
- ✓ **UE.** Unión Europea.
- ✓ **UNFCCC.** Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.
- ✓ **ZEPAS.** Zonas de especial protección para las aves.

## **1. INTRODUCCIÓN**

La elaboración de inventarios de emisiones de gases de efecto invernadero cobra especial relevancia a la hora de conocer las fuentes de gases de efecto invernadero (GEIs) existentes, así como de estimar las emisiones de estos gases emitidas a la atmósfera en un determinado periodo de tiempo. Actualmente, debido a su desarrollo se dispone de una herramienta útil para la elaboración de estrategias para la reducción de emisiones de GEIs a futuro o planes contra el cambio climático, ya que permiten cuantificar las emisiones producidas en el pasado, así como estimar las emisiones futuras en función de distintos escenarios más o menos optimistas.

El objetivo de este trabajo es elaborar una prospectiva de los distintos sectores emisores de gases de efecto invernadero y de las tendencias que les afectarán en los próximos años, así como cuantificar las absorciones de CO<sub>2</sub> esperadas para la Comunidad Foral de Navarra para el periodo 2008-2012, según la normativa desarrollada a partir del Protocolo de Kioto. Para lo que se elaborarán distintos escenarios estimados a partir de medidas ya realizadas, así como programadas. Además, se plantea extraer conclusiones y recomendaciones a partir de la comparación de los distintos escenarios generando un punto de apoyo para la toma de decisiones en política forestal, agrícola y en general de lucha contra el cambio climático.

## 2. EMISIONES DE GEI HISTÓRICAS Y FUTURAS

### A. METODOLOGÍA UTILIZADA

La evolución histórica de las emisiones de gases de efecto invernadero de la Comunidad Foral de Navarra ha seguido un perfil creciente a lo largo del periodo 1990-2009, situándose el nivel de las mismas en 2009 en un 18% por encima al correspondiente al año base.

El conocimiento de la evolución previsible de las emisiones de GEIs ofrece la visión necesaria para enfocar de manera adecuada las actuaciones de lucha contra el cambio climático. Para ello, se ha realizado un ejercicio de modelización y proyección de las emisiones de GEIs previstas para la Comunidad Foral durante el periodo 2010-2020. Dicha proyección se ha creado sobre la base de un modelo técnico-económico capaz de determinar, a partir de una serie de variables críticas por sector de actividad o fuente de emisión, dos escenarios diferentes, que se describen a continuación:

- ✓ **Escenario tendencial o escenario *BaU*<sup>1</sup>**: es el de la continuidad de los comportamientos observados hasta el momento, en el que únicamente se registran las mejoras tendenciales que no requieran la adopción de nuevas medidas de carácter institucional o estructural.
- ✓ En el **escenario probable de cumplimiento del Plan de Acción** se recoge tanto el efecto de las medidas puestas en marcha hasta el momento, así como el debido a las medidas que contempla el Plan de Acción por el Clima de Navarra en todos los sectores hasta el año 2012.

Para su elaboración se ha seguido una metodología basada en tres pasos:

- ◆ Modelización técnica del inventario de emisiones de GEIs de Navarra a partir de variables físicas críticas, en función de la información disponible. En este punto se reproduce el cálculo de emisiones a partir de las variables físicas disponibles, en este caso consumo de combustibles de los sectores transporte, industria, primario, residencial, servicios y la generación histórica de residuos en sus diferentes formas de gestión.

- ◆ Calibración del modelo sobre la base de las emisiones históricas.
- ◆ Proyección técnico-económica sobre la base del modelo: partiendo de la modelización realizada en las etapas anteriores, se analizan las diferentes políticas y programas que afectarán a los sectores emisores, identificando además hipótesis de crecimiento sectorial y poblacional a nivel europeo, estatal y autonómico, que permitan definir las variables futuras aplicables a la realidad navarra.

Debido a la necesidad de contabilizar las emisiones ligadas a la demanda eléctrica de un territorio, en ambos escenarios se han distinguido dos tipos de contabilización de las emisiones, las llamadas “**emisiones directas**” y las denominadas “**emisiones totales**”. Las primeras son las que se producen físicamente en Navarra como consecuencia de actividades de combustión, procesos industriales, producción asociada al sector primario, etc. Sin embargo, a la hora de valorar globalmente las repercusiones de la puesta en marcha de medidas en la Comunidad Foral es necesario también incorporar las emisiones asociadas a la generación eléctrica. Por ello, se han computado las llamadas “emisiones totales”, incorporando el efecto en términos de emisiones de la electricidad importada o exportada.

El punto de partida para el análisis realizado lo constituyen los inventarios de emisiones de GEIs de Navarra, que han sido distribuidos en siete sectores:

1. Generación de energía eléctrica (excluyendo las cogeneraciones).
2. Industria (incluyendo industria transformadora del sector energético, como las cogeneraciones).
3. Transporte, que abarca distintas modalidades (carretera (excluyendo transporte agroforestal), ferrocarril, marítimo, aéreo) tanto para personas como para mercancías.
4. Primario (incluyendo transporte agroforestal).
5. Residencial.
6. Servicios.
7. Gestión de Residuos.

Para la generación de ambos escenarios se han tenido en cuenta diferentes hipótesis para la proyección de las emisiones de gases de efecto invernadero en los diferentes sectores. El

---

<sup>1</sup> Por la siglas en inglés: *Business as Usual*.

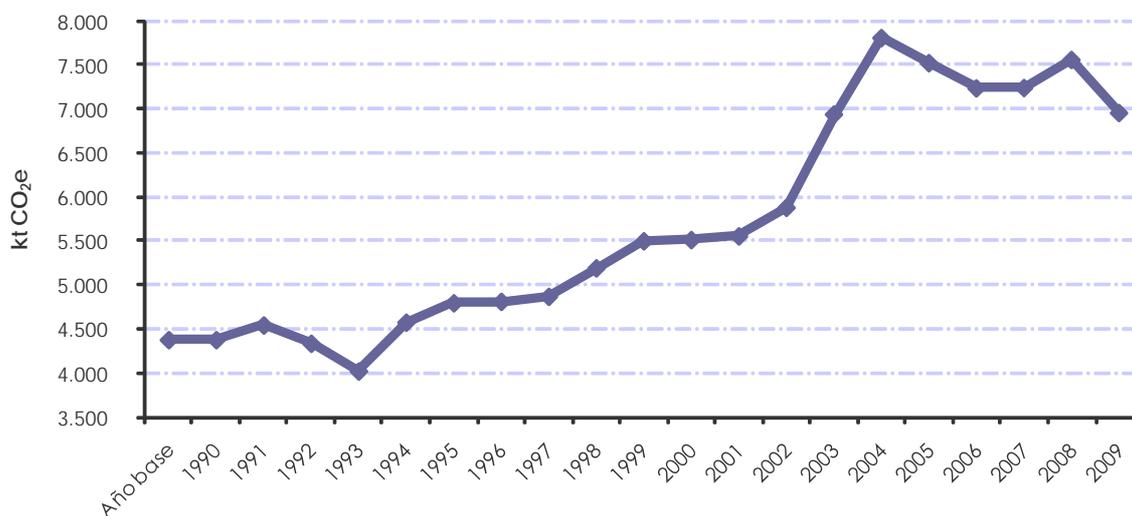
avance gradual de las emisiones refleja los patrones temporales del marco socioeconómico general de Navarra, si bien, sobre él se superponen fluctuaciones temporales más acotadas, tales como la actual situación financiera mundial que ha azotado las principales economías desde mediados del año 2008. En este sentido, el modelo desarrollado para Navarra considera la influencia de la actual coyuntura económica, así como sus efectos a futuro, mediante la incorporación de las tasas de variación real de la actividad económica estimadas para Navarra<sup>2</sup>.

## B. SITUACIÓN ACTUAL

### Emisiones directas

La evolución de las emisiones directas<sup>3</sup> de GEIs en Navarra, desde el año base (1990) hasta el año más cercano del que se disponen datos, esto es 2009, ha sido ascendente, pasando de casi 4.379.000 t CO<sub>2</sub>e a las 6.958.000 t CO<sub>2</sub>e, lo que supone un incremento del 59% respecto a las emisiones que tuvo en el año base.

**Gráfica 1.** Evolución de las emisiones directas (1990-2009)



En el año 2009, último inventario disponible, la industria (incluida la cogeneración) y el sector primario<sup>4</sup> son los principales responsables, abarcando el 29% y el 19% respectivamente

<sup>2</sup> Fuente: PANER y MODERNA.

<sup>3</sup> Emisiones directas son aquellas que se emiten de forma directa en Navarra, es decir, sin tener en cuenta las emisiones de GEIs asociadas a la importación o exportación de electricidad.

<sup>4</sup> En el sector primario se incluyen las emisiones de la agricultura, las emisiones fugitivas de gas natural y las correspondientes al transporte agroforestal.

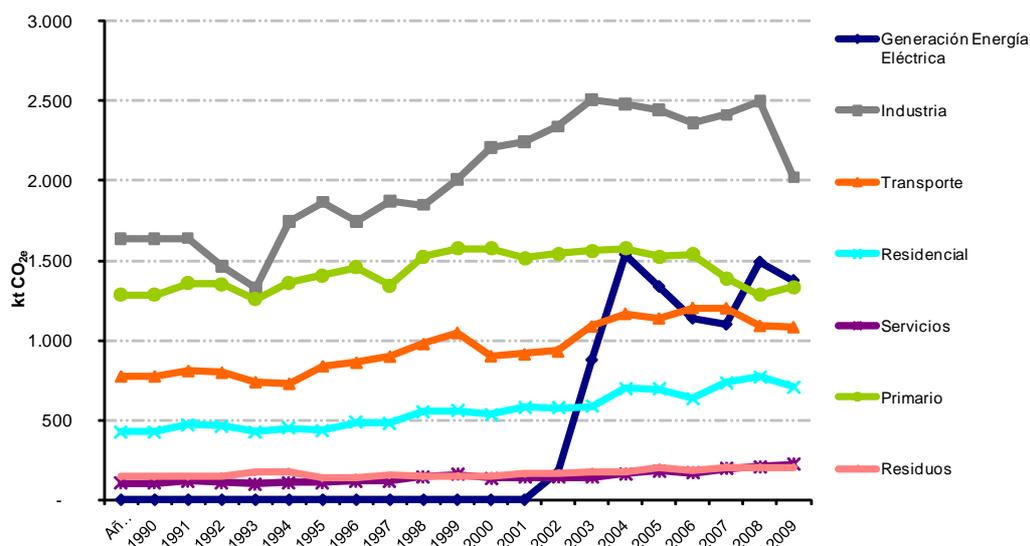
del total de las emisiones. Le siguen en importancia las emisiones del transporte con un 16% sobre el total de las emisiones.

**Tabla 1.** Evolución de las emisiones directas de GEIs de Navarra en el año 2009 respecto al año base

Sector	Emisiones 1990 (Kt CO <sub>2</sub> -eq)	Emisiones 2009 (Kt CO <sub>2</sub> -eq)	Evolución 1990-2009 (%)
Generación de energía eléctrica	-	1.377	-
Industria	1.639	2.023	23%
Transporte	777	1.085	40%
Residencial	427	706	65%
Servicios	107	224	109%
Primario	1.285	1.337	4%
Gestión de Residuos	143	206	44%
<b>Total</b>	<b>4.379</b>	<b>6.958</b>	<b>59%</b>

En la gráfica que sigue a continuación se muestra la evolución de las emisiones directas por sector en el periodo comprendido entre 1990 y 2009:

**Gráfica 2.** Proyección de las emisiones directas de GEIs en Navarra por sector (1990-2009)

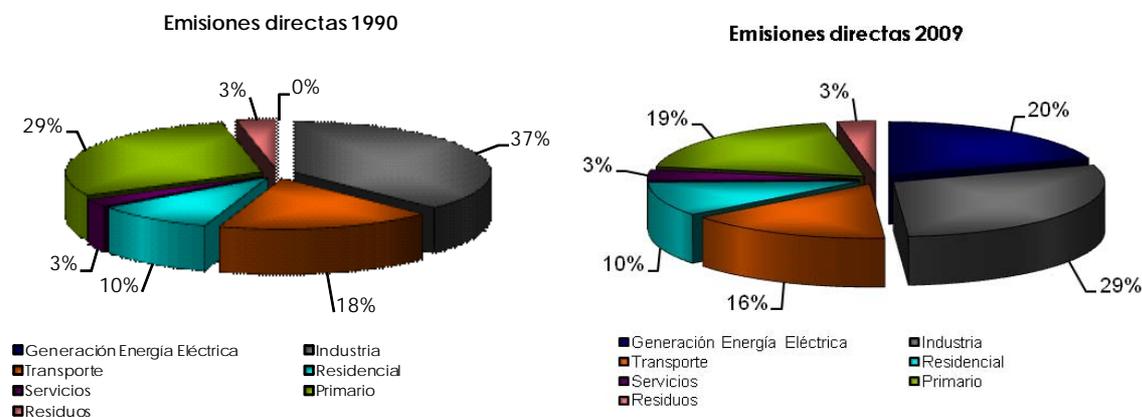


Un análisis más detallado revela que los sectores servicios, residencial y residuos son los que presentan un mayor crecimiento respecto al año base, con un 109% en el caso del sector servicios, un 65% en el caso del sector residencial y un 44% en el caso de residuos.

Por otra parte, cabe destacar la evolución del sector industrial, que viene marcada por la puesta en marcha de nuevas instalaciones de cogeneración, con una variación del 23% respecto a 1990, manteniéndose, de este modo, como el sector más emisor durante todo el periodo. Asimismo, el sector de la generación de energía eléctrica experimenta un ascenso, cuyo punto más álgido se sitúa en el año 2004. Este incremento se debe principalmente a la incorporación de 800 MW de potencia de ciclo combinado. Posteriormente, este sector sufre variaciones anuales de sus emisiones directas debido a que están muy ligadas al régimen de funcionamiento de los ciclos combinados, que ha sido muy inferior al esperado y ha tenido picos en 2004 y 2008..

El reparto por sectores ha evolucionado tal y como recogen las siguientes gráficas, manteniéndose más o menos constante la distribución, con un marcado retraimiento en el sector primario y el sector industria y un aumento en el sector de la generación de energía eléctrica.

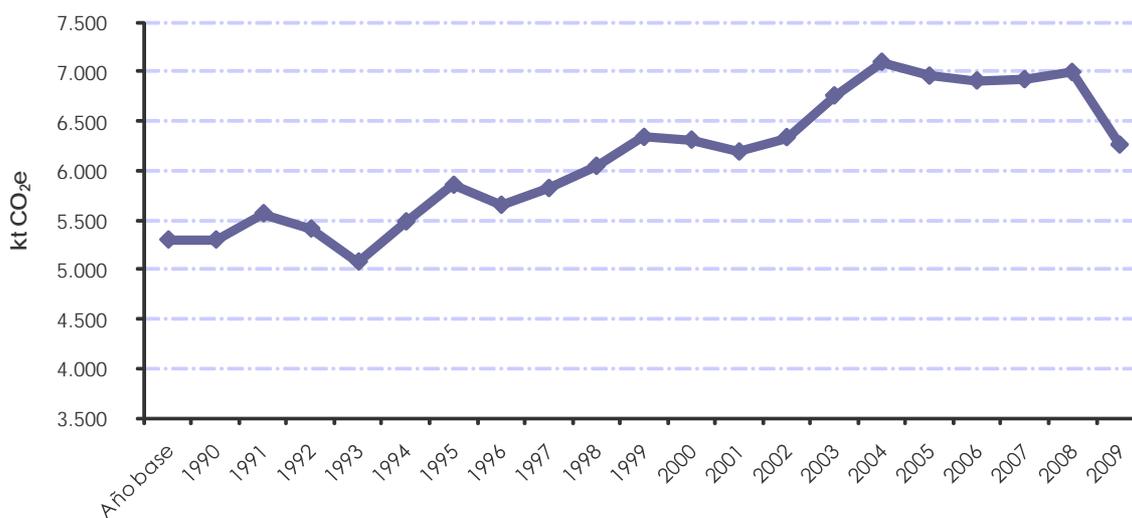
**Gráfica 3.** Evolución de la distribución de las emisiones directas por sector



**Emisiones totales**

La evolución de las emisiones totales<sup>5</sup> de GEIs en Navarra desde el año base hasta el año 2009 ha sido ascendente, pasando de 5.296.000 t CO<sub>2</sub>e a las 6.258.000 t CO<sub>2</sub>e, lo que supone un incremento del 18% respecto a las emisiones que tuvo en el año base.

**Gráfica 4.** Evolución de las emisiones totales (1990-2009)



Al igual que ocurría teniendo únicamente en cuenta las emisiones directas de Navarra, en el año 2009, la industria (incluida la cogeneración) y sector primario<sup>6</sup> son los principales responsables, abarcando el 32% y el 21% respectivamente del total de las emisiones. Le siguen en importancia las emisiones del transporte con un 17% sobre el total de las emisiones.

**Tabla 2.** Evolución de las emisiones totales de GEIs de Navarra en el año 2009 respecto al año base

Sector	Emisiones 1990	Emisiones 2009	Evolución 1990-2009 (%)
--------	----------------	----------------	-------------------------

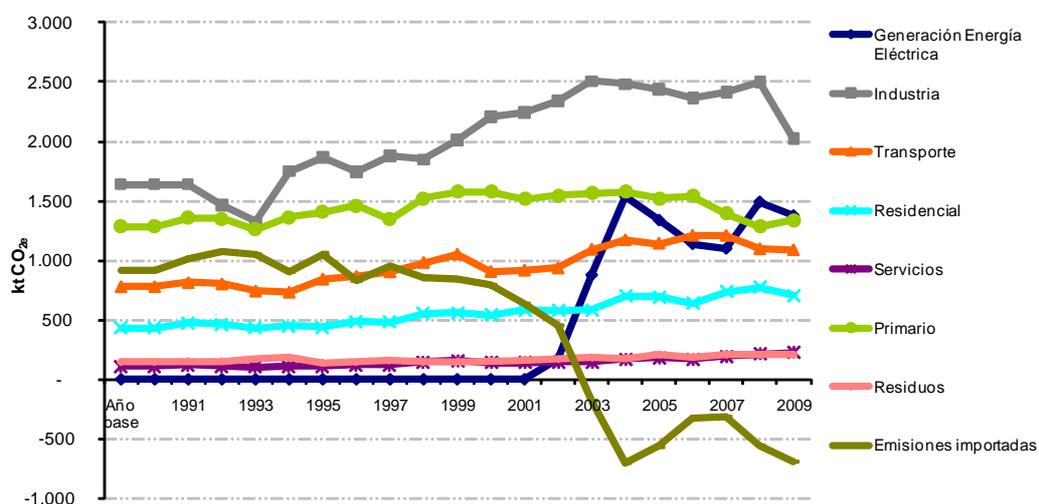
<sup>5</sup> El término de emisiones totales hace referencia a las emisiones directas de Navarra y a las asociadas de la importación o exportación de energía eléctrica.

<sup>6</sup> En el sector primario se incluyen las emisiones de la agricultura, las emisiones fugitivas de gas natural y las correspondientes al transporte agroforestal.

	(Kt CO <sub>2</sub> -eq)	(Kt CO <sub>2</sub> -eq)	
Generación de energía eléctrica	-	1.377	>100%
Emisiones importadas GEE	917	-699	-176%
Industria	1.639	2.023	23%
Transporte	777	1.085	40%
Residencial	427	706	65%
Servicios	107	224	109%
Primario	1.285	1.337	4%
Gestión de Residuos	143	206	44%
<b>Total</b>	<b>5.296</b>	<b>6.259</b>	<b>18%</b>

En la gráfica que sigue a continuación se muestra la evolución de las emisiones totales por sector en el periodo comprendido entre 1990 y 2009.

Gráfica 5. Proyección de las emisiones totales de GEIs en Navarra por sector (1990-2009)



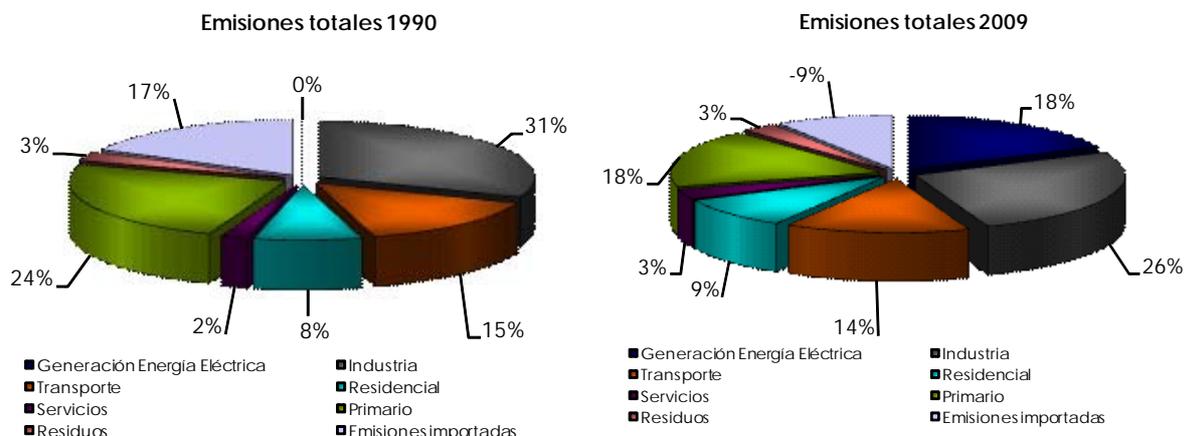
Teniendo en cuenta las emisiones totales, cabe destacar la evolución de las emisiones asociadas a la electricidad que se importa o exporta, ya que durante el período planteado

presentan fluctuaciones que vienen marcadas por el comportamiento de la generación eléctrica en los distintos años.

Para estimar las emisiones asociadas a la electricidad importada o exportada en un determinado territorio se tiene en cuenta el mix eléctrico, que no es más que el ratio de emisiones de GEIs asociado a la generación de electricidad en ese territorio teniendo en cuenta las diferentes tecnologías utilizadas para ello. En el caso particular de Navarra se utiliza el mix eléctrico nacional para la estimación de las emisiones asociadas a la electricidad importada y el propio de Navarra para la electricidad exportada. Debido al fuerte fomento de las energías renovables que se ha dado en la Comunidad Foral, el mix asociado a la generación de electricidad en su territorio es inferior al nacional, por lo que las emisiones de GEIs asociadas a la electricidad exportada son inferiores a las que se le imputan a la electricidad que se importa.

El análisis de las emisiones totales asociadas a la generación eléctrica permite ver cómo con la incorporación de la potencia de ciclo combinado en el año 2004 se comienza a exportar electricidad, cuando hasta ese momento se había estado importando electricidad para cubrir la demanda eléctrica de Navarra. Posteriormente, el incremento de la demanda eléctrica de Navarra y el bajo régimen de funcionamiento de los ciclos combinados suponen una menor exportación de electricidad y, por lo tanto de sus emisiones asociadas.

El reparto por sectores ha evolucionado tal y como recogen las siguientes gráficas, destacando el retraimiento de la energía eléctrica importada, que pasa de representar en 1990 un 17% de las emisiones totales, a suponer unas exportaciones del 9% en el año 2009. Por su parte, el sector primario muestra un descenso en el año 2009 respecto al año base pasando de representar un 24% de las emisiones totales de la Comunidad Foral a un 18%.



## C. ESCENARIOS

A continuación se recoge una síntesis de los principales resultados alcanzados para los distintos escenarios:

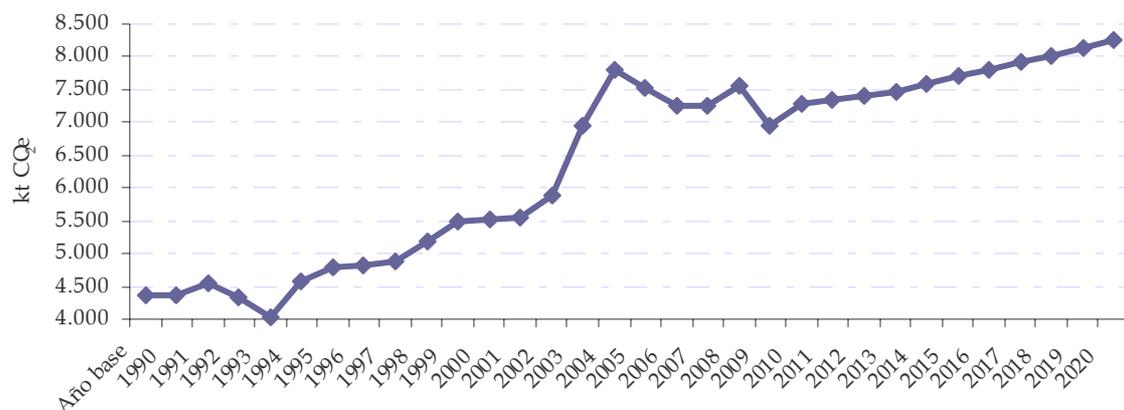
### Escenario tendencial

La construcción de un primer escenario tendencial, que refleja la continuidad de las pautas de comportamiento observadas hasta el momento y en el que únicamente se registran las mejoras tendenciales que no requieren la adopción de nuevas medidas de carácter institucional o estructural, aporta la información de donde se situaría Navarra en ausencia de este tipo de medidas.

### Emisiones directas

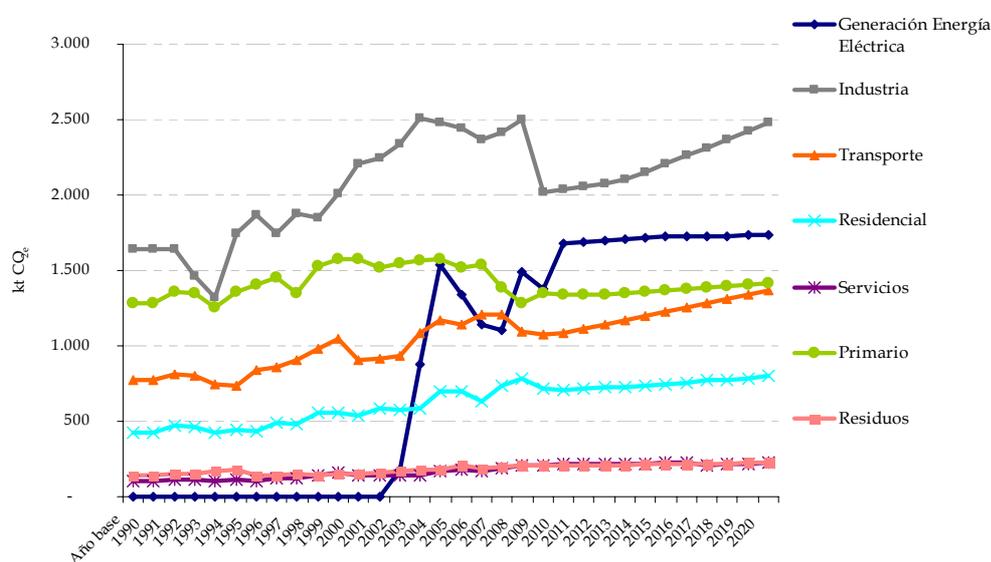
Las emisiones directas de Navarra al final del periodo, es decir en el año 2020, aumentarían respecto al año 2009 en un 19% y en un 88% respecto al año base, mientras que la evolución que se tuvo en 2009 respecto al año base fue de un 59%.

Gráfica 7. Proyección tendencial de las emisiones directas de GEIs de Navarra



En ausencia de medidas adicionales a las puestas en marcha ya, las emisiones directas de GEIs de Navarra se situarían un 68% por encima de las emisiones del año base en el periodo 2010-2012, que representa un aumento de alrededor del 6% respecto a las emisiones de 2009. Los resultados desagregados muestran una evolución diferente por parte de los distintos sectores.

**Gráfica 8.** Proyección tendencial de las emisiones directas de GEIs en Navarra por sectores



Al final del periodo, año 2020, el sector industrial continuaría siendo el más emisor de Navarra, siguiendo de este modo con la misma tendencia mostrada históricamente. Por su

parte, el sector generación de energía eléctrica sería, en 2020, el segundo sector más emisor de Navarra, seguido de los sectores primario y transporte<sup>7</sup>.

En las tablas que se detallan a continuación se expone la evolución de las emisiones desde el año 2010, año de comienzo del Plan de Acción por el Clima de Navarra, hasta el año 2020, año de finalización de la Estrategia frente al Cambio Climático de Navarra.

**Tabla 3.** Evolución tendencial de las emisiones directas de GEIs en Navarra desde 2010 hasta el año 2020

Kt CO <sub>2</sub> e	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Generación de energía eléctrica	1.680	1.690	1.699	1.708	1.717	1.725
Industria	2.037	2.056	2.075	2.099	2.154	2.208
Transporte	1.086	1.112	1.139	1.166	1.196	1.225
Residencial	711	716	722	728	737	746
Servicios	213	215	217	218	220	223
Primario	1.351	1.349	1.351	1.355	1.362	1.372
Residuos	206	208	210	211	213	215
<b>TOTAL</b>	<b>7.284</b>	<b>7.347</b>	<b>7.413</b>	<b>7.486</b>	<b>7.598</b>	<b>7.713</b>

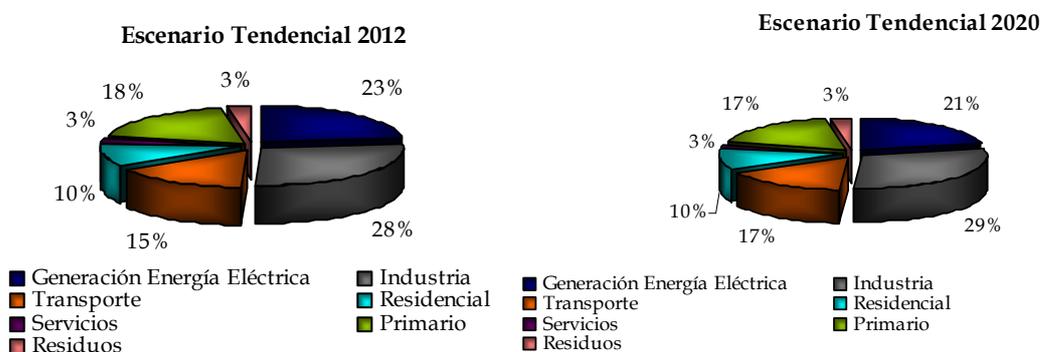
Kt CO <sub>2</sub> e	2016	2017	2018	2019	2020
Generación de energía eléctrica	1.724	1.725	1.727	1.731	1.737
Industria	2.262	2.316	2.370	2.424	2.478
Transporte	1.255	1.285	1.314	1.344	1.367
Residencial	755	770	778	786	804
Servicios	225	209	214	219	224
Primario	1.382	1.392	1.403	1.414	1.425
Residuos	217	219	221	223	225
<b>TOTAL</b>	<b>7.819</b>	<b>7.916</b>	<b>8.028</b>	<b>8.141</b>	<b>8.260</b>

<sup>7</sup> El sector transporte incluye las emisiones del transporte aéreo, transporte ferroviario y del transporte por carretera, pero no así las emisiones debidas al transporte agroforestal, que se contabilizan en el propio sector primario.

Kt CO <sub>2</sub> e	EVOLUCIÓN EMISIONES DIRECTAS			
	Evolución base-2009	Evolución 2009-2020	Evolución base-(med10-12)	Evolución base-2020
Generación de energía eléctrica	>100%	26%	>100%	>100%
Industria	23%	23%	25%	51%
Transporte	38%	27%	43%	76%
Residencial	68%	12%	68%	88%
Servicios	98%	6%	101%	110%
Primario	5%	6%	5%	11%
Residuos	43%	9%	45%	57%
<b>TOTAL</b>	<b>59%</b>	<b>19%</b>	<b>68%</b>	<b>89%</b>

El reparto por sectores ha evolucionado manteniéndose más o menos constante la distribución, con un ligero retraimiento en el sector primario y en el sector de la generación de energía eléctrica. Por su parte, tanto el sector transporte como el sector industrial muestran un ligero incremento en el año 2020 respecto al año 2012.

**Gráfica 9.** Evolución de la distribución de las emisiones directas por sector

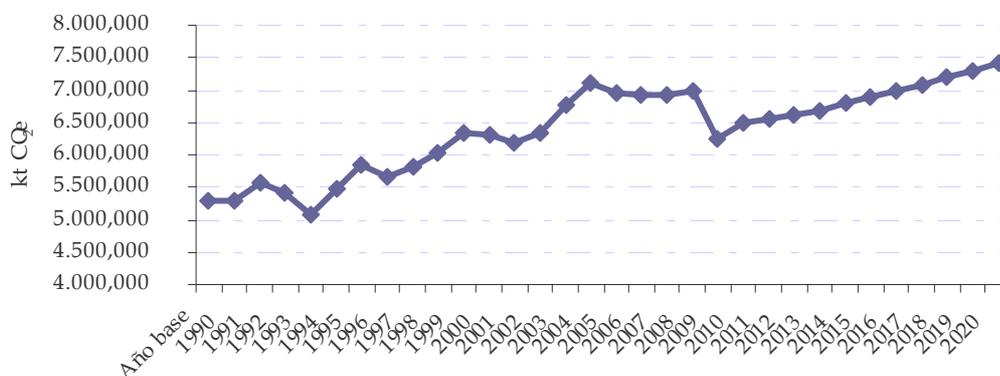


A partir de las gráficas y tablas expuestas, se observa que el sector más emisor en el periodo 2010-2020 sería el sector industrial, continuando con la misma proclividad revelada históricamente. Le sigue en importancia la generación de energía eléctrica, situándose como el segundo sector más emisor de la Comunidad Foral, seguido del sector primario y transporte.

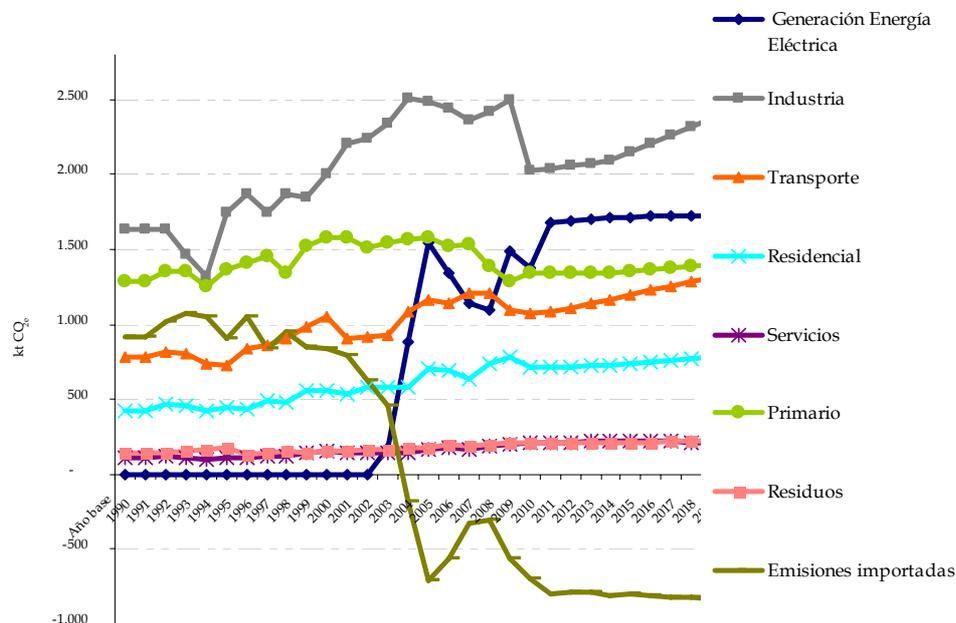
## Emisiones totales

Las emisiones totales, es decir, incorporando las emisiones asociadas a la electricidad que se importa o exporta, de este escenario a 2020 aumentarían en un 18% respecto al año 2009 y en un 40% respecto al año base, mientras que la evolución que se tuvo en 2009 respecto al año base fue de un 18%.

**Gráfica 10.** Proyección tendencial de las emisiones totales de GEIs de Navarra



En ausencia de medidas adicionales a las puestas en marcha ya, las emisiones totales de GEIs de Navarra se situarían un 24% por encima de las emisiones del año base en el periodo 2010-2012, que representa un aumento de alrededor de un 5% respecto a las emisiones de 2009.

**Gráfica 11.** Proyección tendencial de las emisiones totales de GEIs en Navarra por sectores

Como ya se ha comentado, la situación histórica de importación de energía eléctrica necesaria para cubrir la demanda de la sociedad navarra se invierte a partir del año 2003, debido a la incorporación de 800 MW de potencia de ciclo combinado. Posteriormente, se aumenta la potencia instalada de ciclo combinado hasta 1.200 MW con la previsión de incrementar la potencia hasta 1.600 MW para 2018. De este modo, con esta tecnología en funcionamiento, junto con el incremento de potencia adicional previsto en el sector de las renovables (con especial énfasis en las áreas de eólica, solar fotovoltaica y mini hidráulica) no sólo se supliría la demanda eléctrica de la Comunidad Foral, sino que Navarra tendría excedente de energía eléctrica hasta el final del periodo planteado.

En las tablas que se detallan a continuación se expone la evolución de las emisiones desde el año 2010, año de comienzo del Plan de Acción por el Clima de Navarra, hasta el año 2020, año de finalización de la Estrategia frente al Cambio Climático de Navarra.

**Tabla 4.** Evolución tendencial de las emisiones totales de GEIs en Navarra desde 2010 hasta el año 2020

Kt CO <sub>2</sub> e	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Generación de energía eléctrica	1.680	1.690	1.699	1.708	1.717	1.725
Emisiones importadas GEE*	-799	-790	-786	-813	-801	-810
Industria	2.037	2.056	2.075	2.099	2.154	2.208
Transporte	1.086	1.112	1.139	1.166	1.196	1.225
Residencial	711	716	722	728	737	746
Servicios	213	215	217	218	220	223
Primario	1.351	1.349	1.351	1.355	1.362	1.372
Residuos	206	208	210	211	213	215
<b>TOTAL</b>	<b>6.485</b>	<b>6.557</b>	<b>6.626</b>	<b>6.673</b>	<b>6.797</b>	<b>6.903</b>

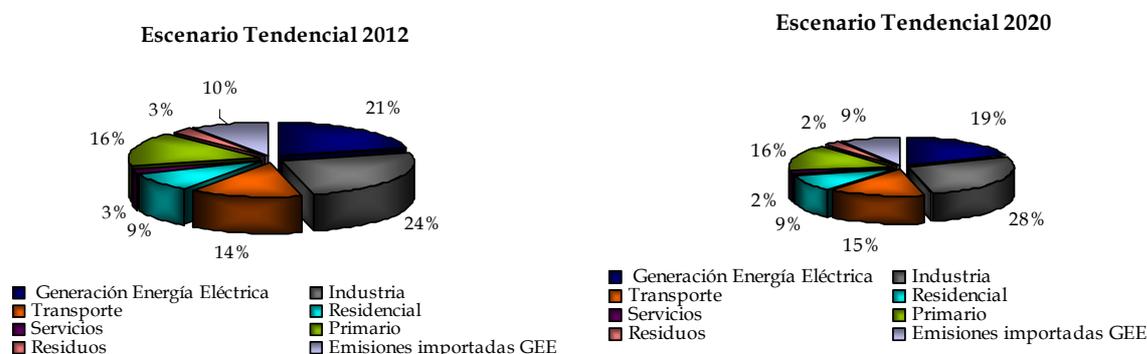
Kt CO <sub>2</sub> e	2016	2017	2018	2019	2020
Generación de energía eléctrica	1.724	1.725	1.727	1.731	1.737
Emisiones importadas GEE*	-817	-824	-832	-841	-850
Industria	2.262	2.316	2.370	2.424	2.478
Transporte	1.255	1.285	1.314	1.344	1.367
Residencial	755	770	778	786	804
Servicios	225	209	214	219	224
Primario	1.382	1.392	1.403	1.414	1.425
Residuos	217	219	221	223	225
<b>TOTAL</b>	<b>7.002</b>	<b>7.092</b>	<b>7.195</b>	<b>7.300</b>	<b>7.410</b>

\* Las emisiones importadas con signo negativo se refieren a la cantidad de emisiones que se están exportando en la región.

Kt CO <sub>2</sub> e	Evolución base-2009	Evolución 2009-2020	Evolución base-(med10-12)	Evolución base-2020
Generación de energía eléctrica	>100%	26%	>100%	>100%
Emisiones importadas GEE*	-176%	21%	-186%	-193%
Industria	23%	23%	25%	51%
Transporte	38%	27%	43%	76%
Residencial	68%	12%	68%	88%
Servicios	98%	6%	101%	110%
Primario	5%	6%	5%	11%
Residuos	43%	9%	45%	57%
<b>TOTAL</b>	<b>18%</b>	<b>18%</b>	<b>24%</b>	<b>40%</b>

El reparto de las emisiones por sectores ha evolucionado tal y como recogen las siguientes gráficas, destacando la disminución de las emisiones importadas en el año 2020 respecto a 2012. Al igual que en emisiones directas, al final del periodo analizado, se esperaría que el sector industrial continúe siendo el más emisor de Navarra, siguiendo de este modo con la misma tendencia mostrada históricamente y con su consiguiente incremento. Asimismo, el sector generación de energía eléctrica mantiene su contribución al total de las emisiones en el año 2020 respecto a 2012, siendo el segundo sector más emisor de Navarra.

**Gráfica 12.** Reparto por sectores de las emisiones totales de GEIs en Navarra



Las hipótesis que se han asumido para la realización de este escenario se muestran a continuación, en función de cada sector:

### DEMANDA ELÉCTRICA

La evolución del comportamiento de la demanda y producción de energía en el territorio de Navarra se ha estudiado en el documento "Horizonte Energético de Navarra 2020" mediante la definición de una serie de escenarios de previsión energética. El documento ha diseñado dos escenarios posibles denominados escenario de referencia y escenario de eficiencia. El marco de consideraciones para el desarrollo de estos escenarios ha tenido en cuenta las mismas hipótesis de base:

- Consideración de una tasa de crecimiento anual de la población estimada en un 0,82% para el período 2010-2020.
- Influencia de la coyuntura económica, se supone un crecimiento económico nulo para 2010, para el período 2011-2013 (mismo escenario que el adoptado por el PANER con un incremento del PIB del 2,2% anual). Para el período 2014-2020, se adopta también

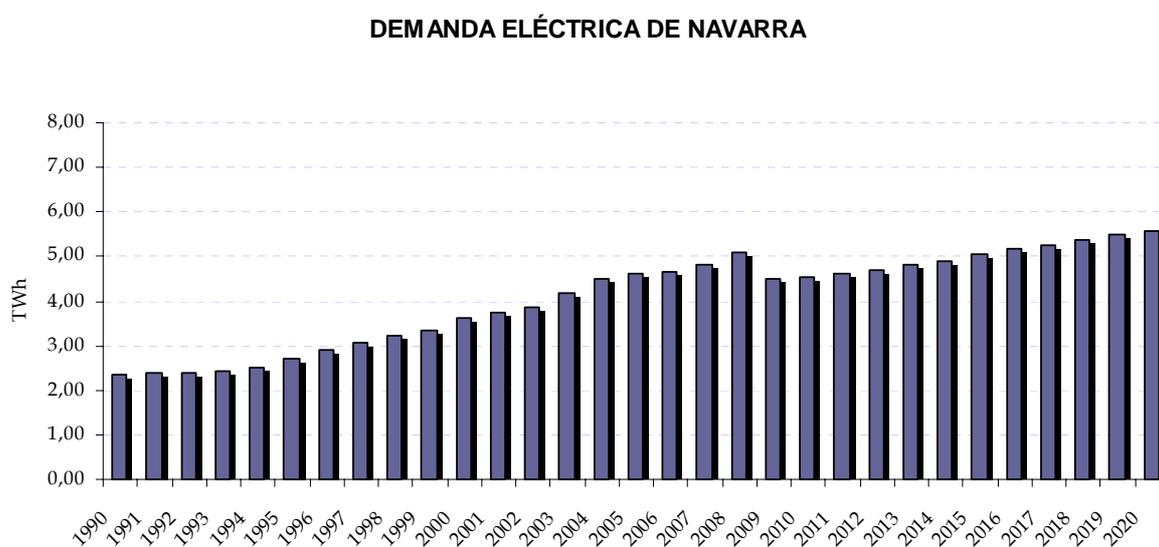
el escenario definido por el PANER (coincidente con el definido por el modelo MODENA y que supone un crecimiento económico anual del 2,5%).

La construcción del escenario de referencia refleja la continuidad de las pautas de comportamiento observadas hasta el momento y en el que únicamente se consideran las mejoras tendenciales que no requieren la adopción de nuevas medidas de carácter institucional o estructural. Las consideraciones en el escenario de referencia consideran que hasta 2009 se llevan a cabo las medidas de promoción en energías renovables y eficiencia energética previstas a escala regional aunque a partir de 2010 no se realiza la implementación adicional de ningún tipo de medida adicional.

**Tabla 5.** Tasas de variación real estimadas para la demanda eléctrica de Navarra (%).

2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
0,67	2,03	1,99	1,96	2,19	3,16	2,12	2,05	2,03	1,97	1,95

**Gráfica 13.** Evolución de la demanda eléctrica de Navarra.



## **GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA**

Para la definición del parque de producción de energía eléctrica, tanto en el escenario de referencia como en el de eficiencia, se ha partido del parque de producción existente en 2009 y se han añadido diferentes valores de potencia (en base a la previsión de ser proyectos o iniciativas existentes o que de forma probable se pondrán en marcha). La distribución de potencias en ambos escenarios es la misma.

### **Régimen Ordinario (No Renovables)**

En este caso a los 1.200 MW de potencia de ciclos combinados existente en 2009, se le añaden 400 MW en 2018 (procedentes de la posible puesta en marcha del cuarto grupo de ciclo combinado de gas natural en Castejón). La producción eléctrica para 2020 (3.672.000 MWh) se mantiene en valores muy similares a los de 2009 (3.690.768 MWh), ya que se prevé que la posible puesta en marcha del nuevo grupo de ciclo combinado no suponga un incremento del producción eléctrica conjunta de las centrales.

### **Régimen Especial (Renovables)**

En relación al régimen especial renovable también se espera un incremento de las instalaciones existentes con la siguiente distribución:

- Incremento de 59,5 MW en nuevas instalaciones de generación de electricidad a partir de biomasa y biogás.
- Incremento de 20 MW gracias a la construcción de la central del Canal de Navarra
- Incremento de 12,6 MW en mini hidráulica gracias a la construcción de la mini central del Puente de la Reina.
- Puesta en marcha de 652,4 MW eólicos mediante la construcción de nuevos parques experimentales y emplazamientos.
- Instalación adicional de 58 MW de plantas fotovoltaicas.

- Apuesta por la energía termo solar/ termo solar de concentración con la instalación de 50 MW en plantas.

**Tabla 6.** Potencia instalada y producción de tecnologías de régimen ordinario y régimen especial (renovables) en 2009 y 2020.

	2009		2020	
	Potencia (MW)	Producción (MWh)	Potencia (MW)	Producción (MWh)
<b>Biomasa</b>	33	200.749	78	604.375
- Generación	25	139.208	70	542.500
- Cogeneraciones	8	61.541	8	61.875
<b>Biogás</b>	3	11.045	17	119.490
<b>Hidráulica (&gt; 10 MW)</b>	48	133.570	68	170.000
<b>Minihidráulica (&lt; 10 MW)</b>	157	474.204	170	476.000
<b>Eólica</b>	948	2.568.249	1.600	3.680.000
<b>Minieólica (&lt; 100 kW)</b>			8	15.000
<b>Solar FV</b>	132	256.265	190	332.500
<b>Termosolar</b>			50	175.000
<b>Total</b>	<b>1.353</b>	<b>3.844.830</b>	<b>2.258</b>	<b>6.176.740</b>

### Régimen Especial (Cogeneraciones)

En relación a los equipos de cogeneración se prevé la instalación de 48,9 MW de cogeneración alimentada con gas natura para situarse en un valor total de 200 MW en 2020 con una producción estimada de 900.000 MWh.

## INDUSTRIA

### Crecimiento de las emisiones de combustión

Se ha estimado la evolución del consumo de energía para los diferentes combustibles en base a los datos de los balances de energía del Plan Energético de Navarra 2020.

**Tabla 7.** Tasas de variación de emisiones estimadas para el sector industrial de Navarra (%).

2010	2011	2012	2013	2014	2015	201	2017	2018	2019	2020
0,72	0,93	0,93	1,16	2,58	2,51	2,45	2,39	2,34	2,29	2,24

### Crecimiento de las emisiones de proceso

Se ha extrapolado la tendencia histórica contemplada para este tipo de emisiones, realizando un análisis de la asignación para las emisiones de proceso en las industrias de Navarra durante el periodo 2008-2012 (Plan Nacional de Asignación 2008-20012).

## TRANSPORTE<sup>8</sup>

### Crecimiento del consumo de combustibles

Se han utilizado los datos de consumo de combustibles procedentes de los balances de energía del Plan Energético de Navarra 2020.

**Tabla 8.** Tasas de variación de emisiones estimadas para el sector transporte de Navarra (%).

2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
1,00	2,46	2,39	2,32	2,57	2,50	2,43	2,37	2,30	2,24	1,71

### Crecimiento del consumo de biocarburantes

En este escenario de continuidad, se ha considerado el crecimiento en el consumo de biocarburantes planteado en el Plan Energético de Navarra.

## PRIMARIO

Se ha extrapolado la tendencia histórica observada para la cabaña ganadera, consumo de fertilizantes y producción de cultivos, basándose en los inventarios históricos de emisiones de GEIs de Navarra. La incorporación de las tasas derivadas de la tendencia histórica del propio sector se debe a que se han considerado más representativas de su posible evolución. En lo referente al consumo de combustibles se han utilizado los balances de energía del Plan Energético de Navarra 2020.

**Tabla 9.** Tasas de variación de emisiones estimadas para el sector primario de Navarra (%).

2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

<sup>8</sup> El sector transporte incluye las emisiones del transporte aéreo, transporte ferroviario y del transporte por carretera, excluyendo las emisiones debidas al transporte agrario, que se contabilizan en el propio sector primario.

0,26   -0,09   0,10   0,30   0,53   0,73   0,74   0,76   0,77   0,78   0,80

En este sector se han introducido las emisiones debidas al transporte agrario<sup>9</sup>.

## RESIDENCIAL

### Emisiones de gases no fluorados por combustión

Se han utilizado los balances de energía del Plan Energético de Navarra 2020.

### Emisiones de gases fluorados

Se ha asumido un aumento lineal anual acumulativo para todos los gases del 2,8%, conforme al aumento previsto en la UE para el periodo 1995-2010<sup>10</sup>.

**Tabla 10.** Tasas de variación de emisiones estimadas para el sector residencial de Navarra (%).

2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
-1,18	0,80	0,83	0,86	1,19	1,18	1,17	2,09	1,03	1,02	2,23

## SERVICIOS

### Emisiones de gases no fluorados por combustión

Se han utilizado los balances de energía del Plan Energético de Navarra 2020.

### Emisiones de gases fluorados

Se ha asumido un aumento lineal anual acumulativo para todos los gases del 2,8%, conforme al aumento previsto en la UE para el periodo 1995-2010<sup>11</sup>

**Tabla 11.** Tasas de variación de emisiones estimadas para el sector servicios de Navarra (%).

<sup>9</sup> Para proyectar las emisiones del transporte agrario se han utilizado los datos del inventario de emisiones de GEI de Navarra del año 2009, donde el consumo de gasóleo B de la maquinaria agroforestal ha sido distribuido entre el sector Primario y el sector Residencial, en base a determinados parámetros de ambos sectores, como son la intensidad energética residencial (tep/hogar) y superficie cultivada, tal y como se ha realizado en el inventario de emisiones de GEI de Navarra.

<sup>10</sup> Fuente: Propuesta de Reglamento del Parlamento Europeo y del Consejo sobre determinados gases fluorados de efecto invernadero.

<sup>11</sup> Fuente: Propuesta de Reglamento del Parlamento Europeo y del Consejo sobre determinados gases fluorados de efecto invernadero.

2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
0,85	0,84	0,85	0,86	0,95	0,95	0,94	1,5	2,23	2,21	2,45

## GESTIÓN DE RESIDUOS

Se ha supuesto una evolución de las emisiones del sector gestión de residuos acorde con los datos que aparecen en el Plan Integral de Gestión de Residuos de Navarra (PIGRN 2020).

**Tabla 12.** Tasas de variación de emisiones estimadas para la gestión de residuos de Navarra (%).

2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
0,32	0,72	0,79	0,82	0,87	0,92	0,97	0,71	0,96	0,94	0,92

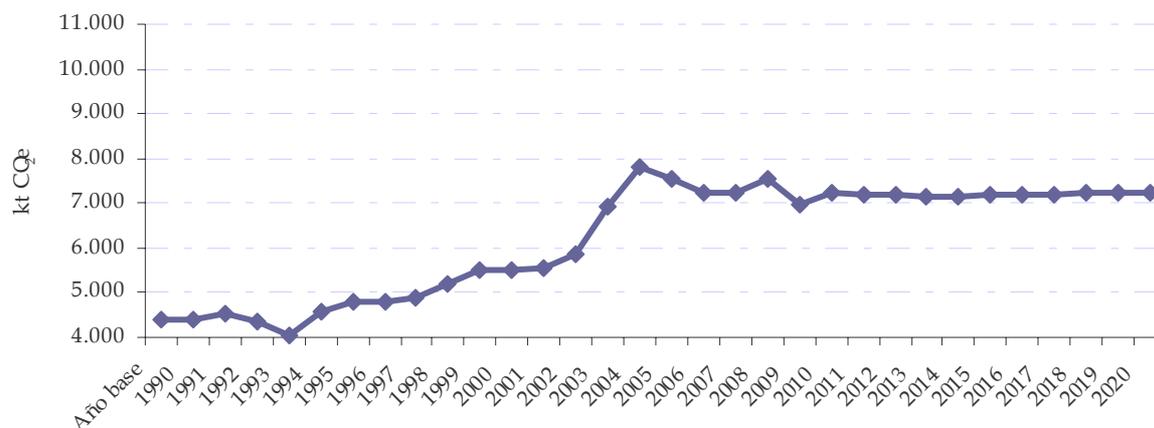
## Escenario probable

El escenario probable contempla el efecto de las medidas previstas en el contexto del Plan de Acción presentado, así como aquellas acciones no implementadas todavía, pero previstas ya por el Gobierno de Navarra. Este segundo escenario ofrece la perspectiva de dónde se situarían las emisiones de GEI de Navarra en los próximos años.

### Emisiones directas

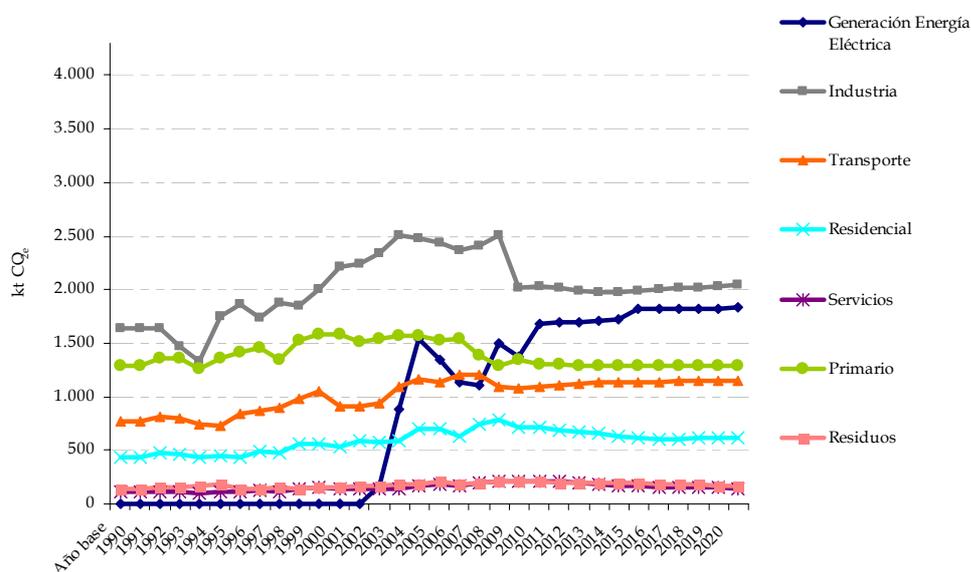
Las emisiones directas a 2020 aumentarían respecto al año 2009 en un 4% y en un 65% respecto al año base, mientras que la evolución que se tuvo en 2009 respecto al año base fue de un 59%.

**Gráfica 14.** Proyección con medidas de las emisiones directas de GEIs de Navarra



En el escenario probable de cumplimiento del Plan de Acción, las emisiones directas de GEIs de Navarra se situarían un 65% por encima de las emisiones del año base en el periodo 2010-2012, que representa un aumento de alrededor de un 4% respecto a las emisiones de 2009. Los resultados desagregados muestran una evolución muy diferente por parte de los distintos sectores.

**Gráfica 15.** Proyección del escenario probable de cumplimiento del Plan de Acción



Al final del periodo, año 2020, el sector de la industria sería el sector más emisor de Navarra. Le seguiría el sector de la generación de energía eléctrica, situándose, de este modo, como el segundo sector más emisor de la Comunidad Foral.

En las tablas que se detallan a continuación se expone la evolución de las emisiones desde el año 2010, año de comienzo del Plan de Acción por el Clima de Navarra, hasta el año 2020, año de finalización de la Estrategia frente al Cambio Climático de Navarra.

**Tabla 13.** Evolución de las emisiones directas de GEIs en Navarra en el escenario probable de cumplimiento del Plan de Acción

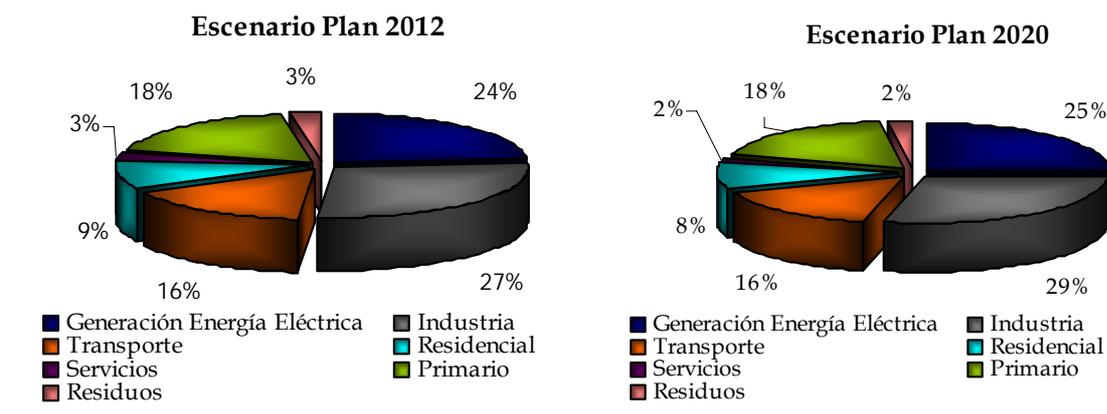
Kt CO <sub>2</sub> e	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Generación de energía eléctrica	1.680	1.690	1.699	1.708	1.717	1.820
Industria	2.037	2.010	1.992	1.970	1.980	1.991
Transporte	1.088	1.112	1.124	1.132	1.138	1.133
Residencial	709	691	673	656	636	622
Servicios	211	203	195	187	175	163
Primario	1.300	1.297	1.294	1.292	1.292	1.290
Residuos	203	201	199	199	197	193
<b>TOTAL</b>	<b>7.229</b>	<b>7.205</b>	<b>7.176</b>	<b>7.143</b>	<b>7.135</b>	<b>7.212</b>

Kt CO <sub>2</sub> e	2016	2017	2018	2019	2020
Generación de energía eléctrica	1.819	1.820	1.823	1.827	1.833
Industria	2.002	2.012	2.023	2.033	2.044
Transporte	1.138	1.142	1.147	1.150	1.154
Residencial	609	607	610	612	614
Servicios	153	151	150	148	147
Primario	1.288	1.287	1.285	1.283	1.282
Residuos	188	183	178	174	169
<b>TOTAL</b>	<b>7.197</b>	<b>7.203</b>	<b>7.215</b>	<b>7.228</b>	<b>7.244</b>

EVOLUCIÓN EMISIONES DIRECTAS				
Kt CO <sub>2</sub> e	Evolución base-2009	Evolución 2009-2020	Evolución base-(med10-12)	Evolución base-2020
Generación de energía eléctrica	>100%	33%	>100%	>100%
Industria	23%	1%	23%	25%
Transporte	38%	7%	43%	48%
Residencial	68%	-15%	62%	44%
Servicios	98%	-30%	90%	37%
Primario	5%	-5%	1%	-0,25%
Residuos	43%	-18%	40%	18%
<b>TOTAL</b>	<b>59%</b>	<b>4%</b>	<b>65%</b>	<b>65%</b>

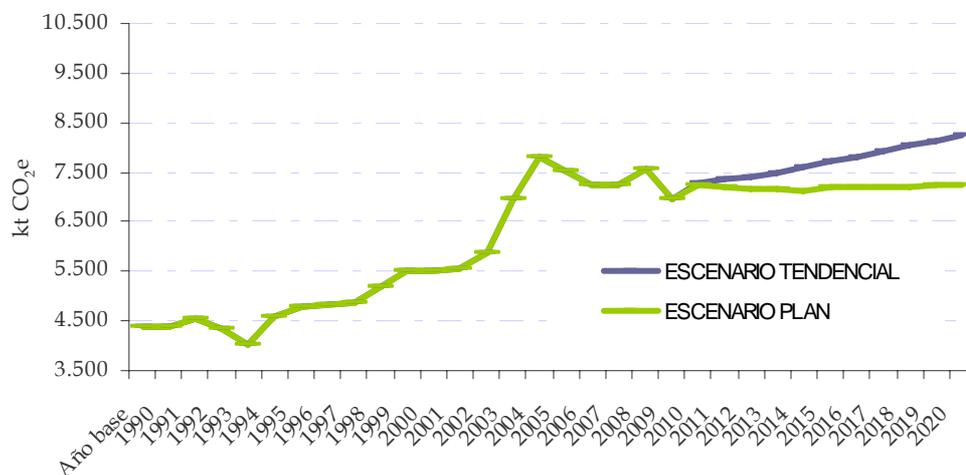
El reparto de las emisiones por sectores ha evolucionado destacando el retraimiento del sector residencial y residuos. Respecto al resto de sectores, con excepción de los sectores, transporte y primario, incrementan ligeramente sus emisiones en el año 2020.

**Gráfica 16.** Reparto por sectores de las emisiones directas de GEI en Navarra



Las emisiones directas en el escenario probable de cumplimiento del Plan de Acción frente al Cambio Climático de Navarra son inferiores a las emisiones del escenario tendencial a partir del año 2010. La razón de estos resultados se fundamenta en qué la estructura de generación de energía eléctrica es la misma para los dos escenarios. El parámetro discordante es la demanda energética que se reduce en el escenario plan respecto el tendencial mediante las diferentes medidas de eficiencia energética puestas en marcha.

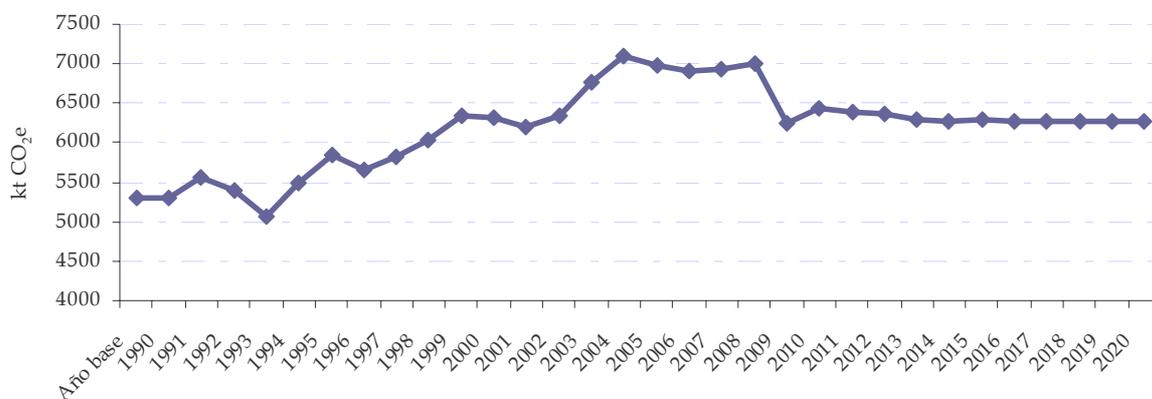
**Gráfica 17.** Proyección con medidas de las emisiones directas de GEIs de Navarra respecto a las emisiones directas del escenario tendencial



## Emisiones totales

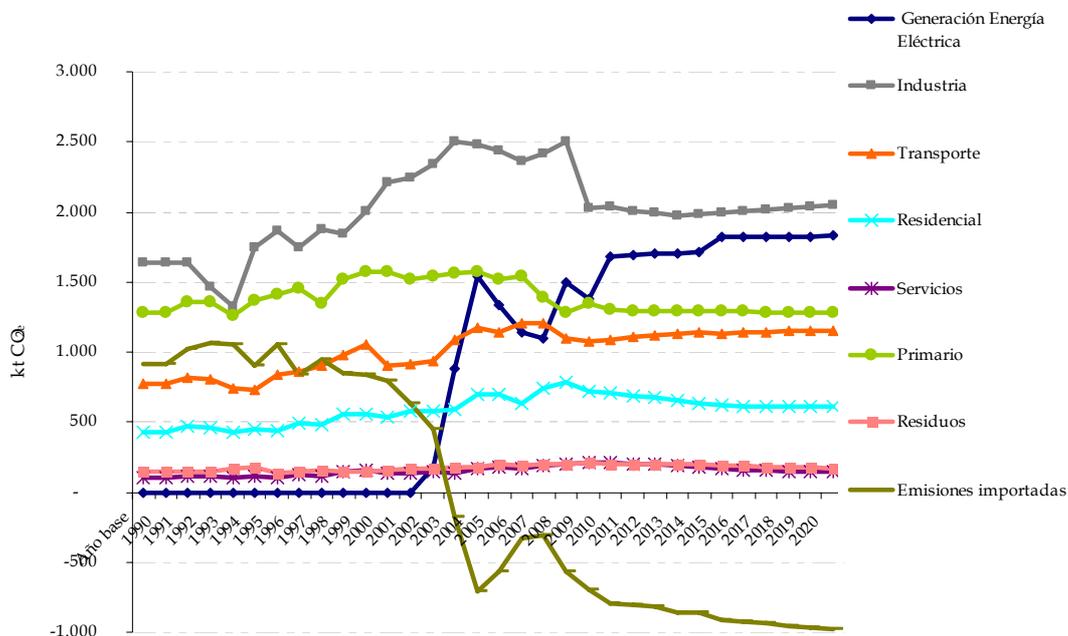
Las emisiones totales de este escenario a 2020 no aumentarían respecto al año 2009 y sí lo harían en un 18% respecto al año base, mientras que la evolución que se tuvo en 2009 respecto al año base fue de un 18%.

**Gráfica 18.** Proyección con medidas de las emisiones totales de GEIs de Navarra



En este nuevo escenario las emisiones totales de GEIs de Navarra se situarían un 21% por encima de las emisiones del año base en el periodo 2010-2012, que representa un aumento de alrededor de un 2% respecto a las emisiones de 2009. El reparto por sectores para este enfoque quedaría como muestra la siguiente gráfica:

**Gráfica 19.** Proyección de las emisiones totales de GEIs del escenario probable de cumplimiento del Plan de Acción



La apuesta por la generación eléctrica utilizando las tecnologías más avanzadas existentes en la actualidad, permite en el nuevo escenario una autosuficiencia eléctrica, a un mix eléctrico inferior al estatal, que se prolonga hasta el final del periodo, y una exportación de electricidad hacia regiones más deficitarias.

**Tabla 14.** Evolución de las emisiones totales de GEIs en Navarra en el escenario probable de cumplimiento del Plan de Acción

Kt CO <sub>2</sub> e	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Generación de energía eléctrica	1.680	1.690	1.699	1.708	1.717	1.820
Emisiones importadas GEE*	-799	-808	-819	-858	-855	-914
Industria	2.037	2.010	1.992	1.970	1.980	1.991
Transporte	1.088	1.112	1.124	1.132	1.138	1.133
Residencial	709	691	673	656	636	622
Servicios	211	203	195	187	175	163
Primario	1.300	1.297	1.294	1.292	1.292	1.290
Residuos	203	201	199	199	197	193
<b>TOTAL</b>	<b>6.431</b>	<b>6.397</b>	<b>6.357</b>	<b>6.285</b>	<b>6.280</b>	<b>6.298</b>

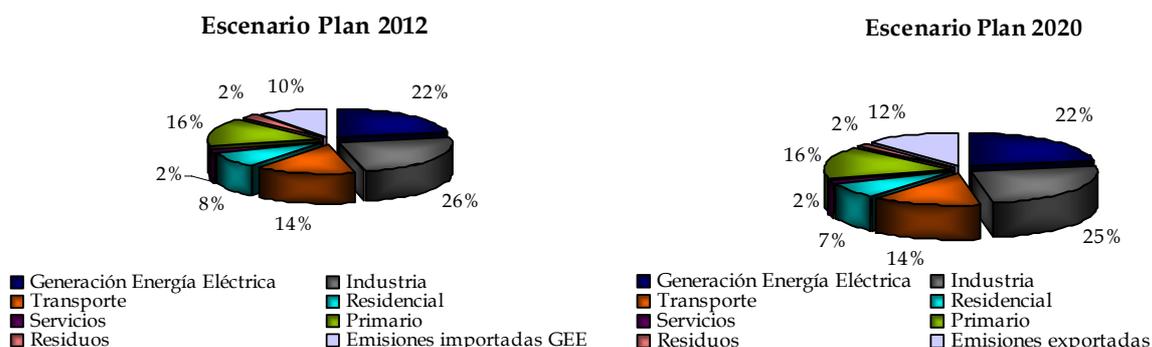
Kt CO <sub>2</sub> e	2016	2017	2018	2019	2020
Generación de energía eléctrica	1.819	1.820	1.823	1.827	1.833
Emisiones importadas GEE*	-927	-940	-953	-967	-980
Industria	2.002	2.012	2.023	2.033	2.044
Transporte	1.138	1.142	1.147	1.150	1.154
Residencial	609	607	610	612	614
Servicios	153	151	150	148	147
Primario	1.288	1.287	1.285	1.283	1.282
Residuos	188	183	178	174	169
<b>TOTAL</b>	<b>6.270</b>	<b>6.263</b>	<b>6.261</b>	<b>6.262</b>	<b>6.263</b>

\* Las emisiones importadas con signo negativo se refieren a la cantidad de emisiones que se están exportando en la región

Kt CO <sub>2</sub> e	EVOLUCIÓN EMISIONES TOTALES			
	Evolución base-2009	Evolución 2009-2020	Evolución base-(med10-12)	Evolución base-2020
Generación de energía eléctrica	>100%	33%	>100%	>100%
Emisiones importadas GEE*	-176%	40%	-188%	-207%
Industria	23%	1%	23%	25%
Transporte	38%	7%	43%	48%
Residencial	68%	-15%	62%	44%
Servicios	98%	-30%	90%	37%
Primario	5%	-5%	1%	0%
Residuos	43%	-18%	40%	18%
<b>TOTAL</b>	<b>18%</b>	<b>0%</b>	<b>21%</b>	<b>18%</b>

El reparto de las emisiones por sectores es el que se recoge en las siguientes gráficas; la primera corresponde al año 2012, año en el que termina el periodo establecido en el Protocolo de Kioto y la segunda al año 2020, año en el que la UE se compromete a reducir sus emisiones de GEIs al menos en un 20% respecto a 1990.

**Gráfica 20.** Reparto por sectores de las emisiones totales de GEI en Navarra



Como en caso del escenario tendencial, en el que la industria se mantenía como principal sector emisor, el segundo sigue manteniéndose la generación de energía eléctrica.

La evolución de las emisiones totales de Navarra en ambos escenarios es similar, con una disminución de las emisiones en el escenario probable de cumplimiento del Plan de Acción debido al efecto estimado de las medidas promovidas sobre las emisiones totales de Navarra. Además, hay que tener presente el efecto de la puesta en marcha de tecnología de ciclo combinado así como el incremento esperado en relación a producción renovable de energía

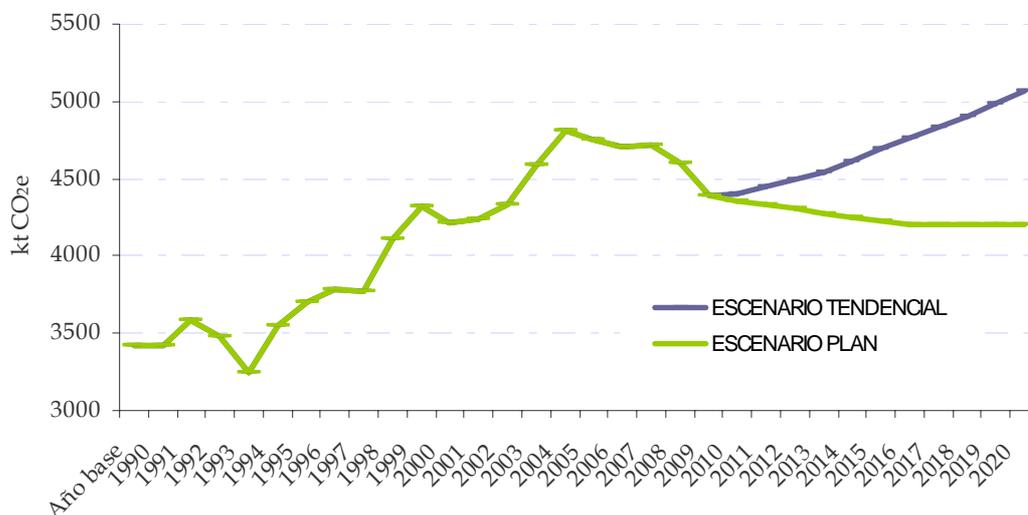
dentro del territorio que, por un lado permite cubrir la totalidad de la demanda eléctrica y además exportar electricidad a regiones más deficitarias.

**Gráfica 21.** Proyección con medidas de las emisiones totales de GEIs de Navarra



Por otra parte, alrededor del 37-38% de las emisiones de Navarra se encuentran afectadas por el comercio europeo de derechos de emisión (EU ETS por sus siglas en inglés). Realizando el mismo análisis, pero teniendo en cuenta únicamente las emisiones ligadas a los sectores difusos, es decir excluyendo aquellas emisiones del sector industrial y de generación eléctrica afectadas por el EU ETS, la evolución de las emisiones se presenta más pausada y con una diferencia más clara respecto al escenario tendencial.

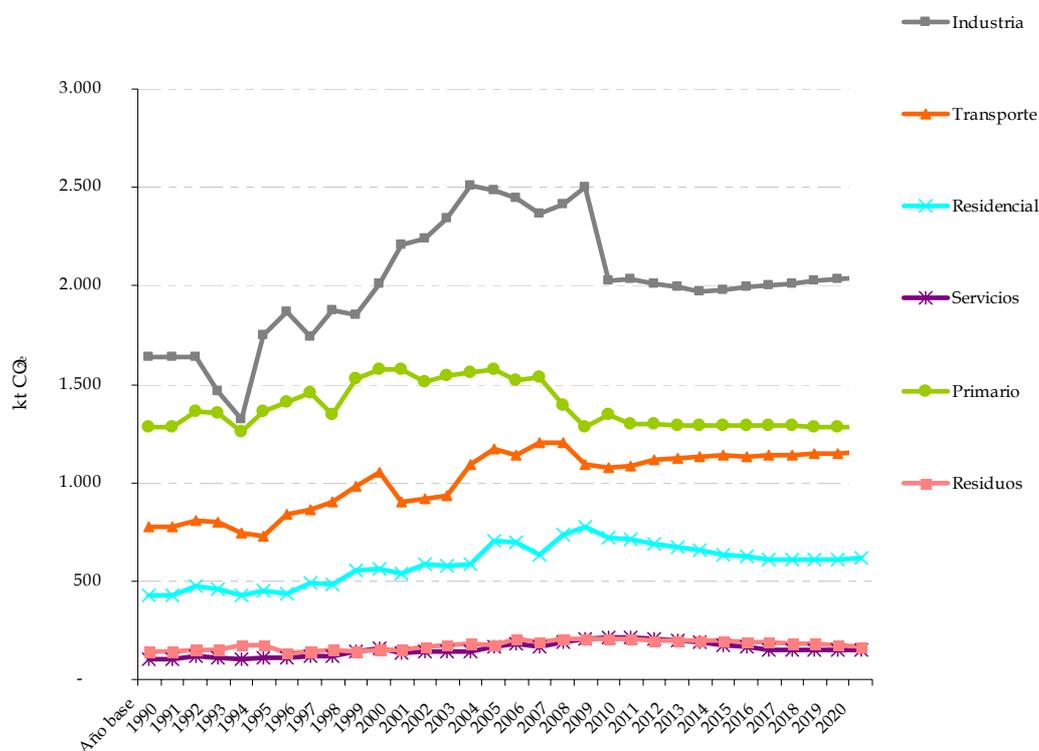
**Gráfica 22.** Proyecciones con medidas de las emisiones de GEI de Navarra asociadas a los sectores difusos, no afectados por el EU ETS.



En el escenario probable de cumplimiento del Plan de Acción se alcanzan disminuciones en los sectores servicios, residencial y residuos y se permite una ligera contención del crecimiento de las emisiones de los sectores industria y primario. Por otra parte, aunque en los primeros años se puede conseguir una limitación de las emisiones de los sectores al final el compendio de todos los sectores vuelven a ascender por el agotamiento de las medidas previstas hasta el momento. Estos resultados corroboran la necesidad de incidir en mayor medida sobre los diversos sectores.

Una realidad de los modelos de proyección de emisiones utilizados para la estimación a largo plazo, es que no incorporan posibles avances tecnológicos que se produzcan en el futuro. Ello es debido a la falta de información existente sobre la incidencia de posibles nuevas tecnologías en los diferentes sectores en las emisiones de GEIs de un determinado territorio. Ello explica que, cuando el efecto de las medidas previstas se agota, al seguir aumentando las demandas energéticas de los diferentes sectores -hecho ligado a cualquier modelo de proyección económica- las emisiones de GEIs vuelven a tener una tendencia ascendente.

**Gráfica 23.** Proyecciones sectoriales de los sectores difusos en el escenario previsto de cumplimiento del Plan de Acción.



Las hipótesis que se han asumido para la realización de este escenario se muestran a continuación, en función de cada sector:

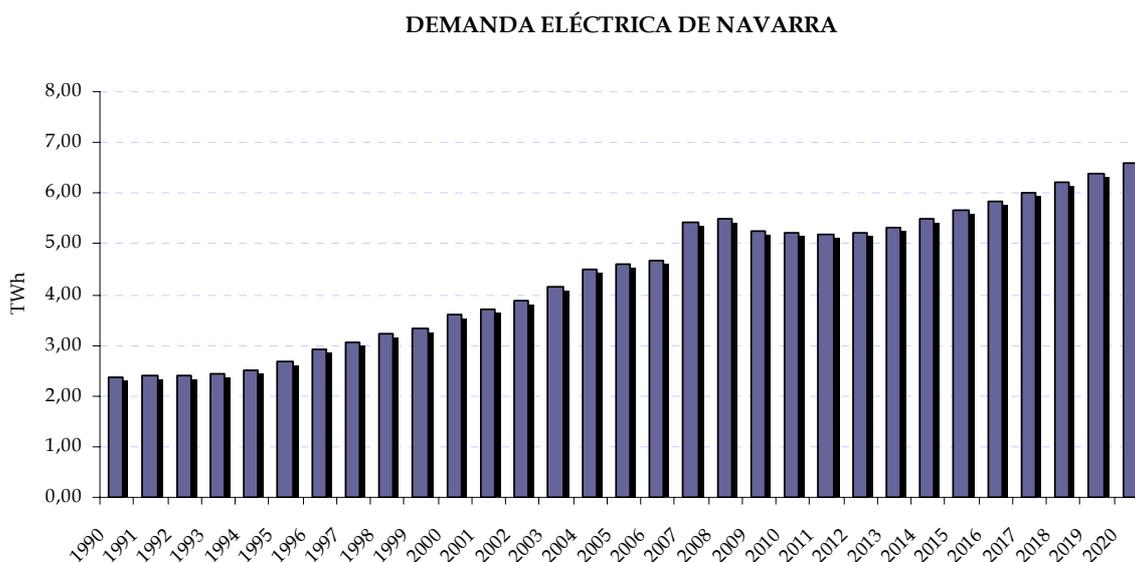
### DEMANDA ELÉCTRICA

Cómo se ha comentado en la sección anterior las consideraciones para la evolución de los comportamientos de la producción y demanda energética a 2020 para Navarra en ambos escenarios han sido las mismas. Las consideraciones se han realizado en referencia a los cambios derivados del incremento de población y crecimiento económico.

En el caso de este escenario, la implementación de medidas adicionales en materia de promoción de energías renovables y eficiencia energética (definidas en el marco del documento de Horizonte Energético de Navarra 2020) genera una variación en el comportamiento de la demanda lo que conlleva una reducción en los valores de demanda en comparación con el escenario de referencia.

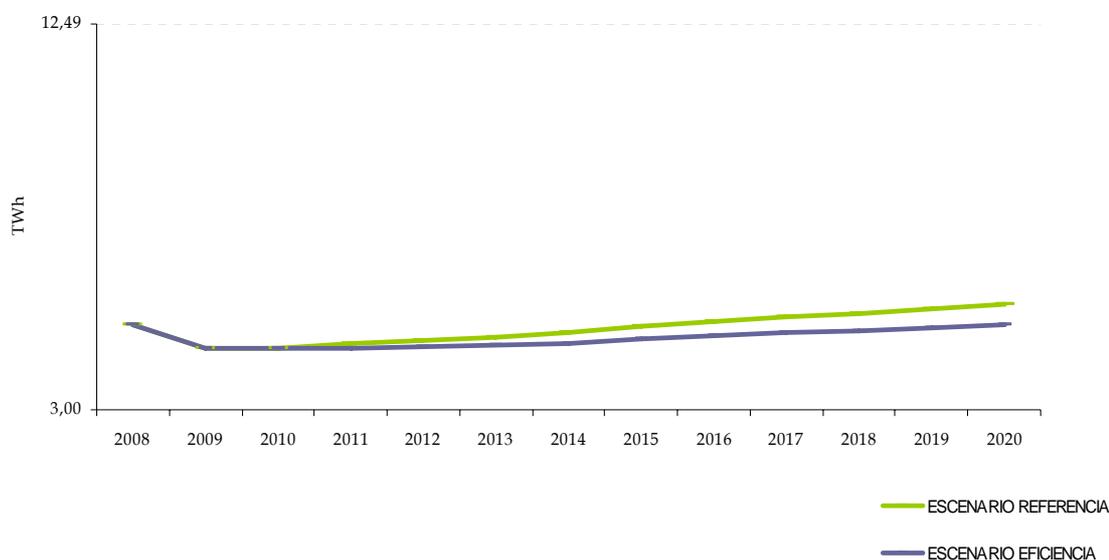
**Tabla 15.** Tasas de variación de emisiones estimadas para la demanda eléctrica de Navarra en el escenario probable de cumplimiento del Plan de Acción (%).

2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
0,67	0,13	0,40	0,66	1,36	2,37	1,38	1,43	1,45	1,45	1,41

**Gráfica 24.** Evolución de la demanda eléctrica de Navarra

Analizando con detalle la proyección de la demanda eléctrica en Navarra para los dos escenarios propuestos, se observa un desacoplamiento entre la demanda de ambos, siendo la del escenario de eficiencia menor a la demanda del escenario de referencia, debido al efecto de las medidas incorporadas en materia de energías renovables y eficiencia energética contenidas en el documento del Horizonte Energético de Navarra 2020.

**Gráfica 25.** Proyección de la demanda eléctrica en el escenario de referencia y en el escenario de eficiencia del Horizonte Energético de Navarra



## GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Cómo se ha comentado anteriormente la distribución de tecnologías de producción a 2020 es la misma en los dos escenarios.

### Régimen Ordinario (No Renovables)

Teniendo presente la situación a fecha de 2009, a los 1.200 MW existentes se le otros 400 MW para 2018 con lo que la potencia total a 2020 se sitúa en 1.600 MW en materia de ciclos combinados con gas natural. La producción eléctrica en 2009 fue de 3.690.768 MWh, para 2018, con la inclusión de la nueva potencia se espera un nivel de producción similar 3.672.000 MWh (a costa de reducir régimen de horas de funcionamiento).

La situación de partida es que en el año 2009<sup>12</sup> la potencia instalada de esta tecnología ascendía a 1.200 MW, con una producción cercana a los 3.690.000 MWh<sup>13</sup>.

<sup>12</sup> Dato proporcionado por el Departamento de Innovación, Empresa y Empleo del Gobierno de Navarra.

<sup>13</sup> Dato de Red Eléctrica Española.

**Tabla 16.** . Potencia instalada (MW) de ciclos combinados en el escenario de eficiencia del Horizonte Energético de Navarra a 2020

2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
1.200	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200	1.600	1.600	1.600

**Tabla 17.** Producción estimada (MWh) asociada a los ciclos combinados en el escenario de eficiencia del Horizonte Energético de Navarra a 2020

2010	2011	2012	2013	2014	2015-2020
3.687.640	3.684.512	3.681.384	3.678.256	3.675.128	3.672.000

### Régimen Ordinario y Régimen Especial (Renovables)

Teniendo presente la situación a fecha de 2009, se prevé la instalación de las siguientes potencias en base a los objetivos del Horizonte Energético de Navarra, hasta 2020, concretamente:

- ◆ Biomasa y biogás: 59,5 MW instalados.
- ◆ Minihidráulica: 12,6 MW instalados.
- ◆ Eólica: 652,4 MW instalados
- ◆ Fotovoltaica: 58 MW
- ◆ Termo solar: 50 MW

En lo que respecta a estas tecnologías, en el año 2009 la distribución de potencias era la siguiente: 48 MW de energía hidráulica, 157,4 MW de mini-hidráulica, 948 MW de eólica, 33 MW de biomasa, 2,60 MW de biogás y 132 MW de solar fotovoltaica.

Aunque no se dispone de información sobre la potencia de la planta a instalar (previsiblemente en 2015) se dispone de información en relación a la cantidad de residuos que tratará de forma anual durante el período de su vida útil (184.000 toneladas). A partir de esta información se ha realizado una estimación de la producción anual<sup>14</sup> de electricidad a partir de residuos, estimada en aproximadamente 105.000 GWh.

<sup>14</sup> La estimación de la producción eléctrica se ha realizado suponiendo unos valores energéticos de 2.000 kcal/kg para RSU y de 4.000 kcal/kg para RINP.

### Régimen Especial (Cogeneraciones)

La potencia total de equipos de cogeneración instalada en 2009 fue de 7 MW para equipos de cogeneración alimentados con gasóleo y de 151 MW de equipos alimentados con gas natural. Se espera que hasta 2015 se mantengan los mismos valores de potencia para los equipos de cogeneración alimentados con gasóleo para disminuir progresivamente el valor de potencia hasta la desaparición de estos equipos para 2020. En el caso de los equipos de cogeneración alimentados con gas natural, la potencia instalada en 2009 fue de 157 MW. La previsión a 2020 es que la potencia de estos equipos aumente hasta los 200 MW, supliendo la pérdida de los equipos de gasóleo y generando energía adicional.

**Tabla 18.** Potencia instalada (MW) de cogeneraciones en el escenario de eficiencia dentro del Horizonte Energético de Navarra a 2020.

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
GN	157	163	168	174	180	185	188	191	194	197	200
Gasóleo	7	7	7	7	7	7	6	4	3	1	0

**Tabla 19.** Producción (MWh) de instalaciones de cogeneración en el escenario de eficiencia dentro del Horizonte Energético de Navarra a 2020

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
GN	758.575	775.078	790.812	805.778	819.973	833.400	846.720	860.040	873.360	886.680	900.000
Gasóleo	12.649	16.419	20.190	23.960	27.730	31.500	20.160	11.340	5.040	1.260	0

Cabe destacar que a este sector sólo se le imputan las emisiones referentes a la generación de energía eléctrica.

## INDUSTRIA

### Crecimiento de las emisiones de combustión

Sobre la base del crecimiento del consumo energético propuesto en los balances energéticos para el sector en el Plan Energético de Navarra 2020, se han incorporado las tasas de variación real estimadas para el sector industrial de la Comunidad Foral.

**Tabla 20.** Tasas de variación de emisiones estimadas para el sector industrial de Navarra en el escenario probable de cumplimiento del Plan de Acción (%).

2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
0,72	-1,34	-0,90	-1,11	0,54	0,53	0,53	0,53	0,53	0,52	0,52

### **Crecimiento de las emisiones de proceso**

Se ha extrapolado la tendencia histórica contemplada para este tipo de emisiones realizando un análisis de la asignación para las emisiones de proceso en las industrias de Navarra durante el periodo 2008-2012 (Plan Nacional de Asignación 2008-2012). En lo relativo a las emisiones de proceso, no se ha estimado ninguna mejora, ya que se considera que la capacidad de reducción es escasa, siguiendo las previsiones realizadas por los Planes de Asignación de derechos de emisión en los que prácticamente se asignan derechos para la totalidad de las emisiones de proceso de la industria.

## **TRANSPORTE**

### **Crecimiento del consumo de combustibles**

Se ha asumido el crecimiento del consumo de combustibles propuesto en los balances energéticos para el sector en el Plan Energético de Navarra 2020.

**Tabla 21.** Tasas de variación de emisiones estimadas para el sector transporte de Navarra en el escenario probable de cumplimiento del Plan de Acción (%).

2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
1,21	2,24	1,02	0,74	0,53	-0,46	0,41	0,43	0,35	0,34	0,33

### **Crecimiento del consumo de biocarburantes**

Se ha asumido el objetivo marcado en la estrategia energética de Navarra, es decir, lograr la cuota de energía de un 11% procedente de fuentes renovables en el consumo final de energía en el transporte.

**PRIMARIO<sup>15</sup>**

La definición general se basa en los diferentes escenarios futuros propuestos para la cabaña ganadera, consumo de fertilizantes y producción de cultivos, por los siguientes organismos:

- ✓ Plan Estratégico de la Agricultura Navarra.
- ✓ European Fertilizer Manufacturers Association (EFMA).
- ✓ Internacional Fertilizar Industry Association (IFA).
- ✓ European Commission - Directorate-General for Agriculture and Rural Development -(DGARD).
- ✓ Datos históricos agroalimentarios y Plan Nacional de Residuos del Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino (MMAMRM).

Se ha extrapolado la tendencia histórica contemplada para las emisiones procedentes de la producción agrícola. Las emisiones del sector primario en el escenario probable son inferiores a las del escenario tendencial, debido al efecto previsto de la implementación de las medidas incorporadas en el Plan de Acción para dicho sector. En lo referente al consumo de combustibles, se han utilizado los valores de los balances energéticos del Plan Energético de Navarra 2020.

**Tabla 22.** Tasas de variación estimadas para el sector primario de Navarra en el escenario probable de cumplimiento del Plan de Acción.

2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
-3,50	-0,20	-0,26	-0,17	0,03	-0,15	-0,14	-0,14	-0,13	-0,11	-0,10

**RESIDENCIAL**

Se ha asumido los porcentajes de crecimiento del consumo de energía propuestos para el sector en el Plan Energético de Navarra 2020. Al igual que ocurre en otros sectores, las emisiones asociadas al sector residencial son inferiores en el escenario probable de cumplimiento del Plan de Acción respecto al tendencial, debido al efecto previsto de las medidas contempladas en el Plan de Acción sobre el crecimiento tendencial en el consumo de energía.

<sup>15</sup> Para proyectar las emisiones del transporte agrario se han utilizado los datos del inventario de emisiones de GEI de Navarra del año 2007, donde el consumo de gasóleo B de la maquinaria agroforestal ha sido distribuido entre el sector Primario y el

**Tabla 23.** Tasas de variación de emisiones estimadas para el sector residencial de Navarra en el escenario probable de cumplimiento del Plan de Acción (%).

2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
-1,38	-2,55	-2,56	-2,65	-2,93	-2,25	-2,10	-0,29	0,38	0,38	0,39

## SERVICIOS

Se ha asumido los porcentajes de crecimiento del consumo de energía propuestos para el sector en el Plan Energético de Navarra 2020. Las emisiones del sector servicios en este escenario muestran una reducción respecto a las emisiones del escenario tendencial, debido al efecto previsto de las medidas contempladas en el Plan de Acción sobre el crecimiento tendencial en el consumo de combustibles.

**Tabla 24.** Tasas de variación estimadas para el sector servicios de Navarra en el escenario probable de cumplimiento del Plan de Acción (%).

2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
0,17	-3,88	-4,06	-4,34	-6,27	-6,92	-5,85	-1,16	-1,02	-1,05	-1,07

## GESTIÓN DE RESIDUOS

La estimación en la generación y gestión de residuos urbanos biodegradables se ha basado en los crecimientos y objetivos de gestión previstos por el Plan Integral de Gestión de Residuos de Navarra y por la Estrategia Española de reducción de Residuos Biodegradables destinados a los vertederos. Se prevé que el nuevo Plan de Acción de Navarra impulse reducciones en la tasa de generación de residuos por habitante y en la cantidad de residuos no tratados vertidos a vertedero. No obstante, los principales objetivos cuantitativos se asumirán en el Plan Integral de Gestión de Residuos de Navarra, que fue aprobado a finales de diciembre de 2010.

**Tabla 25.** Tasas de variación estimadas para la gestión de residuos de Navarra (%).

2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
-1,20	-1,04	-1,20	0,07	-1,22	-1,83	-2,43	-2,75	-2,50	-2,55	-2,60

## D. RESULTADOS OBTENIDOS

A continuación se detalla la evolución tendencial de las emisiones totales por sector, es decir, con la incorporación de las emisiones asociadas a la electricidad que se importa o se exporta, desde el año 2010 hasta el año 2020. Como se puede observar en la tabla, al final del periodo, el sector industrial se configuraría como el sector más emisor de Navarra, acorde con la tendencia mostrada históricamente. Asimismo, tras el sector industrial, el sector de generación de energía eléctrica se posiciona como el segundo sector más emisor en el año 2020, seguido del sector primario y el sector transporte.

**Tabla 26.** Evolución tendencial de las emisiones totales de GEIs en Navarra en el periodo comprendido entre 2010 y 2020

Kt CO <sub>2</sub> e	2010	2012	2015	2020
Generación de energía eléctrica	1.680	1.699	1.725	1.737
Emisiones importadas GEE*	-799	-786	-810	-850
Industria	2.037	2.075	2.208	2.478
Transporte	1.086	1.139	1.225	1.367
Residencial	711	722	746	804
Servicios	213	217	223	224
Primario	1.351	1.351	1.372	1.425
Residuos	206	210	215	225
<b>TOTAL</b>	<b>6.485</b>	<b>6.626</b>	<b>6.903</b>	<b>7.410</b>

\* Las emisiones importadas con signo negativo se refieren a la cantidad de emisiones que se están exportando en la región

Por su parte, en lo que respecta al escenario probable de cumplimiento del Plan de Acción por el Clima de Navarra, la evolución de las emisiones totales por sector en el periodo comprendido entre el año 2010 y el año 2020, año de finalización de la Estrategia frente al Cambio Climático de Navarra, se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla 27.** Evolución de las emisiones totales de GEIs en Navarra en el escenario probable de cumplimiento del Plan de Acción

Kt CO <sub>2</sub> e	2010	2012	2015	2020
Generación de energía eléctrica	1.680	1.699	1.820	1.833
Emisiones importadas GEE*	-799	-819	-914	-980
Industria	2.037	1.992	1.991	2.044
Transporte	1.088	1.124	1.133	1.154
Residencial	709	673	622	614
Servicios	211	195	163	147
Primario	1.300	1.294	1.290	1.282
Residuos	203	199	193	169
<b>TOTAL</b>	<b>6.431</b>	<b>6.357</b>	<b>6.298</b>	<b>6.263</b>

\* Las emisiones importadas con signo negativo se refieren a la cantidad de emisiones que se están exportando en la región

Como se observa, no existen diferencias respecto el escenario tendencial, puesto que los sectores más emisores en orden descendente son: la industria, la generación de energía eléctrica, sector primario y el sector transporte.

Una vez reflejada la evolución de las emisiones en ambos escenarios, se ha elaborado una tabla comparativa, donde se reflejan las reducciones estimadas de las emisiones totales en el escenario probable de cumplimiento del Plan de Acción frente al escenario tendencial, en el periodo de estudio.

**Tabla 28.** Evolución de las reducciones totales estimadas en el escenario probable de cumplimiento del Plan de Acción frente al escenario tendencial

Kt CO <sub>2</sub> e	2010	2012	2015	2020
Generación de energía eléctrica	0	0	-95	-95
Emisiones importadas GEE*	0	33	104	130
Industria	0	83	217	434
Transporte	-2	15	93	213
Residencial	1	49	124	190
Servicios	1	22	60	77
Primario	51	57	82	143
Residuos	3	11	22	56
<b>TOTAL</b>	<b>54</b>	<b>269</b>	<b>605</b>	<b>1.147</b>

Como ya se ha mencionado anteriormente, la evolución de las emisiones totales de la Comunidad Foral de Navarra en ambos escenarios es similar, con una disminución de las emisiones en el escenario probable de cumplimiento del Plan de Acción debido al efecto estimado de las medidas promovidas sobre las emisiones totales de Navarra.

Por otro lado, cabe destacar que en torno al 37-38% de las emisiones de Navarra están afectadas por el comercio europeo de derechos de emisión (EU ETS, por sus siglas en inglés). Realizando el mismo análisis comparativo entre ambos escenarios, pero considerando únicamente las emisiones ligadas a los sectores difusos, es decir, excluyendo aquellas emisiones del sector industrial y de generación eléctrica afectadas por el EU ETS, las reducciones se muestran más evidentes en el escenario probable de cumplimiento del Plan de Acción frente al escenario tendencial.

**Tabla 29.** Evolución de las reducciones estimadas en los sectores difusos en el escenario probable de cumplimiento del Plan de Acción frente al escenario tendencial

Kt CO <sub>2</sub> e	2010	2012	2015	2020
Industria*	0	34	89	179
Transporte	-2	15	93	213
Residencial	1	49	124	190
Servicios	1	22	60	77
Primario	51	57	82	143
Residuos	3	11	22	56
<b>TOTAL</b>	<b>54</b>	<b>187</b>	<b>469</b>	<b>857</b>

\* Las emisiones del sector industrial reflejadas en este cuadro corresponden a la parte no afectada por el EU ETS.

## **ABSORCIONES DE CO<sub>2</sub> HISTÓRICAS Y FUTURAS**

### **A. FUENTES CONSULTADAS Y METODOLOGÍA DEL ESTUDIO**

#### **IDENTIFICACIÓN DE LAS MEDIDAS**

Las medidas incluidas en el presente informe se enmarcan dentro del Plan Forestal de Navarra (1998-2007), del Programa de Desarrollo Rural de Navarra (2007-2013) y del Plan de Acción por el Clima de Navarra (2010-2012). Las medidas identificadas ya han sido desarrolladas en la actualidad y se prevé que en un futuro se siga la tendencia de las mismas en los últimos años (crecimiento o decrecimiento).

#### **MÉTODOS EMPLEADOS**

El presente informe se ha elaborado partiendo de las siguientes premisas:

- ✦ La tonelada de CO<sub>2</sub> e se considera unidad de absorción.
- ✦ El periodo comprendido entre los años 2008 y 2012 es considerado como horizonte temporal.

La absorción o emisión de CO<sub>2</sub> se ha cuantificado a partir de la variable de actividad y un factor de absorción o emisión. Por un lado, la variable de actividad se ha definido como las hectáreas afectadas por cada medida. Por otro lado, el factor de absorción o emisión se ha definido como las toneladas de carbono absorbidas debido al efecto de la medida por hectárea y año (t C/ha y año). Los factores de emisión correspondientes a cada una de las medidas se han obtenido a partir del Inventario de Sumideros de CO<sub>2</sub> para Navarra y otras referencias bibliográficas especificadas a lo largo del informe.

Inicialmente, se ha calculado la absorción potencial de cada una de las medidas, aplicándose posteriormente algunos criterios de limitación para la generación de unidades de absorción para la contabilización del Protocolo de Kioto. Los criterios de limitación se especifican a continuación:

- ✦ Se han excluido las actividades que España no consideran en el ámbito de su contabilidad (gestión de los pastos y reestablecimiento de la vegetación).
- ✦ Se ha aplicado un límite a las unidades de absorción, fijando como máximo 64.605 unidades de absorción para la Comunidad Foral de Navarra. Dicha cantidad se calcula a partir del porcentaje de la superficie forestal arbolada que Navarra representa frente al total del Estado, el cual, según el Tercer Inventario Forestal Nacional, es un 2,63%.
- ✦ Se han contabilizado únicamente las Unidades de Absorción obtenidas en el periodo 2008-2012 derivadas de las actividades históricas de gestión forestal llevadas a cabo desde el año 1990.

## B. ESCENARIO CON MEDIDAS IMPLANTADAS EN LA ACTUALIDAD Y PROYECCIONES A FUTURO

### DESCRIPCIÓN DE LAS MEDIDAS IMPLANTADAS, VARIABLE DE ACTIVIDAD Y FACTOR DE ABSORCIÓN

#### 1. Repoblaciones de áreas forestales

##### 1.1. Descripción de la medida

Los bosques desempeñan un papel multifuncional, ya que asumen funciones biológicas, ambientales, económico-sociales y de uso público paisajístico-recreativas. Por esta razón, la creación de nuevas áreas de bosque o la regeneración de otras existentes es de gran importancia y conlleva beneficios en los distintos ámbitos mencionados previamente.

##### 1.2. Variable de actividad

En la siguiente tabla, se muestran las áreas destinadas a repoblaciones forestales. Los datos referidos a los años 2003 a 2008 han sido proporcionados por la Sección de Gestión Forestal del Departamento de Desarrollo Rural y Medio Ambiente. Los datos referidos a los años posteriores (2009-2012) se han estimado teniendo en cuenta la tendencia de los últimos 5 años, puesto que se planea que la progresión sea similar a la desarrollada en dicho periodo.

**Tabla 30.** Superficie afectada por las medidas orientadas a la reforestación de las áreas forestales en función de los años.

<b>Año</b>	<b>Área (ha)</b>
2003	1.527
2004	1.076
2005	946
2006	364
2007	418
2008	441
2009	368
2010	307
2011	257
2012	214

### 1.3. Factor de absorción

El factor de absorción de esta medida se estima en 1,37 tC/ha. Este dato se extrae del Inventario de Sumideros de CO<sub>2</sub> de Navarra para 2006, puesto que es el carbono que se estima como absorbido debido al crecimiento de los árboles para las superficies de bosques que permanecen como tales en dicho documento.

## 2. Gestión sostenible de los bosques

### 2.1. Descripción de la medida

La gestión sostenible de los bosques es un tipo de gestión integrada próxima a la naturaleza, que considera en conjunto vegetación, fauna y medio físico con el objeto de preservar la biodiversidad, los procesos ecológicos esenciales y la renovación de los recursos.

### 2.2. Variable de actividad

En la siguiente tabla se muestran las áreas destinadas a gestión sostenible de los bosques. Los datos referidos a los años 2003 a 2008 han sido proporcionados por la Sección de Gestión Forestal del Departamento de Desarrollo Rural y Medio Ambiente. Los datos referidos a los años posteriores (2009-2012) se han estimado teniendo en cuenta la tendencia de los últimos 5 años, puesto que se planea que la progresión sea similar a la desarrollada en dicho periodo.

**Tabla 31.** Superficie afectada por las medidas orientadas al fomento de la gestión sostenible de los bosques en función de los años.

Año	Área(ha)
2003	168.910
2004	195.792
2005	215.055
2006	225.239
2007	241.478
2008	253.270
2009	274.839
2010	298.246
2011	323.646
2012	351.209

### 2.3. Factor de absorción

El factor de absorción aplicado en esta medida es de 0,5 tC/ha. Dicho factor se ha obtenido a partir del documento del IPCC "IPCC Special Report: land use, land-use change, and forestry", en el cual se indica dicho valor asociado con la mejora en la gestión de los bosques.

## 3. Silvicultura para la mejora de la calidad del arbolado (silvicultura preventiva)

### 3.1. Descripción de la medida

Los bosques son simultáneamente sumidero y fuente de CO<sub>2</sub>, ya que absorben carbono a través de la fotosíntesis y emiten carbono por descomposición y por la quema de árboles. La silvicultura preventiva es una práctica que ayuda a conservar y aumentar la cantidad de biomasa arbórea y por lo tanto de carbono almacenado en los árboles. Por ello, es importante gestionar adecuadamente los bosques para disminuir las emisiones de carbono aumentando el efecto sumidero de los mismos.

### 3.2. Variable de actividad

En la siguiente tabla se muestran las áreas destinadas a gestión forestal sostenible y silvicultura preventiva. Los datos referidos a los años 2003 a 2008 han sido proporcionados por la Sección de Gestión Forestal del Departamento de Desarrollo Rural y Medio Ambiente.

Los datos referidos a los años posteriores (2009-2012) se han estimado teniendo en cuenta la tendencia de los últimos 5 años, puesto que se planea que la progresión sea similar a la desarrollada en dicho periodo.

**Tabla 32.** Superficie afectada por las medidas orientadas al fomento de la silvicultura para la mejora de la calidad del arbolado en función de los años.

Año	Área(ha)
2003	2.950
2004	2.950
2005	2.950
2006	2.950
2007	2.950
2008	2.950
2009	2.950
2010	2.950
2011	2.950
2012	2.950

### 3.3. Factor de absorción

Para las acciones de silvicultura en la zona climática húmeda-templada se asume un factor de absorción de 0,7 tCO<sub>2</sub>/ha año, que aplicando el factor de conversión resulta 0,19 tC/ha (Smith y cols., 2008).

## 4. Prevención contra plagas de procesionaria (*Thaumetopoea pityocampa*)

### 4.1. Descripción de la medida

Las plagas suponen un riesgo elevado para los bosques ya que su acción puede llevar a la eliminación parcial de gran cantidad de biomasa en un periodo de tiempo muy corto. Por ello, la prevención de las plagas es fundamental dentro de los planes de gestión de las tierras forestales.

### 4.2. Variable de actividad

En la siguiente tabla, se muestran las áreas sobre las que se han desarrollado acciones de prevención contra plagas de procesionaria. Los datos referidos a los años 2003 a 2008 han sido proporcionados por la Sección de Gestión Forestal del Departamento de Desarrollo

Rural y Medio Ambiente. Los datos referidos a los años posteriores (2009-2012) se han estimado teniendo en cuenta la tendencia de los últimos 5 años, puesto que se planea que la progresión sea similar a la desarrollada en dicho periodo.

**Tabla 33.** Superficie afectada por las medidas orientadas al fomento de la prevención de plagas de procesionaria en función de los años.

Año	Área(ha)
2003	4.000
2004	4.000
2005	4.000
2006	4.000
2007	4.000
2008	4.000
2009	4.000
2010	4.000
2011	4.000
2012	4.000

#### 4.3. Factor de absorción

La prevención de las plagas, en este caso de la procesionaria de los pinos, es necesaria para evitar posibles pérdidas tanto económicas como en forma de biomasa y por lo tanto de CO<sub>2</sub> acumulado. Sin embargo, la cuantificación del carbono que se mantiene en los árboles debido a las actuaciones de prevención de plagas es incierta, puesto que no se dispone de suficientes datos para elaborar un cálculo objetivo de las pérdidas estimadas en caso de no llevarse a cabo estos tratamientos.

### 5. Racionalización del uso de los pastos

#### 5.1. Descripción de la medida

Actualmente, los recursos de los montes en la Comunidad Foral de Navarra tienen gran relevancia en el aspecto económico, por ello, es necesario gestionar este medio de una manera sostenible para hacerlo persistir en el tiempo. Esta medida se relaciona con el desarrollo del medio rural a través del fomento de una accesibilidad adecuada para las necesidades de producción, de la optimización del sostenimiento del empleo, del desarrollo

del consumo y utilización de productos forestales y de la diversificación de la producción forestal.

## 5.2. Variable de actividad

En la siguiente tabla se muestran las áreas destinadas a la racionalización del uso de los pastos en forma de superficies acumuladas, ya que la superficie afectada en un año concreto sigue afectada en los años sucesivos. Los datos referidos a los años 2003, 2006, 2007 y 2008 han sido proporcionados por la Sección de Gestión Forestal del Departamento de Desarrollo Rural y Medio Ambiente. Sin embargo, los datos referidos a los años 2004 y 2005 se han estimado por interpolación a partir de los datos facilitados. Los datos referidos a los años posteriores (2009-2012) se han estimado teniendo en cuenta la tendencia de los últimos 5 años, puesto que se planea que la progresión sea similar a la desarrollada en dicho periodo.

**Tabla 34.** Superficie acumulada afectada por las medidas orientadas al fomento de la racionalización del uso de los pastos en función de los años.

Año	Área(ha)
2003	0
2004	6.945
2005	13.114
2006	21.111
2007	23.598
2008	31.734
2009	40.621
2010	50.328
2011	60.932
2012	72.514

## 5.3. Factor de absorción

En el caso de esta medida, se estima que el factor de absorción para la prácticas silvopastorales sería 0,47 tC/ha año (Haile, etal, Greenhouse gas mitigation in forest and agricultural lands: reducing emissions).

## 6. Agricultura ecológica

### 6.1. Descripción de la medida

La agricultura ecológica tiene como objetivo la obtención de productos de la mejor calidad posible respetando el medio ambiente y conservando la fertilidad del suelo. Esta agricultura trata de utilizar los recursos de forma óptima prescindiendo de la utilización de productos de síntesis. La ausencia de productos sintéticos ejerce una mitigación sobre las emisiones de gases de efecto invernadero, además, el suelo sufre un deterioro menor por lo que se reduce la pérdida de carbono a partir del mismo.

### 6.2. Variable de actividad

En la siguiente tabla se muestran las áreas destinadas a la agricultura ecológica. Los datos referidos a los años 2003 a 2009 han sido proporcionados por la Sección de Ayudas a las Rentas del Departamento de Desarrollo Rural y Medio Ambiente. Los datos referidos a los años posteriores (2009-2012) se han estimado teniendo en cuenta la tendencia de los últimos 5 años, puesto que se planea que la progresión sea similar a la desarrollada en dicho periodo.

**Tabla 35.** Superficie afectada por las medidas orientadas al fomento de la agricultura ecológica en función de los años.

Año	Área(ha)
2003	25.295
2004	29.246
2005	28.764
2006	24.455
2007	25.355
2008	29.708
2009	30.304
2010	29.597
2011	29.712
2012	29.827

### 6.3. Factor de absorción

El factor de absorción utilizado es de 0,27 tC/ha, este valor se ha obtenido como promedio de los valores proporcionados por Guzmán Álvarez (2008) en su trabajo "Panorama de la agricultura ante el desafío energético y el cambio climático".

## RESULTADOS

Seguidamente, se presenta la repercusión de las acciones llevadas a cabo en el periodo 2003-2008<sup>16</sup> (áreas afectadas y absorciones producidas). Las absorciones de dichas medidas, en conjunto, ascienden a 2.826.631 tCO<sub>2</sub> e.

---

<sup>16</sup> En el apartado de resultados históricos se incluyen los datos referentes al año 2008 puesto que se trata de datos reales, sin embargo, este año también se incluye en el apartado de la contabilización del protocolo de Kioto puesto que pertenece al periodo sobre el que se realiza dicha contabilización.

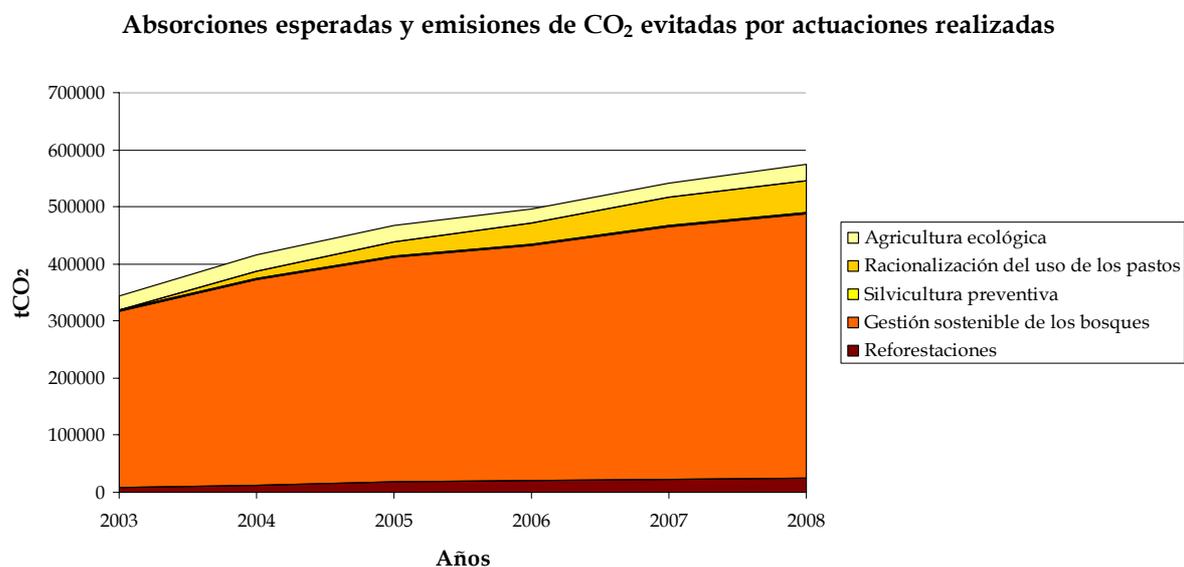
**Tabla 36.** Absorciones y emisiones de CO<sub>2</sub> evitadas por acciones realizadas en el periodo 2003-2008. El cómputo de las absorciones de CO<sub>2</sub> en la presente tabla hace referencia a totalidad del periodo al que se refiere.

Medidas	Área (ha)						F.E.		Absorciones (tCO <sub>2</sub> )
	2003	2004	2005	2006	2007	2008	tC ha <sup>-1</sup> año <sup>-1</sup>	tCO <sub>2</sub> e ha <sup>-1</sup> año <sup>-1</sup>	2003-2008
Replantaciones de áreas forestales*	1.527	1.076	946	364	418	441	1,37	5,02	103.937
Gestión sostenible de los bosques**	168.910	195.792	215.055	225.239	241.478	253.270	0,5	1,83	2.382.864
Silvicultura para la mejora de la calidad del arbolado**	2.950	2.950	2.950	2.950	2.950	2.950	0,19	0,70	12.331
Control de plagas**	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	-	-	-
Racionalización del uso de los pastos**	-	6.945	13.114	21.111	23.598	31.734	0,47	1,72	166.305
Agricultura ecológica**	25.295	29.246	28.764	24.455	25.355	29.708	0,27	0,99	161.195

\* El cálculo referente a las repoblaciones de áreas forestales se ha realizado teniendo en cuenta que las hectáreas plantadas un año concreto siguen absorbiendo CO<sub>2</sub> en los años sucesivos. En el presente estudio se han tenido en cuenta las repoblaciones llevadas a cabo a partir del año 2003.

\*\* En lo que al resto de variables se refiere, únicamente se tiene en cuenta las áreas afectadas por la medida desarrollada en cada uno de los años, considerándose que las áreas sobre las que se actúa en años anteriores, no absorben una cantidad de CO<sub>2</sub> extra si no se sigue desarrollando dicha acción sobre ellas.

Las áreas incluidas en la tabla corresponden a las superficies afectadas por las medidas correspondientes cada uno de los respectivos años. En el caso de la gestión sostenible de los bosques y la racionalización del uso de los pastos, se representa la superficie acumulada puesto que cada año se llevan a cabo ambas medidas sobre la superficie tratada previamente y sobre nuevas superficies. En cambio, en el resto de medidas únicamente se desarrolla la medida en un área nueva concreta cada año, por lo que no se representa la superficie acumulada.

**Gráfica 26.** Absorciones y emisiones de CO<sub>2</sub> evitadas esperadas por acciones realizadas en el periodo 2003-2008.

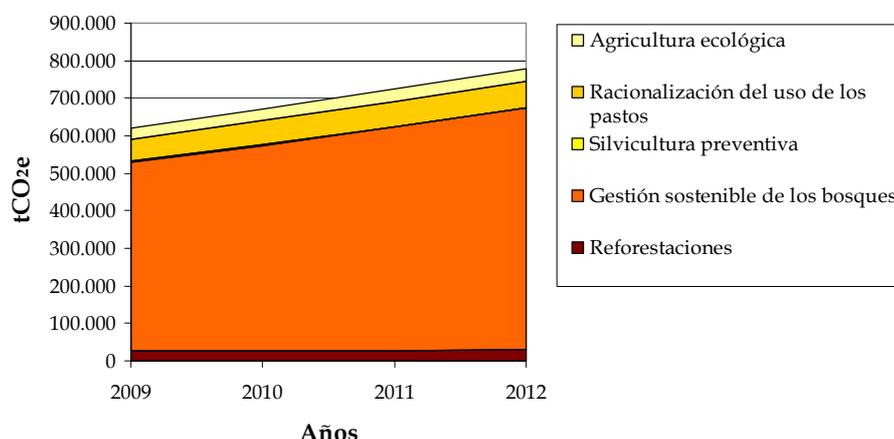
Asimismo, teniendo en cuenta las emisiones absorbidas o evitadas durante el periodo 2003-2008 por las medidas implantadas en el mismo, se estima que en el periodo 2009-2012 dichas medidas absorberán o evitarán la emisión de 2.921.097 tCO<sub>2</sub>e (tabla 43, gráfica 27).

**Tabla 37.** Absorciones y emisiones de CO<sub>2</sub> evitadas estimadas para el periodo 2009-2012 para acciones previstas.

MEDIDAS	ABSORCIONES (tCO <sub>2</sub> /año)				
	2009	2010	2011	2012	2009-2012
Replantaciones de áreas forestales	25.818	27.362	28.651	29.727	111.559
Gestión sostenible de los bosques	503.872	546.784	593.350	643.882	2.287.889
Silvicultura para la mejora de la calidad del arbolado	2.055	2.055	2.055	2.055	8.221
Control de plagas	0	0	0	0	0
Racionalización del uso de los pastos	70.004	86.733	105.006	124.967	386.709
Agricultura ecológica	30.001	31.093	32.226	33.399	126.719
<b>TOTAL</b>	<b>631.750</b>	<b>694.028</b>	<b>761.289</b>	<b>834.030</b>	<b>2.921.097</b>

**Gráfica 27.** Absorciones y emisiones de CO<sub>2</sub> evitadas estimadas para el periodo 2009-2012 para acciones previstas.

**Absorciones esperadas y emisiones de CO<sub>2</sub> evitadas por actuaciones previstas**



Al observar los resultados obtenidos, se aprecia que la medida con mayor impacto es la gestión sostenible de los bosques, la cual contribuye en un 78% a la absorción de carbono total estimada para el periodo 2009-2012.

## CONTABILIZACIÓN DEL PROTOCOLO KIOTO

La contabilización del Protocolo de Kioto no incluye todas las absorciones que se pueden desarrollar a través de la implantación de medidas. Por ello, a continuación se especifican las restricciones que se han tenido en cuenta para desarrollar la contabilidad del Protocolo de Kioto para la Comunidad Foral de Navarra.

- ✦ Según el protocolo de Kioto, la generación de Unidades de Absorción se asocia a actividades desarrolladas por el ser humano. Dentro de estas actividades se encuentran las siguientes: (1) forestación-reforestación-deforestación, (2) gestión de bosques, (3) gestión de tierras agrícolas, (4) gestión de pastizales y (5) reestablecimiento de la vegetación.
- ✦ Todos los estados deben contabilizar la forestación-reforestación-deforestación, sin embargo, las demás acciones las debe elegir el propio Estado ateniéndose a las limitaciones en la contabilidad de las absorciones de

gases de efecto invernadero que especifica el Protocolo de Kioto. Concretamente España, ha seleccionado la gestión de los bosques y la gestión de tierras agrícolas como actividades a cuantificar dentro de la contabilidad Kioto, obviándose en este caso la gestión de los pastizales y el reestablecimiento de la vegetación.

- ✦ En el caso de España, como máximo se podrán obtener 2,45 M tCO<sub>2</sub>e de Unidades de Absorción al año asociadas a la gestión forestal, por lo que teniendo en cuenta que Navarra representa el 2,63% de la superficie forestal estatal, los bosques de la Comunidad Foral de Navarra se verán limitados a producir 64.605 tCO<sub>2</sub>e/año en este concepto.

Las medidas presentadas en el apartado anterior se ven englobadas en las categorías definidas para la contabilidad Kioto como se muestra a continuación:

**Tabla 38.** Correspondencia entre las medidas llevadas a cabo y las categorías fijadas para la contabilidad Kioto.

Medidas	Categorías del Protocolo de Kioto
Reforestaciones	Forestación
Gestión sostenible de los bosques	Gestión Forestal
Silvicultura preventiva	Gestión Forestal
Control de plagas	Gestión forestal
Racionalización del uso de los pastos	Gestión de pastos
Agricultura ecológica	Gestión tierras agrícolas

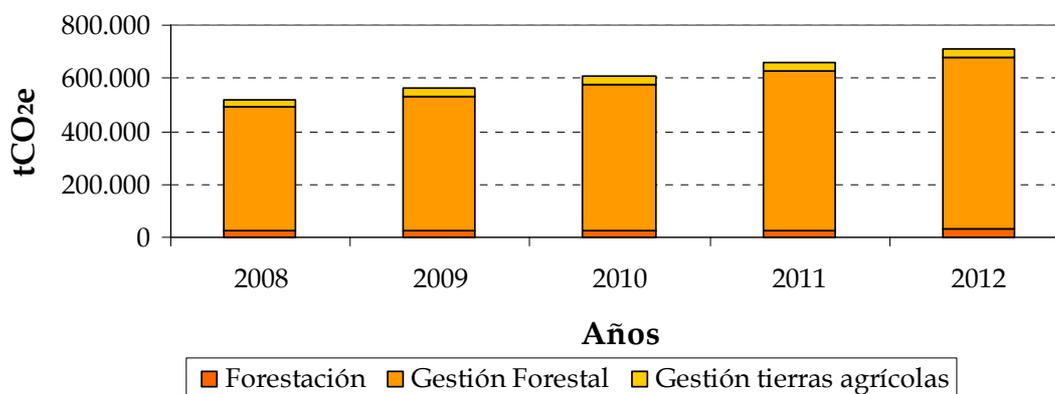
Las absorciones producidas y emisiones de CO<sub>2</sub> evitadas en la Comunidad Foral de Navarra ascenderán a 3.495.547 tCO<sub>2</sub> en el periodo 2008-2012. Sin embargo, de acuerdo a las limitaciones impuestas por el Protocolo de Kioto, para dicho periodo, únicamente podrán contabilizarse 614.682 tCO<sub>2</sub>e, de las cuales el 22,1% corresponderán a medidas de forestación, el 52,5% a gestión forestal y el 25,4% a la gestión de las tierras agrícolas. La absorción debida a la gestión de los pastos no se tiene en cuenta puesto que España no la ha seleccionado para introducirla en su contabilidad Kioto.

**Tabla 39.** Absorciones y emisiones de CO<sub>2</sub> evitadas previstas según el tipo de acción realizada.

Actuación Kyoto	2008	2009	2010	2011	2012	2008-2012
<b>ABSORCIONES TOTALES GENERADAS</b>						
Forestación	23.968	25.818	27.362	28.651	29.727	135.527
Gestión Forestal	466.384	505.928	548.839	595.406	645.938	2.762.493
Gestión de pastos	54.688	70.004	86.733	105.006	124.967	441.397
Gestión tierras agrícolas	29.411	30.001	31.093	32.226	33.399	156.130
R. de la vegetación	0	0	0	0	0	0
<i>Total</i>	<b>574.451</b>	<b>631.750</b>	<b>694.028</b>	<b>761.289</b>	<b>834.030</b>	<b>3.495.547</b>
<b>ABSORCIONES COMPUTABLES SEGÚN KIOTO</b>						
Forestación	23.968	25.818	27.362	28.651	29.727	135.527
Gestión Forestal	64.605	64.605	64.605	64.605	64.605	323.025
Gestión de pastos	-	-	-	-	-	-
Gestión tierras agrícolas	29.411	30.001	31.093	32.226	33.399	156.130
R. de la vegetación	-	-	-	-	-	-
<i>Total Kioto</i>	<b>117.984</b>	<b>120.424</b>	<b>123.061</b>	<b>125.482</b>	<b>127.731</b>	<b>614.682</b>

**Gráfica 28.** Absorciones y emisiones evitadas computables por tipo de acción realizada.

### Absorciones por categoría

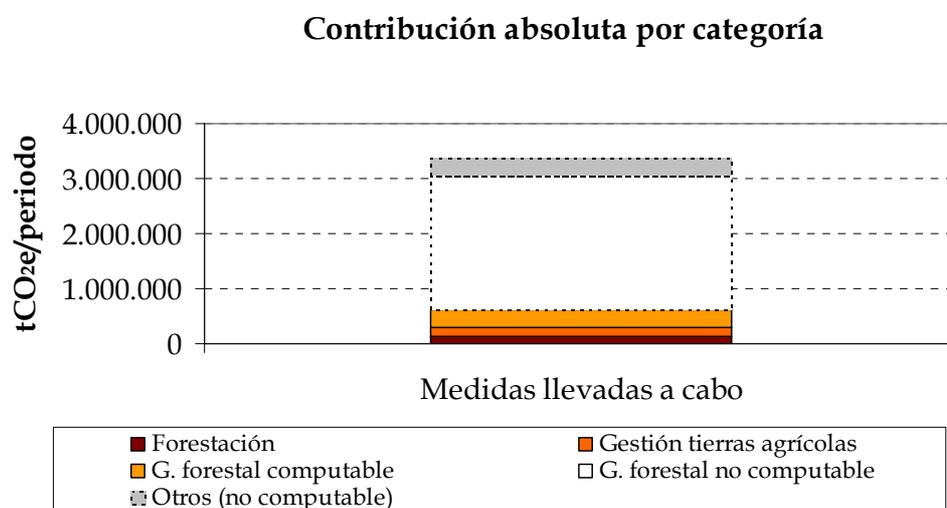


## C. CONCLUSIONES

La normativa relacionada con la contabilidad Kioto sobre las absorciones que pueden generar Unidades de Absorción cobra relevancia especialmente cuando las absorciones debidas a la gestión forestal son muy elevadas, debido al límite existente para las mismas. En el caso de Navarra, el límite imputado a las absorciones debidas a medidas relacionadas con la gestión forestal, representa aproximadamente el 10% de las absorciones totales estimadas para el periodo 2008-2012.

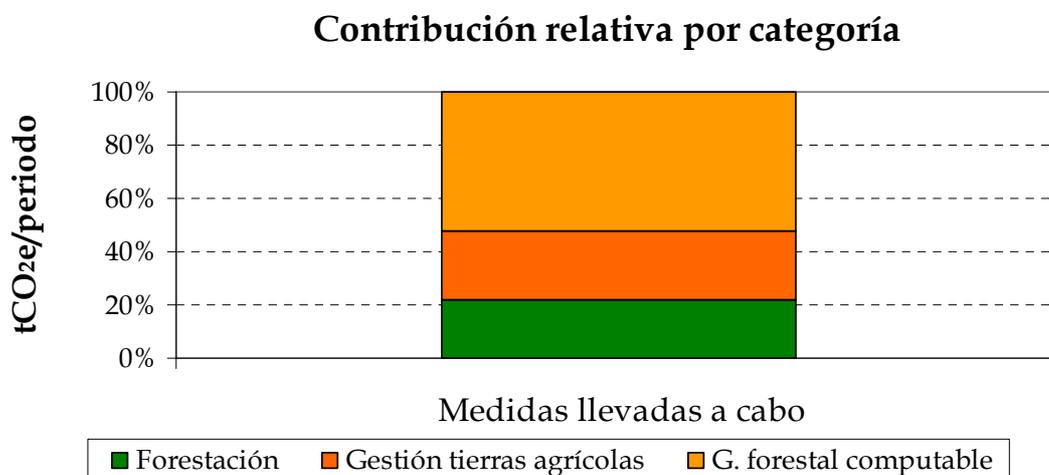
Actualmente, según los datos incluidos en el presente análisis, en la Comunidad Foral de Navarra, la gestión forestal presenta muchas posibilidades para la generación de UDAs. Sin embargo, al tener en cuenta que para el periodo 2010-2012 se llegará al máximo de producción de UDAs en este concepto, parece adecuado orientar los esfuerzos hacia otras líneas.

En el escenario histórico, las absorciones totales correspondientes al periodo 2003-2008, incluyendo forestación y reforestación, gestión de los pastos, gestión de las tierras agrícolas y gestión de los bosques, ascendieron a 2.826.631 tCO<sub>2</sub>, mientras que las del periodo 2009-2012 sumarán un total de 2.921.097 tCO<sub>2</sub>. En el periodo al cual se refiere el Protocolo de Kioto (2008-2012), se prevén unas absorciones de 3.495.547 tCO<sub>2</sub>. Sin embargo, debido a las restricciones impuestas por la contabilidad del Protocolo de Kioto, en dicho periodo, se prevé que las medidas implantadas generen únicamente 614.682 tCO<sub>2</sub>e computables como Unidades de Absorción.

**Gráfica 29.** Contribución absoluta de cada actuación a la generación de UDAs por categoría

Debido a que se observa que en la Comunidad Foral de Navarra se ha llegado al máximo para las absorciones o emisiones evitadas debidas a la gestión forestal, sería adecuado orientar las medidas de mitigación de emisiones de efecto invernadero en torno a acciones de forestación y gestión de tierras agrícolas.

Finalmente, en lo que a la contabilidad Kioto se refiere, se observa que la mayor proporción de generación de Udas prevista se debe a la gestión forestal (52,5%), seguida de la gestión de tierras agrícolas (25,4%). Por su parte, la reforestación, área a impulsar, representa un 22,1%.

**Gráfica 30.** Contribución relativa de cada actuación por categoría

### **3. BIBLIOGRAFÍA**

- Comisión Europea (2003) Propuesta de Reglamento del Parlamento Europeo y del Consejo sobre determinados gases fluorados de efecto invernadero.
- Datos históricos agroalimentarios y Plan Nacional de Residuos del Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino (MMAMRM).
- Estadística Agroalimentaria del Ministerio de Medio Ambiente Medio Rural y Marino (años 2003 a 2008).
- European Commission, Directorate-General for Agriculture and Rural Development - (DGARD).
- European Fertilizer Manufacturers Association (EFMA).
- Gobierno de Navarra, Dpto. de Desarrollo Rural y Medio Ambiente (2009) Programa de Desarrollo Rural de Navarra 2007-2013.
- Gobierno de Navarra Inventarios históricos de emisiones de gases de efecto invernadero.
- Gobierno de Navarra (2005) Plan Energético de Navarra - Horizonte 2010.
- Gobierno de Navarra (1998) Plan Forestal de Navarra.
- Gobierno de Navarra. Departamento de Desarrollo Rural y Medio Ambiente. Plan Integrado de gestión de Residuos de Navarra 2010-2020.
- Guzmán, J.R. (2008) Panorama de la agricultura ante el desafío energético y el cambio climático. 905: 232-241.

- Haile, S.G.; Fraisse, C. W.; Nair, P.K.R.; Nair, V.D. (2008) Greenhouse gas mitigation in forest and agricultural lands: reducing emissions. University of Florida, series of the Agricultural and Biological Engineering Department.
- Horizonte Energético de Navarra 2020. Gobierno de Navarra. Noviembre de 2010 (version 2.0).
- Internacional Fertilizar Industry Association (IFA).
- IPCC (2000) IPCC Special Report: land use, land-use change and forestry. Summary for policymakers. IPCC.
- Ministerio de Industria, Turismo y Comercio Planificación de los sectores de Electricidad y Gas 2007-2016.
- Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. Estrategia Española de Reducción de la Cantidad de Residuos Biodegradables Destinados a los Vertederos.
- Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino (2005) Plan Nacional de Asignación 2008-2012.
- Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino (2008) Tercer Inventario Forestal Nacional.
- Plan Estratégico de la Agricultura Navarra.
- Red de Modelización Regional Integrada Hispalink (2009) Situación actual y perspectivas de las regiones de España.
- Smith, P.; Martino, D.; Cai, Z.; Gwary, D.; Janzen, H.; Kumar, P.; McCarl, B.; Ogle, S.; O'Mara, F.; Rice, C.; Scholes, B.; Sirotenko, O.; Howden, M.; McAllister, T.; Pan, G.; Romanenkov, V.; Schneider, U.; Towprayoon, S.; Wattenbach, M. y Smith, J. (2008) Greenhouse gas mitigation in agriculture. Philosophical Transactions of the Royal Society of Biological Science. 363: 789-813.



