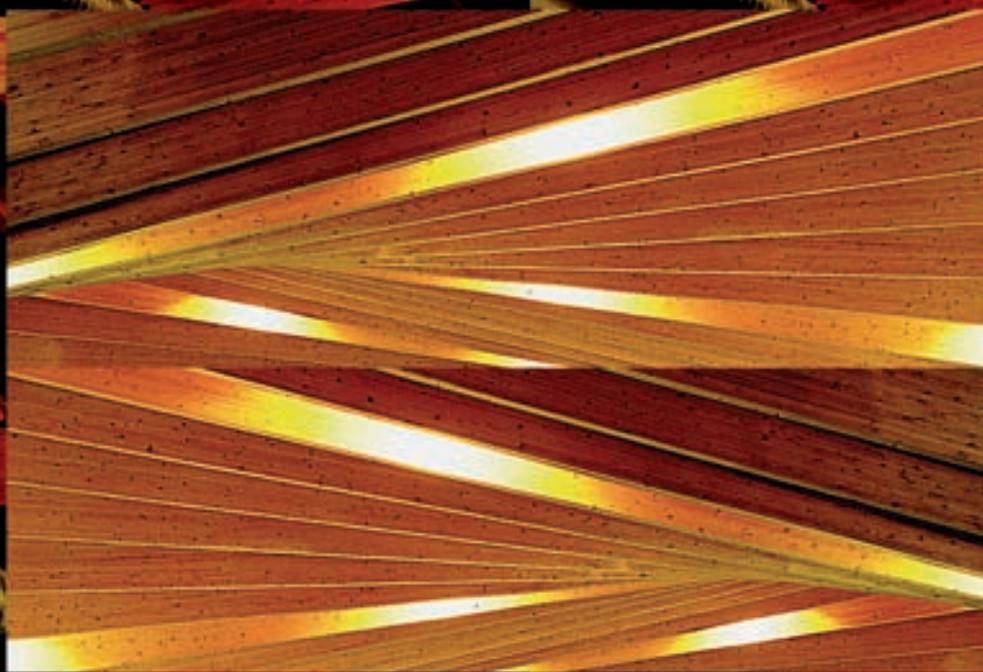


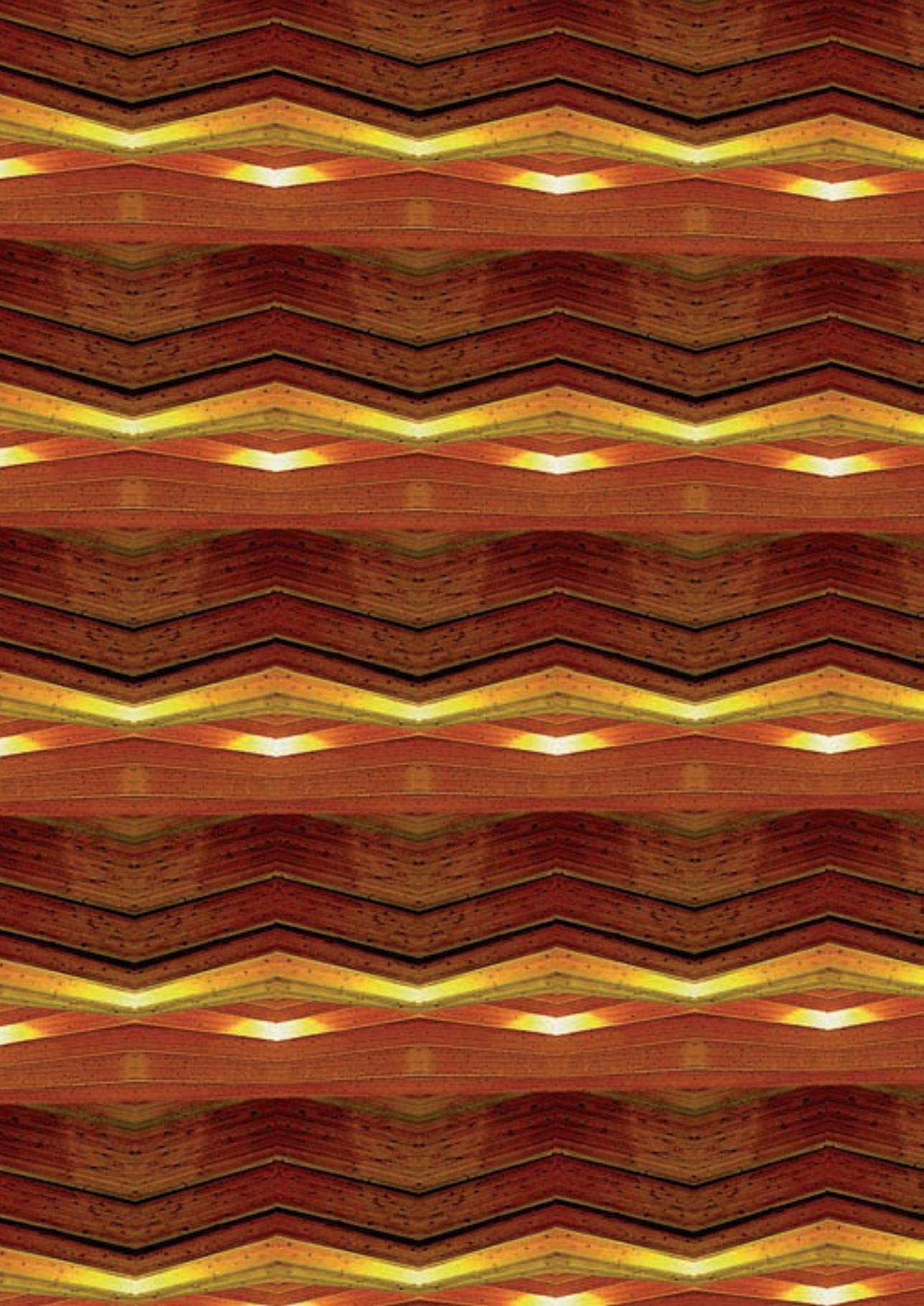
MADERA Y CAMBIO CLIMÁTICO

Análisis del ciclo de vida de la madera como material alternativo



EUSKO JAURLARITZA
GOBIERNO VASCO

NEKAZARITZA, ARRANTZA
ETA ELIKADURA SAIA
DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA,
PESCA Y ALIMENTACIÓN



MADERA Y CAMBIO CLIMÁTICO

Análisis del ciclo de vida de la madera como material alternativo



NEKAZARITZA, ARRANTZA
ETA ELIKADURA SAILA
DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA,
PESCA Y ALIMENTACIÓN

Eusko Jaurlaritzaren Argitalpen Zerbitzu Nagusia
Servicio Central de Publicaciones del Gobierno Vasco

Vitoria-Gasteiz, 2009

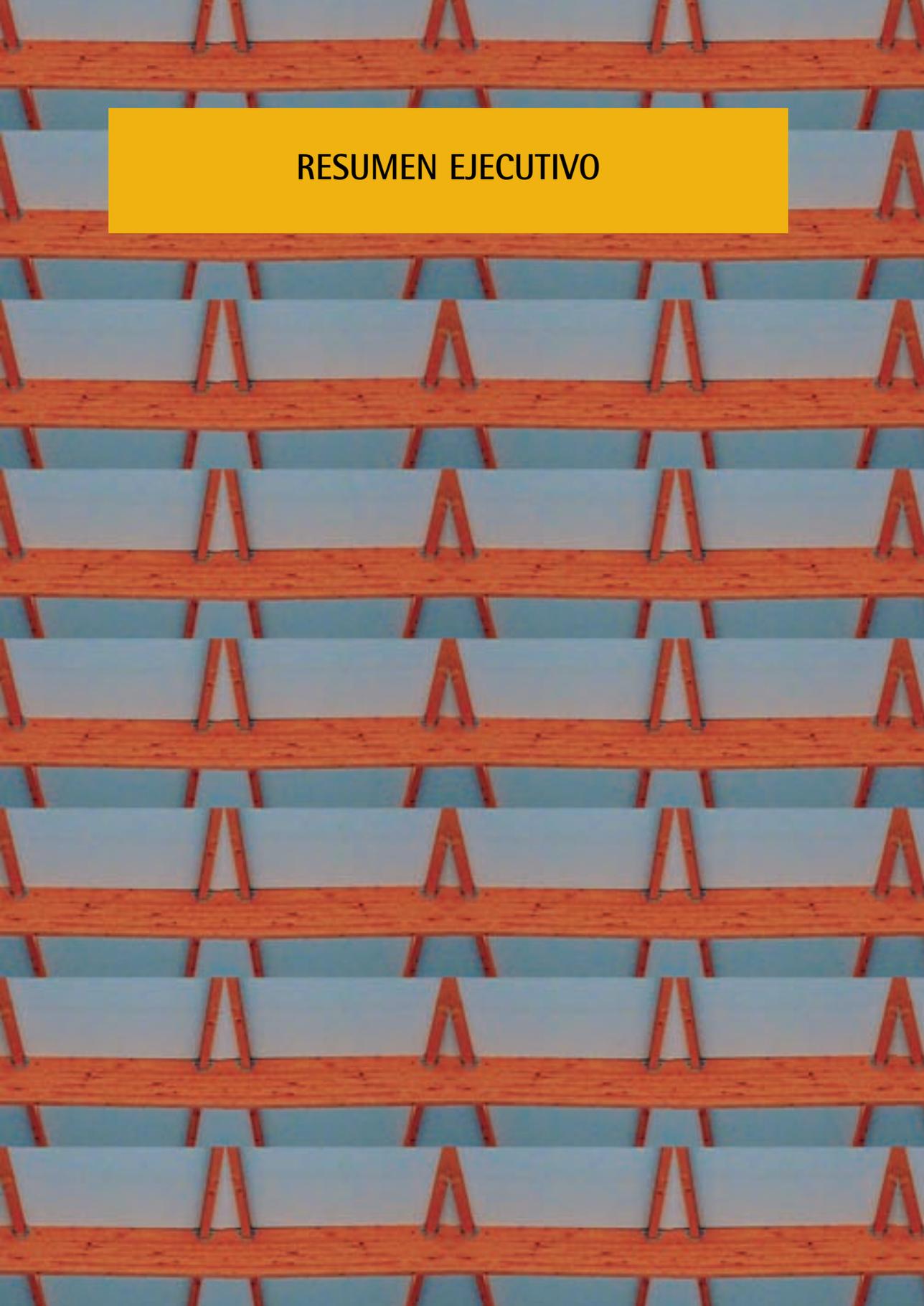
Un registro bibliográfico de esta obra puede consultarse en el catálogo de la Biblioteca General del Gobierno Vasco: <<http://www.euskadi.net/ejgvbiblioteka>>.

Títulos publicados

1. Comercialización de los productos cultivados en invernaderos en la Comunidad Autónoma Vasca.
2. Estructura agraria de la Comunidad Autónoma Vasca.
3. Aproximación al Sistema de Derecho Alimentario.
4. Análisis y diagnóstico de los sistemas forestales de la Comunidad Autónoma del País Vasco.
5. De caserío agrícola a vivienda rural: evolución de la función agraria en la comarca de Donostia-San Sebastián.
6. La identidad reconstruida: espacios y sociabilidades emergentes en la ruralidad alavesa.
7. Variedades autóctonas del tomate del País Vasco.
8. Coste de la no agricultura en el País Vasco.
9. Emakumeak eta Osasuna EAEko Landa-Eremuetan / Mujeres y Salud en el Medio Rural de la CAE.
10. Arabako Errioxako ardo beltzen kalitatearen ebaluazio sentsoriala egiteko gidaliburua / Guía para la evaluación sensorial de la calidad de los vinos tintos de Rioja Alavesa.
11. Los escolítidos de las coníferas del País Vasco: guía práctica para su identificación y control.
12. Euskadiko koniferoetako eskolitidoak.
13. Mixel Lekuona: artzainen artzain.

Edición: 1.ª enero 2009
Tirada: 1.000 ejemplares
© Euskal Autonomia Erkidegoko Administrazioa
Nekazaritza, Arrantza eta Elikadura Saila
Internet: www.euskadi.net
Edita: Eusko Jaurlaritzaren Argitalpen Zerbitzu Nagusia
Servicio Central de Publicaciones del Gobierno Vasco
Donostia-San Sebastián, 1 - 01010 Vitoria-Gasteiz
Fotocomposición: XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
Imprime: XXXXXXXXXXXX
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
ISBN: 978-84-457-2879-6
Depósito Legal: XXXXXXXXXXXXXXX

Nota: el contenido de este documento es el resultado de la colaboración entre la Mesa Intersectorial de la Madera de Euskadi y la empresa Factor CO₂.

The background of the page features a repeating pattern of horizontal wooden beams in a light brown color, interspersed with light blue panels. The beams are connected by small, dark brown triangular brackets, creating a structural, lattice-like appearance.

RESUMEN EJECUTIVO

Energía primaria total

El uso estructural de la madera, el empleo de ventanas de madera y el uso de madera local reducen los consumos de energía primaria:

- La solución en madera permite un ahorro del 33% comparado con el hormigón.
- La madera permite un ahorro del 44% en relación al PVC y del 50% comparado con el aluminio.
- El empleo de madera local permite un ahorro del 22% en relación al empleo de maderas exóticas.

El empleo de la madera en la fabricación de mobiliario de interior reduce los consumos de energía primaria:

- La producción de una mesa de aglomerado de madera supone un ahorro del 62% en relación a una mesa con hoja de vidrio.
- La producción de una estantería de madera requiere un consumo energético un 6% inferior a una estantería de acero galvanizado.

Cambio climático

El empleo de la madera en el sector de la construcción reduce las emisiones de gases de efecto invernadero a la atmósfera:

- El empleo de una cubierta de madera reduce las emisiones en un 79% en relación a las de hormigón.
- En el caso analizado, la ventana de madera se produce con un 45% menos emisiones que la de PVC y con un 47% menos emisiones que las de aluminio.
- Los suelos de madera local poseen un impacto climático un 25% menor que los suelos de maderas exóticas.

El empleo de la madera en el sector del mueble reduce las emisiones de gases de efecto invernadero:

- Las mesas de aglomerado se producen con un 60% menos emisiones que las mesas de vidrio.
- La producción de la estantería de madera analizada se ha realizado con unas emisiones inferiores en un 37% a la producción de la estantería de acero galvanizado.

Procesos de segunda transformación

Los procesos de segunda transformación documentados en el análisis de inventario difieren notablemente en las necesidades de materia y energía. Ello tiene las siguientes implicaciones:

- Importantes variaciones en el peso relativo de cada una de las fases del ciclo de transformación de la madera en función del producto final, con una mayor importancia relativa de la segunda transformación en procesos como la producción de marcos de ventana o de tabla machihembrada para suelo.
- Diferencias considerables en la cantidad de energía primaria y las emisiones asociadas a la producción de los diferentes productos, con oscilaciones entre los 7 y los 29 MJ por kg de madera transformada en el caso de la energía y variaciones entre los 0,5 y los 1,7 kg CO₂ por kg de madera transformada en el caso de las emisiones de gases de efecto invernadero.

Análisis de sensibilidad

El empleo de la madera local y la debida contabilización del carbono retenido en la madera permite maximizar el menor impacto energético y climático de la madera frente a las soluciones de referencia.

- Si la madera es transportada desde el centro de Europa a la CAPV para su segunda transformación, entonces el ahorro en energía disminuye entre un 5% y un 22%, al tiempo que el ahorro en emisiones disminuye entre un 6% y un 18%. El impacto es mayor en aquellos casos en los que el peso relativo de la madera y el requerimiento de tablón seco para la segunda transformación es mayor.
- Si se tiene en cuenta el efecto sumidero de la madera, entonces las emisiones evitadas incrementan entre un 45% y un 214%, debido a la circunstancia que todo el carbono almacenado en los productos de madera producidos de manera sostenible (1,83 kg CO₂/kg de madera) es regenerado por nuevas plantaciones forestales.

Potencial de mitigación de emisiones

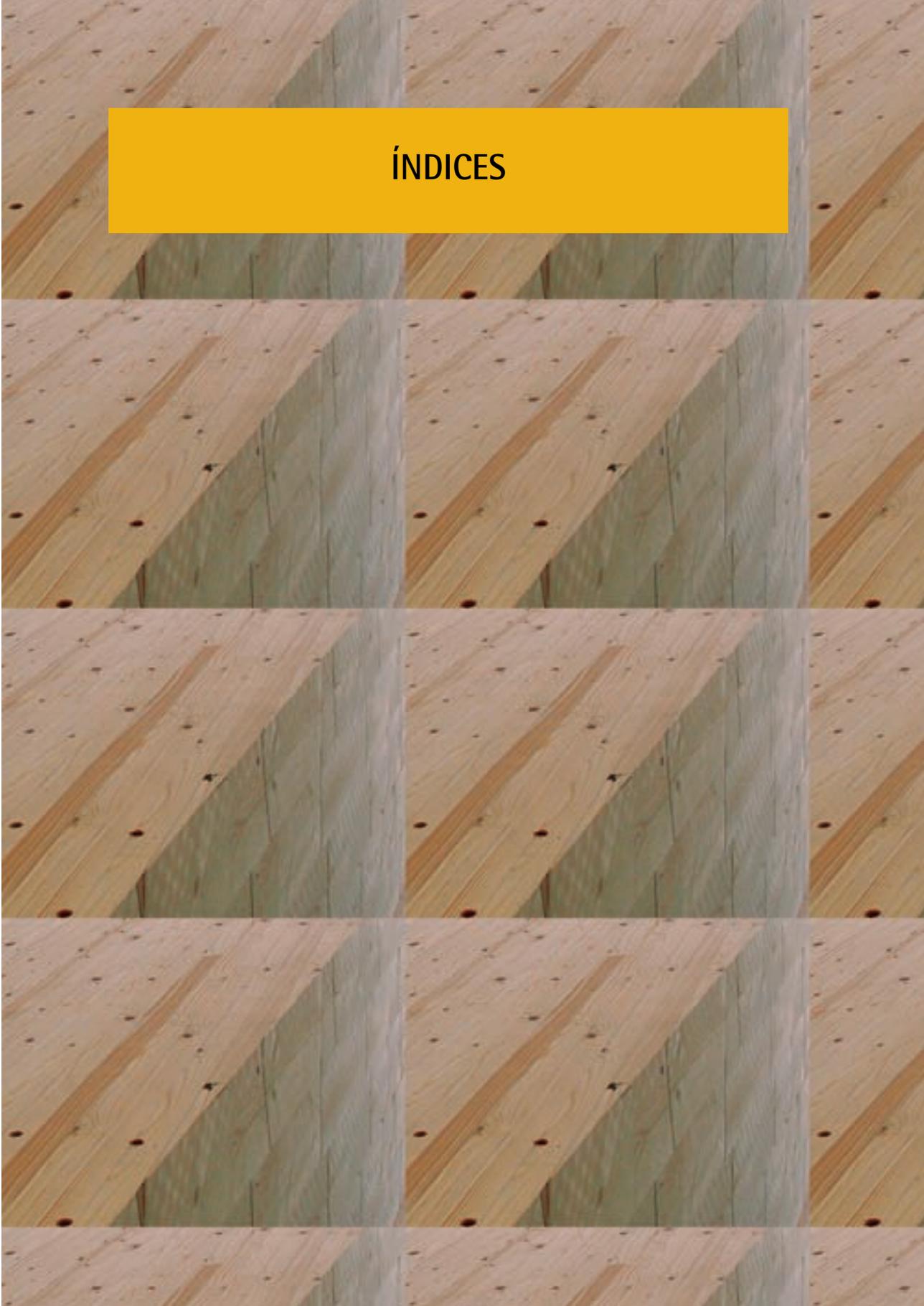
En los escenarios analizados, el potencial de mitigación de emisiones asociado al empleo de la madera en la construcción durante el periodo 2008-2012 oscila entre las casi 60.000 t CO₂ y las casi 300.000 t CO₂ (equivalentes a las emisiones

anuales asociadas a la ciudadanía de un municipio de 12.000 y 60.000 habitantes respectivamente):

- El empleo de soluciones estructurales y no estructurales de madera en la promoción de Vivienda de Protección Oficial equivalente a la registrada en el periodo 2000-2006 (3.400 viviendas nuevas y 800 rehabilitaciones al año) permite reducir 60.000 t CO₂.
- El empleo de cubiertas de madera, ventanas de madera y suelos de madera local en toda la promoción de VPO equivalente a la tasa anual prevista por el Plan de Vivienda (6.750 viviendas nuevas y 6.000 rehabilitaciones anuales) permite una reducción de 122.000 t CO₂.
- El empleo de soluciones estructurales y no estructurales de madera en toda la promoción de VPO prevista por el Plan de Vivienda y en la promoción de vivienda libre esperada en los próximos años (un total de 17.300 viviendas nuevas y 6.000 rehabilitaciones al año) permite una reducción de 295.000 t CO₂.

La caracterización de las reducciones de emisiones es muy similar en todos los supuestos analizados. En el caso del escenario central, por ejemplo:

- El 63% de las reducciones procede del empleo de elementos estructurales, frente a un 27% del uso de ventanas de madera y un 8% de empleo de suelos de madera local.
- El 52% de las reducciones tiene su origen en la sustitución de fósiles, y el 48% restante en la absorción por sumideros.
- El 90% de las reducciones se produce en promociones de obra nueva, frente a un 10% de reducciones producidas en rehabilitaciones.



ÍNDICES

Índice general

| | |
|---|-----|
| Definición del objetivo y alcance del análisis del ciclo vital | 19 |
| Introducción | 21 |
| Objetivos del estudio | 21 |
| Estructura del estudio | 22 |
| Alcance del estudio | 23 |
| Fuentes de datos | 27 |
| Herramienta informática utilizada | 27 |
| Presentación de resultados | 28 |
| Estudio de los distintos casos | 29 |
| 1.º caso: rehabilitación de cubierta en madera | 31 |
| 2.º caso: producción de ventana de madera | 47 |
| 3.º caso: suelo de madera de la CAPV | 71 |
| 4.º caso: producción de mesa en aglomerado | 80 |
| 5.º caso: producción de estantería de madera | 92 |
| Resultados y análisis de sensibilidad | 101 |
| Resultados | 103 |
| Análisis de sensibilidad | 109 |
| Análisis de potencial de mitigación de emisiones | 115 |
| Previsiones en el sector constructivo para 2008-2012 | 117 |
| Referencias | 125 |

Índice de tablas

| | |
|--|----|
| Tabla 1. Especificaciones técnicas de la rehabilitación, 1. ^{er} caso | 31 |
| Tabla 2. Materiales utilizados en la rehabilitación, 1. ^{er} caso | 32 |
| Tabla 3. Balance general de entradas y salidas solución en madera, 1. ^{er} caso | 34 |
| Tabla 4. Entradas y salidas extracción, 1. ^{er} caso | 35 |
| Tabla 5. Tabla de entradas y salidas segunda transformación, 1. ^{er} caso | 36 |
| Tabla 6. Tabla de entradas y salidas segunda transformación, 1. ^{er} caso | 38 |
| Tabla 7. Tabla de entradas y salidas transporte a puesta en obra, 1. ^{er} caso | 39 |
| Tabla 8. Tabla de entradas y salidas fabricación del clinker, 1. ^{er} caso | 40 |
| Tabla 9. Tabla de entradas y salidas fabricación del cemento, 1. ^{er} caso | 41 |
| Tabla 10. Tabla de entradas y salidas fabricación de hormigón, 1. ^{er} caso | 42 |
| Tabla 11. Tabla de entradas y salidas fabricación de acero, 1. ^{er} caso | 43 |
| Tabla 12. Tabla de entradas y salidas transporte hormigón a puesta en obra, 1. ^{er} caso | 44 |
| Tabla 13. Tabla de entradas y salidas transporte de acero a puesta en obra, 1. ^{er} caso | 45 |
| Tabla 14. Consumo de energía primaria total, 1. ^{er} caso | 45 |
| Tabla 15. Emisiones totales generadas, 1. ^{er} caso | 46 |
| Tabla 16. Componentes de una ventana en aluminio | 48 |
| Tabla 17. Componentes de una ventana en PVC | 49 |
| Tabla 18. Componentes de una ventana en madera | 50 |
| Tabla 19. Fuentes consultadas para el caso de estudio | 53 |
| Tabla 20. Balance general de entradas y salidas solución en madera, 2. ^o caso | 54 |
| Tabla 21. Tabla de entradas y salidas fabricación de la ventana en madera, 2. ^o caso | 55 |
| Tabla 22. Balance general entradas y salidas, solución en aluminio, 2. ^o caso | 57 |
| Tabla 23. Tabla de entradas y salidas fabricación del aluminio primario, 2. ^o caso | 58 |
| Tabla 24. Tabla de entradas y salidas fabricación de aluminio secundario, 2. ^o caso | 60 |
| Tabla 25. Tabla de entradas y salidas fabricación fibra de vidrio, 2. ^o caso | 61 |
| Tabla 26. Tabla de entradas y salidas fabricación goma EPDM, 2. ^o caso | 62 |
| Tabla 27. Tabla de entradas y salidas fabricación de la ventana en aluminio, 2. ^o caso | 63 |
| Tabla 28. Tabla de entradas y salidas fabricación del cloruro de vinilo, 2. ^o caso | 65 |
| Tabla 29. Tabla de entradas y salidas fabricación del policloruro de vinilo, 2. ^o caso | 66 |
| Tabla 30. Tabla de entradas y salidas fabricación de la ventana en PVC, 2. ^o caso | 67 |
| Tabla 31. Consumo de energía primaria total, 2. ^o caso | 68 |
| Tabla 32. Emisiones totales generadas, 2. ^o caso | 69 |
| Tabla 33. Características de la pieza machihembrada, 3. ^{er} caso | 71 |
| Tabla 34. Características de las especies a analizar, 3. ^{er} caso | 72 |

| | |
|--|-----|
| Tabla 35. Balance general entradas y salidas, 3. ^{er} caso | 73 |
| Tabla 36. Tabla de entradas y salidas fabricación del suelo, 3. ^{er} caso | 75 |
| Tabla 37. Tabla de entradas y salidas transporte del suelo y puesta en obra, 3. ^{er} caso | 75 |
| Tabla 38. Tabla de entradas y salidas transporte a la primera transformación, 3. ^{er} caso | 76 |
| Tabla 39. Consumo de energía primaria total, 3. ^{er} caso | 77 |
| Tabla 40. Emisiones totales generadas, 3. ^{er} caso | 79 |
| Tabla 41. Características del sistema de estudio, 4. ^o caso | 80 |
| Tabla 42. Características hoja de madera, 4. ^o caso | 80 |
| Tabla 43. Características hoja de vidrio, 4. ^o caso | 80 |
| Tabla 44. Balance general entradas y salidas solución en tablero aglomerado, 4. ^o caso | 83 |
| Tabla 45. Tabla de entradas y salidas fabricación de tablero aglomerado, 4. ^o caso | 85 |
| Tabla 46. Tabla de entradas y salidas fabricación de la mesa en madera, 4. ^o caso | 86 |
| Tabla 47. Tabla de entradas y salidas producción de vidrio, 4. ^o caso | 87 |
| Tabla 48. Tabla de entradas y salidas producción de vidrio reciclado, 4. ^o caso | 88 |
| Tabla 49. Tabla de entradas y salidas producción de la mesa en vidrio, 4. ^o caso | 89 |
| Tabla 50. Consumo de energía primaria total, 4. ^o caso | 90 |
| Tabla 51. Emisiones totales generadas, 4. ^o caso | 91 |
| Tabla 52. Características generales del sistema de estudio en madera, 5. ^o caso | 92 |
| Tabla 53. Características generales del sistema de estudio en acero, 5. ^o caso | 92 |
| Tabla 54. Balance general de entradas y salidas solución en mader, 5. ^o caso | 94 |
| Tabla 55. Tabla de entradas y salidas primera transformación de la madera, 5. ^o caso | 95 |
| Tabla 56. Tabla de entradas y salidas segunda transformación de la madera, 5. ^o caso | 96 |
| Tabla 57. Tabla de entradas y salidas producción de la estantería de acero, 5. ^o caso | 97 |
| Tabla 58. Consumo de energía primaria total, 5. ^o caso | 98 |
| Tabla 59. Emisiones totales generadas, 5. ^o caso | 99 |
| Tabla 60. Reducción de consumo de energía por uso de la madera (MJ) | 103 |
| Tabla 61. Reducción de emisiones por uso de la madera (kg CO ₂) | 104 |
| Tabla 62. Ratio I/O, energía primaria y emisiones por kg de madera en cada proceso | 105 |
| Tabla 63. Consumos de energía en cada proceso (MJ) | 106 |
| Tabla 64. Emisiones en cada proceso (kg CO ₂) | 107 |
| Tabla 65. Consumo de energía y emisiones por kilogramo de producto final | 109 |
| Tabla 66. Variación en emisiones por uso de madera importada (MJ) | 110 |

| | |
|--|-----|
| Tabla 67. Variación de las emisiones por contabilización del efecto sumidero (kg CO ₂) | 113 |
| Tabla 68. Cantidades consideradas | 118 |
| Tabla 69. Características de la vivienda | 119 |
| Tabla 70. Características edificio tipo | 119 |
| Tabla 71. Resultados en los diferentes escenarios | 120 |
| Tabla 72. Resultados alcanzados por tipo de sistema analizado | 122 |
| Tabla 73. Reducción de emisiones por escenario | 123 |

Índice de gráficos

| | |
|---|-----|
| Gráfico 1. Límites del caso de estudio, 1. ^{er} caso | 33 |
| Gráfico 2. Cantidades de madera transformada por etapas, 1. ^{er} caso | 35 |
| Gráfico 3. Energía primaria total consumida por etapa, 1. ^{er} caso | 46 |
| Gráfico 4. Emisiones de CO ₂ generadas por etapa, 1. ^{er} caso | 47 |
| Gráfico 5. Dimensiones de la ventana de estudio, 2. ^o caso | 48 |
| Gráfico 6. Límites del sistema en aluminio, 2. ^o caso | 52 |
| Gráfico 7. Límites del sistema en madera, 2. ^o caso | 52 |
| Gráfico 8. Límites del sistema en PVC, 2. ^o caso | 52 |
| Gráfico 9. Cantidades de madera transformada por etapas, 2. ^o caso | 54 |
| Gráfico 10. Energía primaria total consumida por etapa, 2. ^o caso | 68 |
| Gráfico 11. Emisiones de CO ₂ generadas por etapa, 2. ^o caso | 70 |
| Gráfico 12. Límites del caso de estudio, 3. ^{er} caso | 73 |
| Gráfico 12. Cantidades de madera transformada por etapas, 3. ^{er} caso | 74 |
| Gráfico 14. Energía primaria total consumida por etapa, 3. ^{er} caso | 78 |
| Gráfico 15. Emisiones de CO ₂ generadas por etapa, 3. ^{er} caso | 79 |
| Gráfico 16. Límites del sistema en tablero aglomerado, 4. ^o caso | 82 |
| Gráfico 17. Límites del sistema en vidrio, 4. ^o caso | 83 |
| Gráfico 18. Cantidades de madera transformada por etapas, 4. ^o caso | 84 |
| Gráfico 19. Energía primaria total consumida por etapa, 4. ^o caso | 90 |
| Gráfico 20. Emisiones de CO ₂ generadas por etapa, 4. ^o caso | 91 |
| Gráfico 21. Límites del caso de estudio solución en madera, 5. ^o caso | 94 |
| Gráfico 22. Límites del caso de estudio solución en acero, 5. ^o caso | 94 |
| Gráfico 23. Cantidades de madera transformada, 5. ^o caso | 95 |
| Gráfico 24. Energía primaria total consumida por etapa, 5. ^o caso | 99 |
| Gráfico 23. Emisiones de CO ₂ generadas por etapa caso, 5. ^o caso | 100 |
| Gráfico 26. Reducción del consumo de energía con soluciones en madera | 103 |
| Gráfico 27. Reducción de emisiones por uso de soluciones en madera | 104 |

| | |
|---|-----|
| Gráfico 28. Peso relativo de la energía consumida en cada proceso | 106 |
| Gráfico 29. Peso relativo de las emisiones en cada proceso | 107 |
| Gráfico 30. Energía consumida y emisiones generadas por unidad transformada . . . | 108 |
| Gráfico 31. Disminución en el ahorro de energía por uso de madera importada . . . | 111 |
| Gráfico 32. Disminución de las emisiones evitadas por uso de madera importada . . . | 112 |
| Gráfico 33. Aumento de las emisiones evitadas por la contabilización del efecto sumidero | 112 |
| Gráfico 34. Reducción total de emisiones en 2008-2012 por escenario | 123 |
| Gráfico 35. Reducción de emisiones en el escenario plan vivienda | 124 |