

Estudio de Impactos, Vulnerabilidad y Riesgos al Cambio Climático de la Comunidad Autónoma de Aragón

Enero de 2024



globalfactor



Índice

1.	Introducción.....	2
2.	Contexto.....	3
3.1.	Contexto internacional	3
3.2.	Contexto español	5
3.3.	Contexto aragonés.....	7
Estructura de coordinación y gestión institucional	9	
Actuaciones e iniciativas realizadas en el territorio	10	
3.	El cambio climático en Aragón.....	13
4.1.	El Clima en Aragón. Caracterización climática	13
4.2.	El cambio climático. Proyecciones y escenarios futuros	15
4.	Impactos, vulnerabilidad y riesgo al cambio climático en Aragón.....	23
Salud	24	
Agua y recursos hídricos	12	
Patrimonio natural, biodiversidad y áreas protegidas	24	
Sector forestal, desertificación, caza y pesca continental	37	
Agricultura, ganadería, pesca, acuicultura y alimentación	49	
Ciudades, urbanismo y edificación.....	61	
Patrimonio cultural, educación y sociedad.....	73	
Energía	85	
Movilidad y transporte	97	
Industria y servicios.....	108	
Turismo.....	119	
Sistema financiero y actividad aseguradora	131	
Reducción de riesgo a desastres	140	
Investigación e innovación	148	
5.	Conclusiones.....	151
6.	Recomendaciones	153
7.	Bibliografía	155

Índice de figuras

Figura 1. División climática de Aragón.	13
Figura 2. Izquierda: temperatura máxima de Aragón (Zona Centro). Derecha: precipitación media de Aragón (Zona Centro).	14
Figura 3. Atlas Climático de Aragón (Zona Pirineos).	14
Figura 4. Atlas Climático de Aragón (Zona Cordillera Ibérica).	15
Figura 5. (a) Evolución de la temperatura máxima en Aragón en los escenarios histórico, en el RCP 4.5 y en el RCP 8.5. (b) Evolución de la temperatura extrema en Aragón en los escenarios histórico, en el RCP 4.5 y en el RCP 8.5. (c) Evolución de los días cálidos en Aragón en los escenarios histórico, en el RCP 4.5 y en el RCP 8.5. (d) Evolución de los días de las olas de calor en Aragón en los escenarios histórico, en el RCP 4.5 y en el RCP 8.5.	16
Figura 6. Amenaza asociada al aumento de temperaturas y de olas de calor en Aragón en el escenario histórico.	17
Figura 7. Amenaza asociada al aumento de temperaturas y de olas de calor en Aragón para los escenarios futuros a corto, medio y largo plazo según las proyecciones climáticas RCP 4.5 y RCP 8.5.	17
Figura 8. (a) Evolución del número de días húmedos consecutivos en Aragón en los escenarios histórico, en el RCP 4.5 y en el RCP 8.5. (b) Evolución del número de días de lluvia en Aragón en los escenarios histórico, en el RCP 4.5 y en el RCP 8.5. (c) Evolución de las precipitaciones en Aragón en los escenarios histórico, en el RCP 4.5 y en el RCP 8.5. (d) Evolución de las precipitaciones inferiores a 1 mm en Aragón en los escenarios histórico, en el RCP 4.5 y en el RCP 8.5.	18
Figura 9. Amenaza asociada a sequías en Aragón en el escenario histórico.	18
Figura 10. Amenaza asociada a sequías en Aragón para los escenarios futuros a corto, medio y largo plazo según las proyecciones climáticas RCP 4.5 y RCP 8.5.	19
Figura 11. Izquierda: Evolución de las precipitaciones en 24 horas en Aragón en los escenarios histórico, en el RCP 4.5 y en el RCP 8.5. Derecha: Evolución de la precipitación en 5 días en Aragón en los escenarios histórico, en el RCP 4.5 y en el RCP 8.5.	19
Figura 12. Amenaza asociada al aumento de las lluvias en Aragón en el escenario histórico.	20
Figura 13. Amenaza asociada al aumento de las lluvias en Aragón para los escenarios futuros a corto, medio y largo plazo según las proyecciones climáticas RCP 4.5 y RCP 8.5.	20
Figura 14. (a) Evolución de la Evapotranspiración potencial Aragón en los escenarios histórico, en el RCP 4.5 y en el RCP 8.5. (b) Evolución de la Nº de días con temperatura mínima de más de 20°C en Aragón en los escenarios histórico, en el RCP 4.5 y en el RCP 8.5. (c) Evolución Nº de días con precipitación inferior a 1mm en Aragón en los escenarios histórico, en el RCP 4.5 y en el RCP 8.5.	21
Figura 15. Peligrosidad de incendios en la CCAA de Aragón.	21
Figura 16. Amenaza asociada a incendios en Aragón en el escenario histórico.	22
Figura 17. Amenaza asociada a incendios en Aragón para los escenarios futuros a corto, medio y largo plazo según las proyecciones climáticas RCP 4.5 y RCP 8.5.	22
Figura 18. Sectores identificados para el diagnóstico de impactos, vulnerabilidad y riesgos al cambio climático en Aragón.	23
Figura 19. Cadena de impacto para el sector salud en Aragón.	25
Figura 20. Número de habitantes por municipio en Aragón.	26
Figura 21. Número de habitantes por municipio en Aragón.	26
Figura 22. Nivel de exposición climática al cambio climático del sector de la Salud en la comunidad autónoma de Aragón.	2
Figura 23. Densidad de población en Aragón por municipios.	3
Figura 24. Izquierda: Tasa de sobreenvjecimiento de la población aragonesa. Derecha: Índice de infancia de Aragón.	3
Figura 25. Izquierda: Número de personas contagiadas por enfermedades de transmisión respiratoria por cada 1.000 habitantes en Aragón. Derecha: Tasa de mortalidad por enfermedades del sistema respiración en las comarcas de Aragón.	4
Figura 26. Personas contagiadas por enfermedades de transmisión alimentaria por cada 1.000 habitantes en Aragón.	4
Figura 27. Personas con diabetes por cada 1.000 habitantes en Aragón.	4

Figura 28. Izquierda: tasa de personas con hipertensión por cada 1.000 habitantes en Aragón. Derecha: número de personas con insuficiencia renal en Aragón.	5
Figura 29. Izquierda: tasa de personas con hipertensión por cada 1.000 habitantes en Aragón. Centro: número de personas con insuficiencia renal en Aragón. Derecha: número de personas con enfermedades cardiovasculares en Aragón.	5
Figura 30. Ubicación de los centros de salud que se encuentran en riesgo de inundación en la región aragonesa.	6
Figura 31. Izquierda: Localización de los puntos de la red aragonesa de proyectos de promoción de la Salud (RAPPs). Derecha: Distribución de las escuelas promotoras de salud de Aragón.	6
Figura 32. Esperanza de vida por comarcas en la región de Aragón.	7
Figura 33. Nivel de vulnerabilidad climática para el sector Salud en la comunidad autónoma de Aragón.	8
Figura 34. Riesgo climático histórico del sector salud al aumento de las lluvias intensas en Aragón.	8
Figura 35. Riesgo climático para los escenarios climáticos RCP 4.5 y RCP 8.5 a corto, medio y largo plazo del sector salud al aumento de las lluvias intensas en Aragón.	9
Figura 36. Riesgo climático histórico del sector salud al aumento de temperaturas y de las olas de calor en Aragón.	9
Figura 37. Riesgo climático para los escenarios climáticos RCP 4.5 y RCP 8.5 a corto, medio y largo plazo del sector salud al aumento de temperaturas y de las olas de calor en Aragón.	10
Figura 38. Riesgo climático histórico del sector salud a sequías en Aragón.	10
Figura 39. Riesgo climático para los escenarios climáticos RCP 4.5 y RCP 8.5 a corto, medio y largo plazo del sector salud a sequías en Aragón.	11
Figura 40. Riesgo climático histórico del sector salud a incendios en Aragón.	11
Figura 41. Riesgo climático para los escenarios climáticos RCP 4.5 y RCP 8.5 a corto, medio y largo plazo del sector salud a incendios en Aragón.	12
Figura 42. Cadena de impacto para el sector agua y recursos hídricos en Aragón.	13
Figura 43. Izquierda: Red fluvial natural superficial de Aragón. Derecha: Masas de agua subterráneas de Aragón.	14
Figura 44. Cauces y masas de agua artificiales de Aragón.	15
Figura 45. Reservas hídricas en forma de nieve en el periodo histórico 1981 a 2010 en la comunidad autónoma de Aragón.	15
Figura 46. Balance hídrico regional de Aragón.	16
Figura 47. Nivel de exposición climática del agua y los recursos hídricos de Aragón.	16
Figura 48. Calidad de las masas de agua de Aragón según las directrices de la DMA.	17
Figura 49. Izquierda: Calidad de las masas de agua superficiales por contaminación por nitratos en Aragón. Derecha: Calidad de las masas de agua subterráneas por contaminación por nitratos en Aragón.	17
Figura 50. Izquierda: escasez del recurso hídrico en la comunidad autónoma de Aragón. Derecha: riesgo de sequía en las masas de agua de la comunidad autónoma de Aragón.	18
Figura 51. Estaciones depuradoras de aguas residuales de Aragón.	18
Figura 52. Localización de los embalses de la comunidad autónoma de Aragón.	19
Figura 53. Nivel de Vulnerabilidad climática para sector de Agua y Recursos Hídricos.	20
Figura 54. Riesgo climático histórico del sector agua y recursos hídricos al aumento de lluvias intensas en Aragón.	20
Figura 55. Riesgo climático para los escenarios climáticos RCP 4.5 y RCP 8.5 a corto, medio y largo plazo del sector agua y recursos hídricos al aumento de lluvias intensas en Aragón.	21
Figura 56. Riesgo climático histórico del sector agua y recursos hídricos al aumento de temperaturas y de las olas de calor en Aragón.	21
Figura 57. Riesgo climático para los escenarios climáticos RCP 4.5 y RCP 8.5 a corto, medio y largo plazo del sector agua y recursos hídricos al aumento de temperaturas y de las olas de calor en Aragón.	22
Figura 58. Riesgo climático histórico del sector agua y recursos hídricos a las sequías en Aragón.	22
Figura 59. Riesgo climático para los escenarios climáticos RCP 4.5 y RCP 8.5 a corto, medio y largo plazo del sector agua y recursos hídricos a las sequías en Aragón.	23
Figura 60. Riesgo climático histórico del sector agua y recursos hídricos a incendios en Aragón.	23

Figura 61. Riesgo climático para los escenarios climáticos RCP 4.5 y RCP 8.5 a corto, medio y largo plazo del sector agua y recursos hídricos a incendios en Aragón.	24
Figura 62. Cadena de impacto para el sector patrimonio natural, biodiversidad y áreas protegidas en Aragón.	25
Figura 63. Distribución de los hábitats de interés comunitario de Aragón.	26
Figura 64. Zona de glaciares y de alta montaña de Aragón.	26
Figura 65. Áreas que cuentan con figuras de protección de especies en la comunidad autónoma de Aragón.	27
Figura 66. Localización de las Espacios Naturales Protegidos de Aragón.	27
Figura 67. Extensión Red Natura 2000 en Aragón conformada por las ZEPAS y las ZECs.	28
Figura 68. Nivel de exposición climática del Patrimonio natural, la biodiversidad y las áreas protegidas de Aragón.	29
Figura 69. Izquierda: Localización de los hábitats de especies amenazadas de Aragón. Derecha: Zonas de Aragón invadidas por especies exóticas.	30
Figura 70. Zonas de Aragón con peligrosidad de incendios.	30
Figura 71. Izquierda: Zonas de la Red Natura 2000 aragonesa en riesgo de erosión. Derecha: Espacios Naturales Protegidos de Aragón en riesgo de erosión.	30
Figura 72. Izquierda: Zonas de la Red Natura 2000 de Aragón con ocurrencia de incendios. Derecha: Espacios Naturales Protegidos de Aragón con ocurrencia de incendios.	31
Figura 73. Izquierda: Zonas de la Red Natura 2000 aragonesa en riesgo de inundación. Derecha: Zonas de los Espacios Naturales Protegidos de Aragón en riesgo de inundación.	31
Figura 74. Izquierda: Espacios Naturales Protegidos amparados por Planes de Ordenación de los Recursos Naturales (PORN).	32
Figura 75. Localización de los medios de prevención y extinción de incendios forestales en el territorio aragonés.	32
Figura 76. Nivel de vulnerabilidad climática del Patrimonio natural, la biodiversidad y las áreas protegidas de Aragón.	33
Figura 77. Riesgo climático histórico de sector Patrimonio natural, biodiversidad y áreas protegidas al aumento de las lluvias intensas en Aragón.	33
Figura 78. Riesgo climático para los escenarios climáticos RCP 4.5 y RCP 8.5 a corto, medio y largo plazo del sector.	34
Figura 79. Riesgo climático histórico de sector Patrimonio natural, biodiversidad y áreas protegidas al aumento de temperaturas y de las olas de calor en Aragón.	34
Figura 80. Riesgo climático para los escenarios climáticos RCP 4.5 y RCP 8.5 a corto, medio y largo plazo del sector.	35
Figura 81. Riesgo climático histórico de sector Patrimonio natural, biodiversidad y áreas protegidas a sequías en Aragón.	35
Figura 82. Riesgo climático del sector Patrimonio natural, biodiversidad y áreas protegidas a las sequías en Aragón para el período histórico y para los escenarios climáticos RCP 4.5 y RCP 8.5 a corto, medio y largo plazo.	36
Figura 83. Riesgo climático histórico de sector Patrimonio natural, biodiversidad y áreas protegidas a incendios en Aragón.	36
Figura 84. Riesgo climático del sector Patrimonio natural, biodiversidad y áreas protegidas a incendios en Aragón para el período histórico y para los escenarios climáticos RCP 4.5 y RCP 8.5 a corto, medio y largo plazo.	37
Figura 85. Cadena de impacto para el sector forestal, desertificación, caza y pesca continental en Aragón.	38
Figura 86. Izquierda: Terrenos cinegéticos de la comunidad autónoma de Aragón. Derecha: Zonas habilitadas para el ejercicio de la pesca en Aragón.	40
Figura 87. Densidad de especies cinegéticas en el territorio aragonés.	40
Figura 88. Nivel de exposición climática de las zonas forestales y de práctica de la caza y pesca continentales.	41

Figura 89. Izquierda: Superficie forestal de Aragón en riesgo de aridez. Derecha: Superficie cinegética de Aragón en riesgo de desertificación.....	41
Figura 90. Superficie forestal de Aragón afectada por incendios.	42
Figura 91. Estado ecológico de las masas de agua con permisividad de pesca de Aragón.	42
Figura 92. Izquierda: Áreas de Aragón de material forestal identificadas como zonas de reproducción. Derecha: Zonas de montaña de Aragón sujetas a planes de gestión.	43
Figura 93. Izquierda: Superficie forestal de Aragón salvaguardada por planes de defensa contra incendios. Derecha: Superficies forestales de Aragón protegidas.	43
Figura 94. Nivel de vulnerabilidad climática para el sector forestal, desertificación, caza y pesca continentales en la comunidad autónoma de Aragón.	44
Figura 95. Riesgo climático histórico del sector forestal, desertificación, caza y pesca continental al aumento de lluvias intensas en Aragón.....	45
Figura 96. Riesgo climático para los escenarios climáticos RCP 4.5 y RCP 8.5 a corto, medio y largo plazo del sector del sector forestal, desertificación, caza y pesca continental al aumento de las lluvias intensas en Aragón.	45
Figura 97. Riesgo climático del sector forestal, desertificación, caza y pesca continental al aumento de las temperaturas y de las olas de calor en Aragón para el período histórico y para los escenarios climáticos RCP 4.5 y RCP 8.5 a corto, medio y largo plazo.	46
Figura 98. Riesgo climático para los escenarios climáticos RCP 4.5 y RCP 8.5 a corto, medio y largo plazo sector forestal, desertificación, caza y pesca continental al aumento de las temperaturas y de las olas de calor en Aragón.....	46
Figura 99. Riesgo climático histórico del sector forestal, desertificación, caza y pesca continental a las sequías en Aragón.	47
Figura 100. Riesgo climático para los escenarios climáticos RCP 4.5 y RCP 8.5 a corto, medio y largo plazo del sector forestal, desertificación, caza y pesca continental a las sequías en Aragón.	47
Figura 101. Riesgo climático histórico del sector forestal, desertificación, caza y pesca continental a incendios en Aragón.	48
Figura 102. Riesgo climático para los escenarios climáticos RCP 4.5 y RCP 8.5 a corto, medio y largo plazo del sector forestal, desertificación, caza y pesca continental a incendios en Aragón.	48
Figura 103. Cadena de impacto para el sector agricultura, ganadería, pesca, acuicultura y alimentación en Aragón.	50
Figura 104. Superficie cultivada de Aragón.....	50
Figura 105. Izquierda: Superficie agraria útil media de Aragón. Derecha: Superficies de pastos en Aragón.	51
Figura 106. Producción agraria comarcal de Aragón.	52
Figura 107. Distribución del ganado en Aragón.....	52
Figura 108. Número de afiliaciones a la Seguridad Social en el sector primario en Aragón.	53
Figura 109. Nivel de exposición climática del sector Agricultura, Ganadería, Pesca, Acuicultura y Alimentación.	54
Figura 110. Superficie de regadío en Aragón.	54
Figura 111. Afección de la erosión según litologías en los cultivos de la comunidad autónoma de Aragón.	55
Figura 112. Superficie cultivada en riesgo por sequías y escasez de agua.	56
Figura 113. Zonas protegidas de vida silvestre en Aragón.	56
Figura 114. Nivel de vulnerabilidad climática del sector Agricultura, Ganadería, Pesca, Acuicultura y Alimentación de Aragón.	57
Figura 115. Riesgo climático histórico del sector sector agricultura, ganadería, pesca, acuicultura y alimentación al aumento de lluvias intensas en Aragón.	57
Figura 116. Riesgo climático para los escenarios climáticos RCP 4.5 y RCP 8.5 a corto, medio y largo plazo del sector agricultura, ganadería, pesca, acuicultura y alimentación al aumento de las lluvias intensas en Aragón.	58
Figura 117. Riesgo climático histórico del sector sector agricultura, ganadería, pesca, acuicultura y alimentación al aumento de temperaturas y de las olas de calor en Aragón.	58

Figura 118. Riesgo climático para los escenarios climáticos RCP 4.5 y RCP 8.5 a corto, medio y largo plazo del sector agricultura, ganadería, pesca, acuicultura y alimentación al aumento de temperaturas y de las olas de calor en Aragón.	59
Figura 119. Riesgo climático histórico del sector sector agricultura, ganadería, pesca, acuicultura y alimentación a las sequías en Aragón.	59
Figura 120. Riesgo climático para los escenarios climáticos RCP 4.5 y RCP 8.5 a corto, medio y largo plazo del sector agricultura, ganadería, pesca, acuicultura y alimentación a sequías en Aragón.	60
Figura 121. Riesgo climático histórico del sector sector agricultura, ganadería, pesca, acuicultura y alimentación a incendios en Aragón.	60
Figura 122. Riesgo climático para los escenarios climáticos RCP 4.5 y RCP 8.5 a corto, medio y largo plazo del sector agricultura, ganadería, pesca, acuicultura y alimentación a incendios en Aragón.	61
Figura 123. Cadena de impacto para el sector ciudades, urbanismo y edificación en Aragón.	62
Figura 124. Número de habitantes en Aragón por municipio.	63
Figura 125. Núcleos de población de Aragón.	63
Figura 126. Hectáreas de suelo urbano por municipio en Aragón.	64
Figura 127. Número de viviendas por cada 1.000 habitantes en Aragón.	64
Figura 128. Red de transporte de energía de Aragón.	64
Figura 129. Nivel de exposición climática del sector Ciudades, Urbanismo y Edificación.	65
Figura 130. Izquierda: Densidad de población de Aragón. Derecha: Zonas urbanas afectadas por inundaciones en Aragón.	65
Figura 131. Evolución de la artificialización de los suelos.	66
Figura 132. Municipios con planteamiento urbanístico en Aragón.	67
Figura 133. Gastos municipales de Aragón.	67
Figura 134. Nivel de vulnerabilidad climática del sector Ciudad, Urbanismo y Edificación.	68
Figura 135. Riesgo climático histórico del sector ciudades, urbanismo y edificación al aumento de las lluvias intensas en Aragón.	69
Figura 136. Riesgo climático para los escenarios climáticos RCP 4.5 y RCP 8.5 a corto, medio y largo plazo del sector ciudades, urbanismo y edificación al aumento de las lluvias intensas en Aragón.	69
Figura 137. Riesgo climático histórico del sector sector ciudades, urbanismo y edificación al aumento de temperaturas y de las olas de calor en Aragón.	70
Figura 138. Riesgo climático para los escenarios climáticos RCP 4.5 y RCP 8.5 a corto, medio y largo plazo del sector ciudades, urbanismo y edificación al aumento de temperaturas y de las olas de calor en Aragón.	70
Figura 139. Riesgo climático histórico del sector sector ciudades, urbanismo y edificación a las sequías en Aragón.	71
Figura 140. Riesgo climático para los escenarios climáticos RCP 4.5 y RCP 8.5 a corto, medio y largo plazo del sector ciudades, urbanismo y edificación a las sequías en Aragón.	71
Figura 141. Riesgo climático histórico del sector sector ciudades, urbanismo y edificación a incendios en Aragón.	72
Figura 142. Riesgo climático para los escenarios climáticos RCP 4.5 y RCP 8.5 a corto, medio y largo plazo del sector ciudades, urbanismo y edificación a incendios en Aragón.	72
Figura 143. Cadena de impacto para el sector patrimonio cultural, educación y sociedad en Aragón.	74
Figura 144. Zonas paleontológicas de Aragón.	74
Figura 145. Localización de los parques culturales de Aragón.	75
Figura 146. Izquierda: Red de senderos de Aragón. Derecha: Localización de los paneles, miradores y otro tipo de equipamientos en senderos naturales de Aragón.	75
Figura 147. Izquierda: Localización de los colegios públicos de Aragón. Derecha: Localización de los institutos públicos de Aragón.	76
Figura 148. Distribución de los equipamientos de la Estrategia Aragonesa de Educación Ambiental de Aragón.	76
Figura 149. Espacios deportivos de Aragón.	77
Figura 150. Nivel de exposición climática del sector de Patrimonio Cultural, Educación y Sociedad.	77

Figura 151. (a) Zonas paleontológicas de Aragón en riesgo de inundación. (b) Parques culturales en riesgo de inundación en Aragón. (c) Parques culturales de Aragón en riesgo de erosión alta o muy alta. (d) Parques culturales de Aragón situados en zonas de ocurrencia de incendios.	78
Figura 152. Izquierda: Tramos de la red de senderos de Aragón en zonas en peligro de inundación. Derecha: Paneles, miradores y otros equipamientos de la red de senderos en zonas en peligro de inundación.	79
Figura 153. Número de personas adultas que han realizado actividades educativas en Aragón.	79
Figura 154. Porcentaje de hogares aragoneses que no poseen acceso a internet.	80
Figura 155. Zonas de implementación de actividades y programas de capacitación, concienciación y formación en materia de cambio climático. Iniciativa Patios por el Clima.	80
Figura 156. Nivel de vulnerabilidad climática del sector Patrimonio Cultural, Educación y Sociedad.	81
Figura 157. Riesgo climático histórico del sector patrimonio cultural, educación y sociedad al aumento de las lluvias intensas en Aragón.	81
Figura 158. Riesgo climático para los escenarios climáticos RCP 4.5 y RCP 8.5 a corto, medio y largo plazo del sector patrimonio cultural, educación y sociedad al aumento de las lluvias intensas en Aragón.	82
Figura 159. Riesgo climático histórico del sector sector patrimonio cultural, educación y sociedad al aumento de temperaturas y de las olas de calor en Aragón.	82
Figura 160. Riesgo climático para los escenarios climáticos RCP 4.5 y RCP 8.5 a corto, medio y largo plazo del sector patrimonio cultural, educación y sociedad al aumento de las temperaturas y de las olas de calor en Aragón.	83
Figura 161. Riesgo climático histórico del sector sector patrimonio cultural, educación y sociedad a las sequías en Aragón.	83
Figura 162. Riesgo climático para los escenarios climáticos RCP 4.5 y RCP 8.5 a corto, medio y largo plazo del sector patrimonio cultural, educación y sociedad a las sequías en Aragón.	84
Figura 163. Riesgo climático histórico del sector sector patrimonio cultural, educación y sociedad a incendios en Aragón.	84
Figura 164. Riesgo climático para los escenarios climáticos RCP 4.5 y RCP 8.5 a corto, medio y largo plazo del sector patrimonio cultural, educación y sociedad a incendios en Aragón.	85
Figura 165. Cadena de impacto para el sector energía en Aragón.	86
Figura 166. Izquierda: Localización de las subestaciones de producción de energía en Aragón. Derecha: Distribución de las líneas eléctricas de Aragón.	87
Figura 167. Estaciones de suministro de energía eléctrica en Aragón.	87
Figura 168. Izquierda: Localización de los parques eólicos de Aragón. Derecha: Municipios aragoneses productores de energía de solar térmica.	88
Figura 169. Número de personas ocupadas en el suministro de energía eléctrica, gas, vapor y aire.	88
Figura 170. Nivel de exposición climática del sector energético de Aragón.	89
Figura 171. Evolución de la demanda eléctrica en MWh en Aragón.	89
Figura 172. Zonas de exclusión para la ubicación de parques eólicos en Aragón.	90
Figura 173. Zonas sensibles a la implantación de parques fotovoltaicos en Aragón.	90
Figura 174. Izquierda: Plantas de generación de energía en riesgo de inundación. Derecha: Plantas de generación de energía en riesgo de erosión.	91
Figura 175. Plantas de generación de energía en riesgo de incendios.	91
Figura 176. Capacidad de autoconsumo de los municipios de la comunidad autónoma de Aragón.	92
Figura 177. Distribución de las comunidades energéticas de Aragón.	92
Figura 178. Nivel de vulnerabilidad climática del sector de Energía.	93
Figura 179. Riesgo climático histórico del sector energía al aumento de las lluvias intensas en Aragón.	93
Figura 180. Riesgo climático para los escenarios climáticos RCP 4.5 y RCP 8.5 a corto, medio y largo plazo del sector energía al aumento de las lluvias intensas en Aragón.	94
Figura 181. Riesgo climático histórico del sector energía al aumento de temperaturas y de las olas de calor en Aragón.	94
Figura 182. Riesgo climático para los escenarios climáticos RCP 4.5 y RCP 8.5 a corto, medio y largo plazo del sector energía al aumento de temperaturas y de las olas de calor en Aragón.	95
Figura 183. Riesgo climático histórico del sector sector energía a las sequías en Aragón.	95

Figura 184. Riesgo climático para los escenarios climáticos RCP 4.5 y RCP 8.5 a corto, medio y largo plazo del sector energía a las sequías en Aragón.	96
Figura 185. Riesgo climático histórico del sector sector energía a incendios en Aragón.....	96
Figura 186. Riesgo climático para los escenarios climáticos RCP 4.5 y RCP 8.5 a corto, medio y largo plazo del sector energía a incendios en Aragón.....	97
Figura 187. Cadena de impacto para el sector movilidad y transporte en Aragón.....	98
Figura 188. Izquierda: Red de carreteras de Aragón.	99
Figura 189. Derecha: Red de vías férreas de Aragón. Izquierda: Localización de los aeropuertos y los campos de vuelo de Aragón.	100
Figura 190. Nivel de exposición climática del sector Movilidad y Transporte de Aragón.	101
Figura 191. Izquierda: Carreteras de Aragón en riesgo de inundación. Derecha: Red de carreteras de Aragón en riesgo de erosión.....	101
Figura 192. Vías férreas de Aragón en riesgo de inundación	102
Figura 193. Localización de los puntos negros de siniestros en la región de Aragón.....	102
Figura 194. Número de vehículos vendidos en 2023 en Aragón según tipología.....	103
Figura 195. Número de usuarios del servicio público de transportes de Aragón.	103
Figura 196. Nivel de vulnerabilidad climática del sector Movilidad y Transporte de Aragón.....	104
Figura 197. Riesgo climático histórico del sector movilidad y transporte al aumento de las lluvias intensas en Aragón.....	104
Figura 198. Riesgo climático para los escenarios climáticos RCP 4.5 y RCP 8.5 a corto, medio y largo plazo del sector movilidad y transporte al aumento de las lluvias intensas en Aragón.....	105
Figura 199. Riesgo climático histórico del sector sector movilidad y transporte al aumento de temperaturas y de las olas de calor en Aragón.....	105
Figura 200. Riesgo climático para los escenarios climáticos RCP 4.5 y RCP 8.5 a corto, medio y largo plazo del sector movilidad y transporte al aumento de temperaturas en Aragón.....	106
Figura 201. Riesgo climático histórico del sector sector movilidad y transporte a las sequías en Aragón.	106
Figura 202. Riesgo climático para los escenarios climáticos RCP 4.5 y RCP 8.5 a corto, medio y largo plazo del sector movilidad y transporte a las sequías en Aragón.	107
Figura 203. Riesgo climático histórico del sector movilidad y transporte a incendios en Aragón.....	107
Figura 204. Riesgo climático para los escenarios climáticos RCP 4.5 y RCP 8.5 a corto, medio y largo plazo del sector movilidad y transporte a incendios en Aragón.....	108
Figura 205. Cadena de impacto para el sector industria y servicios en Aragón.....	109
Figura 206. Izquierda: Suelo industrial y comercial de Aragón. Derecha: Distribución de los polígonos industriales en la comunidad autónoma de Aragón.	110
Figura 207. Número de personas afiliadas a la Seguridad Social en la industria en Aragón.....	110
Figura 208. Izquierda: Número de establecimientos dedicados al sector servicios en Aragón. Derecha: Número de personas afiliadas a la Seguridad Social en el sector servicios.	111
Figura 209. Nivel de exposición climática del Sector Industrial y Servicios de Aragón.	111
Figura 210. Suelo industrial y comercial en riesgo de inundación en Aragón.	112
Figura 211. Porcentaje del sector de servicios e industria sobre el VAB en Aragón.	112
Figura 212. Número de tipos de Actividades económicas industriales de Aragón.	113
Figura 213. Izquierda: Porcentaje de empresas en cada comunidad autónoma de España que invierte en I+D. Derecha. Gasto en innovación industrial de cada comunidad autónoma de España.	113
Figura 214. Actividades económicas de Aragón. Por sectores y agrupaciones de actividad.....	114
Figura 215. Nivel de vulnerabilidad climática para el sector de Industria y Servicios.	114
Figura 216. Riesgo climático histórico del sector industria y servicios al aumento de las lluvias intensas en Aragón.....	115
Figura 217. Riesgo climático para los escenarios climáticos RCP 4.5 y RCP 8.5 a corto, medio y largo plazo del sector industria y servicios al aumento de las lluvias intensas en Aragón.....	115
Figura 218. Riesgo climático histórico del sector industria y servicios al aumento de temperaturas y las olas de calor en Aragón.....	116
Figura 219. Riesgo climático para los escenarios climáticos RCP 4.5 y RCP 8.5 a corto, medio y largo plazo del sector industria y servicios al aumento de las temperaturas y las olas de calor en Aragón.....	116

Figura 220. Riesgo climático histórico del sector industria y servicios a las sequías en Aragón.	117
Figura 221. Riesgo climático para los escenarios climáticos RCP 4.5 y RCP 8.5 a corto, medio y largo plazo del sector industria y servicios a las sequías en Aragón.	117
Figura 222. Riesgo climático histórico del sector industria y servicios a incendios en Aragón.	118
Figura 223. Riesgo climático para los escenarios climáticos RCP 4.5 y RCP 8.5 a corto, medio y largo plazo del sector industria y servicios a incendios en Aragón.	118
Figura 224. Cadena de impacto para el sector turismo en Aragón.	119
Figura 225. Izquierda: Evolución desde 2016 hasta 2022 del turismo en Aragón. Derecha: Número de viajeros de cada comunidad autónoma de España.	120
Figura 226. Localización de los puntos de información turística de Aragón.	121
Figura 227. Zonas de probabilidad de acumulación de nieve en Aragón.	121
Figura 228. Distribución de las pistas de esquí de Aragón.	122
Figura 229. Izquierda: Número y distribución de los establecimientos turísticos de Aragón. Derecha: Número y distribución de viviendas turísticas de Aragón.	122
Figura 230. Localización de los centros de interpretación de la naturaleza y de los espacios naturales protegidos en Aragón.	123
Figura 231. Red de museos de Aragón.	123
Figura 232. Nivel de exposición climática del Sector Turismo de Aragón.	124
Figura 233. Municipios de Aragón que cuentan con atracciones turísticas.	124
Figura 234. Izquierda: Zonas turísticas en riesgo de erosión en Aragón. Derecha: Zonas turísticas en riesgo de inundación en Aragón.	125
Figura 235. Zonas de Aragón que sufrirán descensos de las potencias de las capas de nieve según las proyecciones climáticas RCP 4.5 y 8.5 para los horizontes a corto, medio y largo plazo.	125
Figura 236. Nivel de vulnerabilidad climática del Sector Turismo de Aragón.	127
Figura 237. Riesgo climático histórico del sector turismo al aumento de las lluvias intensas en Aragón.	127
Figura 238. Riesgo climático para los escenarios climáticos RCP 4.5 y RCP 8.5 a corto, medio y largo plazo del sector turismo al aumento de las lluvias intensas en Aragón.	128
Figura 239. Riesgo climático histórico del sector sector turismo al aumento de temperaturas y las olas de calor en Aragón.	128
Figura 240. Riesgo climático para los escenarios climáticos RCP 4.5 y RCP 8.5 a corto, medio y largo plazo del sector turismo al aumento de temperaturas y olas de calor en Aragón.	129
Figura 241. Riesgo climático histórico del sector turismo a las sequías en Aragón.	129
Figura 242. Riesgo climático para los escenarios climáticos RCP 4.5 y RCP 8.5 a corto, medio y largo plazo del sector turismo a las sequías en Aragón.	130
Figura 243. Riesgo climático histórico del sector sector turismo a incendios en Aragón.	130
Figura 244. Riesgo climático para los escenarios climáticos RCP 4.5 y RCP 8.5 a corto, medio y largo plazo del sector turismo a incendios en Aragón.	131
Figura 245. Cadena de impacto para el sistema financiero y actividad aseguradora en Aragón.	132
Figura 246. Izquierda: Distribución y localización de las entidades financieras de Aragón. Derecha: Comarcas de Aragón con actividades de seguros y financieras.	133
Figura 247. Nivel de exposición del sector del Sistema Financiero y de Seguros de Aragón.	133
Figura 248. Evolución del Producto Interior Bruto (PIB) de Aragón desde el año 2000 al 2021 a precios de mercado.	134
Figura 249. Izquierda: Municipios con estaciones climáticas en Aragón. Derecha: Territorio de Aragón con medios de protección contra incendios.	135
Figura 250. Nivel de vulnerabilidad climática del sector del Sistema Financiero y Actividad Aseguradora de Aragón.	135
Figura 251. Riesgo climático histórico del sector sistema financiero y actividad aseguradora al aumento de las lluvias intensas en Aragón.	136
Figura 252. Riesgo climático para los escenarios climáticos RCP 4.5 y RCP 8.5 a corto, medio y largo plazo del sector sistema financiero y actividad aseguradora al aumento de las lluvias intensas en Aragón.	136
Figura 253. Riesgo climático histórico del sector sistema financiero y actividad aseguradora al aumento de temperaturas y olas de calor en Aragón.	137

<i>Figura 254. Riesgo climático para los escenarios climáticos RCP 4.5 y RCP 8.5 a corto, medio y largo plazo del sector sistema financiero y actividad aseguradora al aumento de temperaturas y olas de calor en Aragón.</i>	137
<i>Figura 255. Riesgo climático histórico del sector sistema financiero y actividad aseguradora a las sequías en Aragón.</i>	138
<i>Figura 256. Riesgo climático para los escenarios climáticos RCP 4.5 y RCP 8.5 a corto, medio y largo plazo del sector sistema financiero y actividad aseguradora a las sequías en Aragón.</i>	138
<i>Figura 257. Riesgo climático histórico del sector sistema financiero y actividad aseguradora a incendios en Aragón.</i>	139
<i>Figura 258. Riesgo climático para los escenarios climáticos RCP 4.5 y RCP 8.5 a corto, medio y largo plazo del sector sistema financiero y actividad aseguradora a incendios en Aragón.</i>	139
<i>Figura 259. Cadena de impacto para el sector Reducción de riesgo a desastres en Aragón.</i>	140
<i>Figura 260. Izquierda: Localización de los parques de bomberos de Aragón. Derecha: Distribución de las bases de atención a emergencias de Aragón.</i>	141
<i>Figura 261. Nivel de exposición climática del sector de Reducción de riesgo a desastres en Aragón.</i>	142
<i>Figura 262. Frecuencia de incendios en los municipios de Aragón.</i>	142
<i>Figura 263. Izquierda: Niveles de erosión en Aragón. Derecha: Superficie urbana en riesgo de inundación.</i>	143
<i>Figura 264. Nivel de vulnerabilidad climática del sector Reducción de riesgo a desastres de Aragón.</i>	144
<i>Figura 265. Riesgo climático histórico del sector reducción de riesgo a desastres al aumento de las lluvias intensas en Aragón.</i>	144
<i>Figura 266. Riesgo climático para los escenarios climáticos RCP 4.5 y RCP 8.5 a corto, medio y largo plazo del sector reducción de riesgo a desastres al aumento de las lluvias intensas en Aragón.</i>	145
<i>Figura 267. Riesgo climático histórico del sector reducción de riesgo a desastres al aumento de temperaturas y olas de calor en Aragón.</i>	145
<i>Figura 268. Riesgo climático para los escenarios climáticos RCP 4.5 y RCP 8.5 a corto, medio y largo plazo del sector reducción de riesgo a desastres al aumento de temperaturas y las olas de calor en Aragón.</i>	146
<i>Figura 269. Riesgo climático histórico del sector reducción de riesgo a desastres a las sequías en Aragón.</i>	146
<i>Figura 270. Riesgo climático para los escenarios climáticos RCP 4.5 y RCP 8.5 a corto, medio y largo plazo del sector reducción de riesgo a desastres a las sequías en Aragón.</i>	147
<i>Figura 271. Riesgo climático histórico del sector reducción de riesgo a desastres a incendios en Aragón.</i>	147
<i>Figura 272. Riesgo climático para los escenarios climáticos RCP 4.5 y RCP 8.5 a corto, medio y largo plazo del sector reducción de riesgo a desastres a incendios en Aragón.</i>	148
<i>Figura 273. Cadena de impacto para el sector investigación e innovación en Aragón.</i>	149
<i>Figura 274. Desglose de los Presupuestos Generales del Gobierno de Aragón del año 2023 destinados a Investigación Científica, Técnica y Aplicada.</i>	150
<i>Figura 275. Resumen de los principales factores de vulnerabilidad en la comunidad autónoma de Aragón.</i>	152

Acrónimos

AEMET	Agencia Estatal de Meteorología
CCAA	Comunidad Autónoma
CMNUCC	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
COP	Conferencias de las Partes
DMA	Directiva Marco del Agua
EACC	Estrategia Aragonesa de Cambio Climático
EEl	Especies Exóticas Invasoras
GEI	Gases de efecto invernadero
IAA	Instituto Aragonés del Agua
ICEARAGON	Infraestructura de Conocimiento Espacial de Aragón
IGN	Instituto Geográfico Nacional
INAGA	Instituto Aragonés de Gestión Ambiental
IPCC	Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático
IPE-CSIC	Instituto Pirenaico de Ecología
MITECO	Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico
MSNM	Metros sobre el nivel del mar
NDC	Contribución Nacionalmente Determinada, por sus siglas en inglés
ODS	Objetivos de Desarrollo Sostenible
OECC	Oficina Española de Cambio Climático
PIB	Producto interno bruto
PIMA	Plan de Impulso al Medio Ambiente
PNACC	Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático de España
RCP	Trayectorias de Concentración de Emisiones de GEI Representativas
RRD	Reducción de riesgo de desastres
UE	Unión Europea
VAB	Valor añadido bruto

1. Introducción

El cambio climático es uno de los mayores desafíos que enfrenta la humanidad en el siglo XXI. A medida que las concentraciones de gases de efecto invernadero (GEI) en la atmósfera aumentan debido a las actividades humanas, el clima de nuestro planeta está experimentando cambios significativos. Por ello, abordar el cambio climático se ha convertido en un reto ambiental de primera magnitud, que ha aglutinado buena parte de los esfuerzos de las administraciones ambientales en la última década a todos los niveles.

Inicialmente, la mayoría de los esfuerzos se centraban en la reducción de sus emisiones. Sin embargo, actualmente es evidente que algunas de las consecuencias del cambio climático son inevitables. Estos cambios afectan a diversos ecosistemas, regiones y comunidades, y la comunidad autónoma de Aragón no es una excepción.

Situado en el noreste de la península ibérica, Aragón es una región rica en biodiversidad, cultura e historia, con una geografía diversa que incluye montañas, valles y ríos, alberga una variedad de ecosistemas, desde bosques y pastizales hasta estepas y desiertos. Los ecosistemas de Aragón son valiosos y diversos, pero también frágiles frente a los cambios climáticos. Los bosques se ven amenazados por el aumento de las temperaturas y la mayor frecuencia de incendios forestales. Los glaciares pirenaicos, que son fuentes cruciales de agua, están en retroceso debido al deshielo acelerado. Por otro lado, humedales como la Laguna de Gallocanta, son importantes para las aves migratorias, pero la alteración de los patrones de migración y la disminución de las reservas de agua los ponen en peligro. Los ríos y arroyos, que son esenciales para la vida silvestre y el riego agrícola, pueden verse afectados por la reducción del caudal y la contaminación. La agricultura resulta una parte fundamental de la economía de Aragón, y la gestión del agua constituye un desafío importante en la región. El turismo, a su vez, es un sector importante en la Comunidad Autónoma, siendo el mismo altamente dependiente del clima existente.

Ante los desafíos planteados por el cambio climático, la comunidad de Aragón ha comenzado a implementar medidas de adaptación y mitigación. La conservación de los ecosistemas naturales, la promoción de prácticas agrícolas sostenibles y la mejora de la eficiencia energética son algunas de las estrategias adoptadas. Además, Aragón está trabajando en el desarrollo de acciones y políticas de gestión del agua más resilientes y en la promoción de fuentes de energía renovable. La colaboración entre el gobierno, las comunidades locales y otras partes interesadas es fundamental para abordar de manera efectiva los desafíos del cambio climático.

Con todo ello, plantear una planificación adecuada en materia de adaptación en la región es de vital importancia, analizando cuales son los impactos esperados y el riesgo en el territorio y revisando los distintos factores que intervienen en la adaptación al cambio climático de Aragón. Así, la información generada por este estudio será esencial para la toma de decisiones informadas en el ámbito gubernamental y el sector privado. Se espera que los resultados ayuden a diseñar políticas y planes de acción que fortalezcan la resiliencia de la Comunidad Autónoma de Aragón ante los desafíos del cambio climático. Asimismo, servirá como base para la concienciación pública y la participación ciudadana en la lucha contra el cambio climático en la región.

2. Contexto

3.1. Contexto internacional

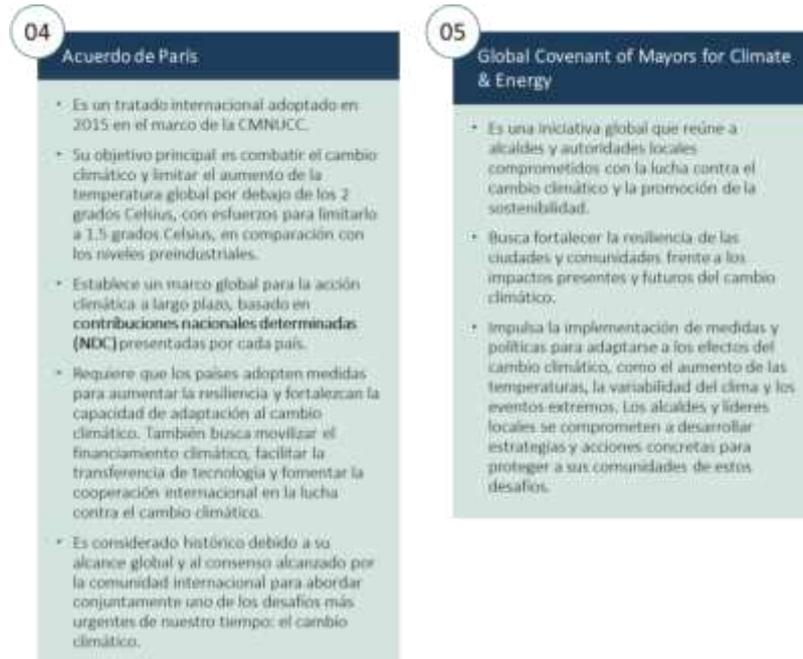
Existe a nivel internacional la **Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático** (CMNUCC), que es un acuerdo internacional adoptado en 1992 con el objetivo de abordar el cambio climático a nivel global.



La CMNUCC establece un marco de cooperación entre los países para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, adaptarse a los impactos del cambio climático y promover la transferencia de tecnología y financiamiento para apoyar a los países en desarrollo. Además, la convención establece una serie de reuniones anuales conocidas como las **Conferencias de las Partes** (COP), donde los países discuten y negocian acciones concretas para hacer frente al cambio climático y alcanzar los objetivos establecidos en el acuerdo.

A lo largo de los años, la CMNUCC ha facilitado importantes acuerdos, programas y marcos de trabajo que buscan que los distintos países firmantes avancen en una mejor adaptación al cambio climático de sus territorios y sociedades. Entre ellos, se destacan:

<div style="border: 1px solid #333; background-color: #f9f9f9; padding: 10px; margin-bottom: 10px;"> <div style="background-color: #333; color: white; border-radius: 50%; width: 30px; height: 30px; display: flex; align-items: center; justify-content: center; margin: 0 auto 10px auto;">01</div> <div style="background-color: #333; color: white; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">Programa de trabajo de Nairobi</div> <ul style="list-style-type: none"> • Fue establecido en 2006 durante la COP 12. • Su objetivo principal es abordar los impactos del cambio climático y promover la adaptación en los países en desarrollo. • Se enfoca en fortalecer la capacidad de los países para hacer frente a los efectos adversos del cambio climático, especialmente aquellos que son más vulnerables. • Fomenta la cooperación internacional y la transferencia de tecnología y conocimientos para ayudar a los países en desarrollo a desarrollar e implementar estrategias de adaptación efectivas. • También promueve la integración de la adaptación al cambio climático en las políticas y planes nacionales de desarrollo, así como en los sectores clave, como la agricultura, la salud, los recursos hídricos y la infraestructura. </div>	<div style="border: 1px solid #333; background-color: #f9f9f9; padding: 10px; margin-bottom: 10px;"> <div style="background-color: #333; color: white; border-radius: 50%; width: 30px; height: 30px; display: flex; align-items: center; justify-content: center; margin: 0 auto 10px auto;">02</div> <div style="background-color: #333; color: white; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">Marco de Adaptación de Cancún</div> <ul style="list-style-type: none"> • Fue adoptado durante la COP16 en Cancún, México, en 2010. • Este marco tiene como objetivo fortalecer la capacidad de los países para adaptarse a los impactos del cambio climático y promover la cooperación internacional en esta materia. • Establece los principios y enfoques para la implementación de medidas de adaptación, reconociendo la importancia de la equidad, la sostenibilidad y la participación de las comunidades locales. • El Marco establece una serie de acciones y mecanismos para abordar la adaptación al cambio climático, incluyendo la creación de un Comité de Adaptación para promover la implementación de proyectos y programas de adaptación, así como la movilización de recursos financieros para apoyar a los países en desarrollo en sus esfuerzos de adaptación. </div>	<div style="border: 1px solid #333; background-color: #f9f9f9; padding: 10px;"> <div style="background-color: #333; color: white; border-radius: 50%; width: 30px; height: 30px; display: flex; align-items: center; justify-content: center; margin: 0 auto 10px auto;">03</div> <div style="background-color: #333; color: white; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">Mecanismo Internacional de Varsovia de Pérdidas y Daños</div> <ul style="list-style-type: none"> • Es una iniciativa adoptada durante la COP19 en Varsovia, Polonia, en 2013. • Este mecanismo reconoce que existen situaciones en las que los países no pueden adaptarse completamente a los impactos del cambio climático y sufren pérdidas y daños irreparables. • El objetivo del mecanismo es abordar estas pérdidas y daños, brindar apoyo a los países más vulnerables y buscar soluciones para afrontar las consecuencias no evitables del cambio climático. • Establece un marco para la cooperación internacional en la identificación, reducción y gestión de los riesgos asociados a las pérdidas y daños causados por el cambio climático. También se centra en la movilización de recursos financieros, la transferencia de tecnología y la capacitación para apoyar a los países en desarrollo en sus esfuerzos para hacer frente a las pérdidas y daños. </div>
--	--	---



A nivel europeo, la región ha estado trabajando activamente para abordar los desafíos del cambio climático y adaptarse a sus impactos. La Unión Europea (UE) ha establecido una serie de políticas y medidas para promover la adaptación al cambio climático en toda la región, con un marco a corto y otro a largo plazo:

- Por un lado, el **Marco de Políticas de Energía y Cambio Climático 2021-2030**, que es un conjunto de políticas y medidas destinadas a abordar los desafíos del cambio climático y promover la transición hacia una economía baja en carbono en los Estados miembros de la UE durante la década comprendida entre 2021 y 2030. El objetivo principal de este marco es cumplir con los compromisos adquiridos por la UE en el Acuerdo de París. Para lograrlo, la UE ha establecido una serie de objetivos ambiciosos y medidas concretas.
- A largo plazo, la Unión Europea ha planteado el **Pacto Verde Europeo**¹, también conocido como el Green Deal. Este es una ambiciosa estrategia para abordar el cambio climático y lograr la neutralidad de carbono para el año 2050. Este plan integral busca transformar la economía europea en una economía sostenible y resistente al clima, impulsando la transición hacia energías limpias, promoviendo la eficiencia energética y fomentando la adopción de tecnologías limpias en sectores clave como la agricultura, la industria y el transporte. Además, el Pacto Verde Europeo tiene como objetivo proteger la biodiversidad, promover la economía circular y garantizar una transición justa para todos los ciudadanos europeos, creando empleos verdes y abordando las desigualdades sociales y económicas que puedan surgir durante el proceso de transformación hacia una Europa más verde y sostenible.

Dentro de las acciones que forman parte del Plan del Pacto Verde Europeo, se presentó en febrero de 2021 la nueva **Estrategia de Adaptación al Cambio Climático de la UE**², diseñada para fortalecer la capacidad de adaptación de Europa frente a los impactos del cambio climático. Se centra en abordar los riesgos y las vulnerabilidades asociadas al cambio climático y en garantizar la resiliencia de los sistemas naturales, económicos y sociales de la UE. La estrategia establece tres pilares fundamentales:

- a) Promover una mayor comprensión y evaluación de los riesgos climáticos
- b) Promover una acción coordinada a nivel europeo, mediante el fortalecimiento de la gobernanza
- c) Fortalecer la capacidad de recuperación y en la promoción de soluciones innovadoras

¹ <https://www.consilium.europa.eu/es/policies/green-deal/>

² https://adaptecca.es/sites/default/files/documentos/estrategia_eu_2021_es.pdf

Para ello, plantea acciones en ocho áreas principales:



Estos planes y estrategias se apoyan en la **Ley Europea del Clima**³, aprobada en junio de 2021, la cual establece y define el objetivo de neutralidad climática en la UE a 2050 y proporciona un marco para avanzar en los esfuerzos de adaptación a los impactos del cambio climático. Establece que todos los Estados miembros deben poner en marcha estrategias y planes de adaptación. La Ley también pone en marcha un mecanismo de seguimiento y evaluación del progreso por parte de la Comisión que deberá evaluar, tanto a nivel europeo como nacional, cada cinco años, el avance hacia el objetivo de neutralidad climática y de adaptación y la coherencia de las políticas europeas y de los Estados miembros con dichos objetivos.

A su vez, la UE cuenta con una serie de misiones que pretenden aportar soluciones concretas a los grandes retos de la sociedad dando un nuevo papel a la investigación y la innovación, combinadas con nuevas formas de gobernanza y colaboración, así como implicando a los ciudadanos. Entre ellas, la Misión de Adaptación al Cambio Climático se centra en apoyar a las regiones, ciudades y autoridades locales de la UE en sus esfuerzos por aumentar la resiliencia frente a los efectos del cambio climático.

La Misión contribuye a poner en práctica la estrategia de adaptación de la UE ayudando a las regiones a comprender mejor los riesgos climáticos a los que se enfrentan y se enfrentarán en el futuro desarrollar sus vías para estar mejor preparadas y hacer frente al cambio climático probar y desplegar sobre el terreno las soluciones innovadoras necesarias para aumentar la resiliencia.

3.2. Contexto español

En España, la adaptación al cambio climático se ha convertido en una prioridad en los últimos años. El país ha experimentado diversos impactos del cambio climático, como olas de calor más intensas, sequías prolongadas, incendios forestales y aumento del nivel del mar. Por ello, se ha desarrollado un marco político y estratégico para la adaptación al cambio climático en el país. Como primer paso, en 2006, se creó la **Oficina Española de Cambio Climático**, encargada de coordinar las políticas de adaptación.

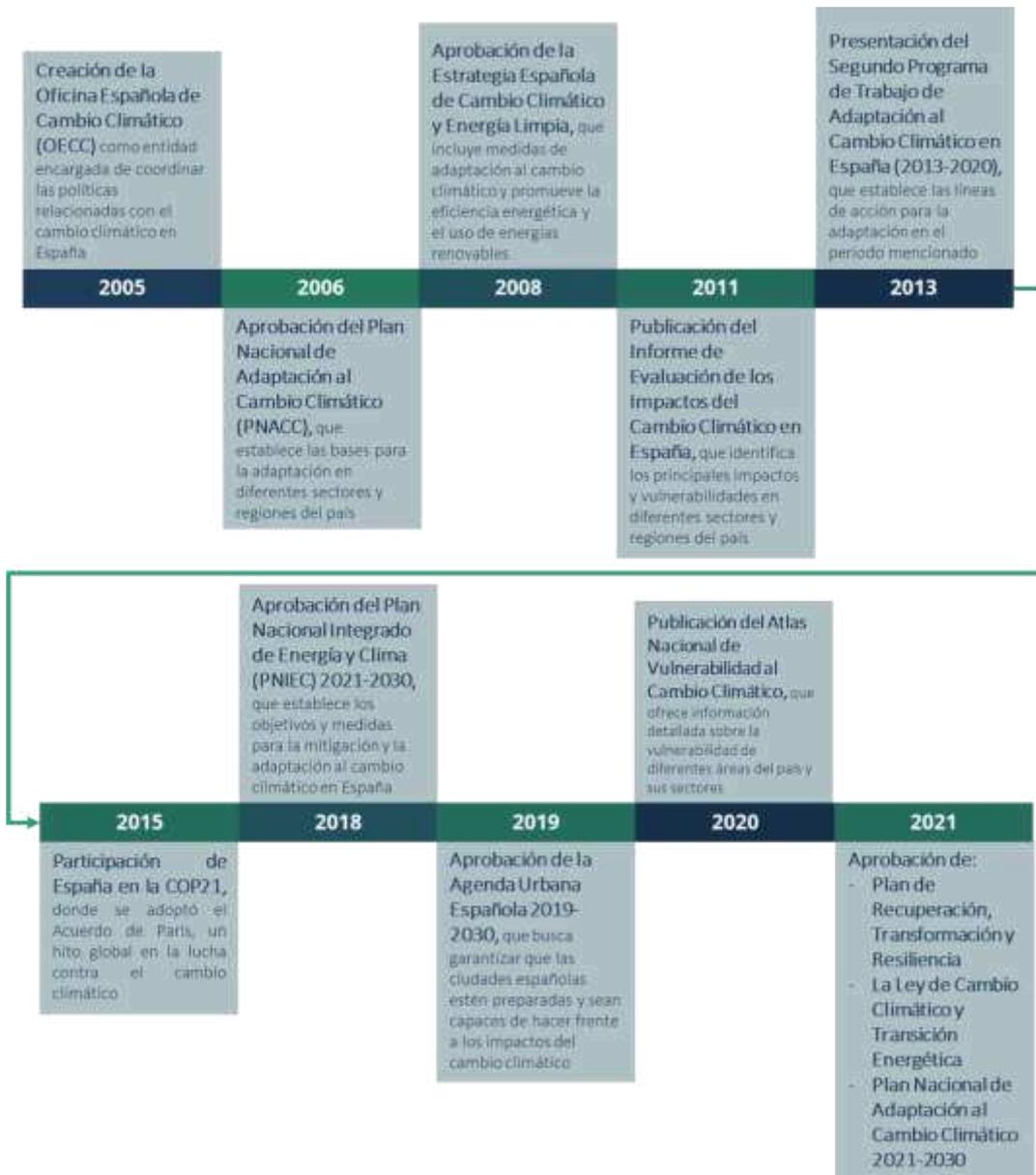
³ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=CELEX%3A32021R1119>



La Oficina Española de Cambio Climático (OECC) es una entidad perteneciente al Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico de España. Su objetivo principal es coordinar y promover las políticas y acciones relacionadas con el cambio climático en el país.

La OECC se encarga de liderar y coordinar la política nacional en materia de cambio climático, así como de representar a España en los foros internacionales sobre esta temática.

Paralelamente, ese mismo año se adoptó el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC), el cual se ha ido actualizando periódicamente, y se aprobó en 2008 la primera Estrategia Española de Cambio Climático y Energía Limpia que incluía medidas para la adaptación. A partir de ahí, han sido muchos los esfuerzos realizados en el país en materia de adaptación. Se incluyen a continuación los principales:



De entre todas las iniciativas españolas que trabajan en el marco de la adaptación al cambio climático, el instrumento normativo que rige las actuaciones o marca las obligaciones en la materia es la **Ley de Cambio**

Climático y Transición Energética⁴. Aprobada en mayo de 2021, esta legislación está alineada con los compromisos establecidos en el Acuerdo de París, y tiene como objetivo principal abordar el cambio climático y acelerar la transición hacia un modelo energético sostenible. Establece metas ambiciosas, como alcanzar la neutralidad climática para 2050 y que el 74% del consumo de energía provenga de fuentes renovables para 2030. Además, promueve la adaptación al cambio climático, buscando evaluar y abordar los riesgos del cambio climático, establecer estrategias y planes de adaptación, proteger los ecosistemas y fomentar la coordinación institucional para enfrentar los desafíos del cambio climático en España.

En cuanto a la planificación vigente, el principal referente es el **Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático 2021-2030**⁵. Es una estrategia integral que busca preparar al país para enfrentar los impactos del cambio climático y promover la resiliencia. Este plan se enfoca en cinco áreas clave: agua, recursos naturales, sector costero, salud humana y medio urbano. Se establecen objetivos específicos en cada ámbito y se proponen medidas concretas para minimizar los riesgos y aprovechar las oportunidades que surgen del cambio climático. El plan promueve la colaboración entre distintos actores, como administraciones públicas, empresas y sociedad civil, y busca integrar la adaptación al cambio climático en las políticas sectoriales. Además, se hace énfasis en la generación de conocimiento y herramientas que faciliten la toma de decisiones informadas.

Además, existen otras iniciativas con afectación o relación con la adaptación:

- La **Agenda Urbana Española 2019-2030** busca garantizar que las ciudades españolas estén preparadas y sean capaces de hacer frente a los impactos del cambio climático, protegiendo a los ciudadanos, los activos urbanos y el entorno natural en un contexto de cambio ambiental. La estrategia incluye la promoción de infraestructuras verdes y soluciones basadas en la naturaleza, como la creación de áreas verdes, la restauración de ecosistemas y la implementación de sistemas de drenaje sostenible. Asimismo, se fomenta la eficiencia energética en los edificios, la reducción de la huella de carbono y la adaptación de la movilidad urbana.
- El **Plan Nacional Integrado de Energía y Clima 2021-2030** es una estrategia gubernamental diseñada para impulsar la transición hacia un modelo energético más sostenible y descarbonizado. Este plan tiene como objetivo principal alcanzar los compromisos establecidos en el Acuerdo de París y las metas de la UE en cuanto a reducción de emisiones de GEI y fomento de las energías renovables.
- Dentro de la **Estrategia de Desarrollo Sostenible 2021-2030**, la temática de adaptación al cambio climático ocupa un lugar destacado. La estrategia reconoce la importancia de fortalecer la resiliencia del país frente a los impactos del cambio climático y establece medidas específicas para enfrentar este desafío

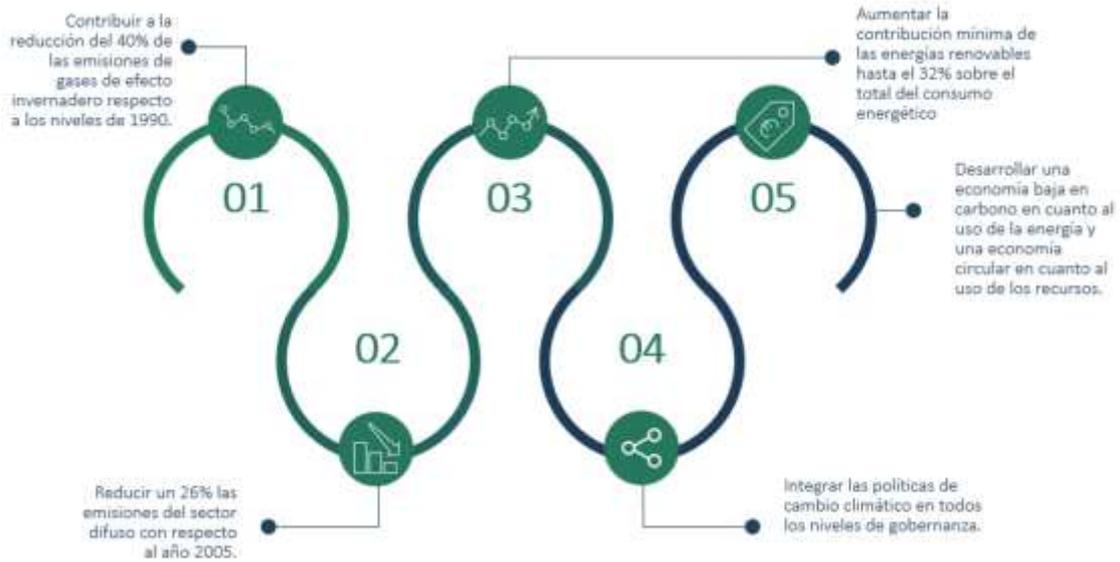
3.3. Contexto aragonés

En Aragón, la planificación vigente es la **Estrategia Aragonesa de Cambio Climático (EACC) Horizonte 2030**⁶. Aprobada en 2019, buscaba dar relevo a la Estrategia Aragonesa de Cambio Climático y Energías Limpias (2009-2018). La EACC es un plan diseñado para hacer frente al cambio climático y promover una transición hacia un modelo de desarrollo más sostenible en la región. La estrategia establece una serie de objetivos y acciones para reducir las emisiones de GEI, aumentar la eficiencia energética y adaptarse a los impactos del cambio climático. La EACC tiene como objetivos los siguientes:

⁴ https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2021-8447

⁵ https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/impactos-vulnerabilidad-y-adaptacion/pnacc-2021-2030_tcm30-512163.pdf

⁶ https://www.aragon.es/documents/20127/674325/ESTRATEGIA_ARAGONESA_CAMBIO_CLIMATICO.pdf/f4206c8d-94e0-acdd-9fb3-2e69f9d9b7dd



La EACC también pone énfasis en la gobernanza y la participación ciudadana: “Se fomentará la colaboración entre los diferentes actores involucrados, como administraciones públicas, empresas y sociedad civil, para impulsar la implementación de las medidas. Se promoverá la sensibilización y educación sobre el cambio climático, involucrando a la sociedad aragonesa en la toma de decisiones y en la adopción de prácticas sostenibles”.

Con el fin de complementar y fortalecer lo planteado en la EACC, el Gobierno de Aragón firmó ese mismo año una declaración institucional bajo el nombre **“Declaración Institucional del Gobierno de Aragón en materia de Cambio Climático y Desarrollo Sostenible”**, con el objetivo de manifestar su compromiso frente a la emergencia climática y medioambiental, así como con la agenda 2030 y el acuerdo de París⁷. En esta declaración, se establecieron una serie de líneas estratégicas para impulsar la transición ecológica y la economía circular. Mediante esta declaración, se reconoce la importancia de abordar de manera prioritaria los desafíos que plantea el cambio climático y la degradación ambiental. Asimismo, el Gobierno de Aragón se compromete a implementar medidas y políticas que fomenten la sostenibilidad, la conservación de los recursos naturales y la protección del medio ambiente en la región. Las líneas estratégicas establecidas en la declaración abarcan diversas áreas, como la promoción de energías renovables, la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, la protección de la biodiversidad, la gestión sostenible del agua y la promoción de prácticas agrícolas y ganaderas respetuosas con el medio ambiente.

A nivel legislativo, en el Pacto de Gobernabilidad para la legislatura 2019-2022 se acordó la elaboración de la **Ley Aragonesa de Cambio Climático y Transición Energética**, actualmente en proceso de Elaboración. Los principales objetivos que se pretenden abordar con esta ley son:

1. Reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), principalmente del sector difuso.
2. Avanzar y priorizar el desarrollo en investigación e innovación en materia de cambio climático.
3. Reducción del consumo energético e implantación de medidas que fomenten la eficiencia en dicho consumo.
4. Elaborar políticas de adaptación a los fenómenos meteorológicos extremos que ya están afectando a nuestra región.
5. Reducción en el uso de combustibles fósiles, y fomento de la producción y uso de las energías renovables.
6. Cumplimiento de los compromisos internacionales en materia de energías renovables y cambio climático.

⁷ <https://www.boa.aragon.es/cgi-bin/EBOA/BRSCGI?CMD=VEROBJ&MLKOB=1102651002828&type=pdf>

7. Desarrollo e implantación de medidas para una movilidad sostenible.
8. Posibilidad de establecer medidas fiscales, incentivos y/o penalizaciones, para regular el uso de energías renovables, la emisión de gases de efecto invernadero y la eficiencia energética, u otros objetivos.
9. Implementar medidas para una Administración sostenible a todos los niveles, y pionera en el reconocimiento del papel de las mujeres en la lucha contra el cambio climático.

Además, es importante resaltar que el marco normativo y de planificación sobre el cambio climático del Gobierno de Aragón está sintonizado y en plena relación con la **Ley 11/2014, de 4 de diciembre, de Prevención y Protección Ambiental de Aragón**⁸, la cual aborda el cambio climático como parte de su enfoque general hacia la protección y gestión ambiental. La ley establece los objetivos generales de la política ambiental de Aragón, incluyendo la prevención y corrección de los efectos negativos del cambio climático. También establece la evaluación ambiental estratégica de planes y programas, lo que implica considerar los posibles impactos del cambio climático y adoptar medidas de adaptación y mitigación. Además, la ley hace referencia a la protección de los espacios incluidos en la Red Natura 2000, que contribuyen indirectamente a la mitigación y adaptación al cambio climático. Asimismo, se aborda la planificación y gestión del agua, considerando los efectos del cambio climático en los recursos hídricos y promoviendo medidas de adaptación y gestión sostenible.

Estructura de coordinación y gestión institucional

Actualmente, las competencias principales en materia de cambio climático en el gobierno de Aragón recaen en el **Departamento de Medio Ambiente y Turismo**, el cual se encarga de promocionar e integrar las políticas públicas destinadas a la reducción de emisiones de GEI en Aragón, a la vez que fomenta medidas de adaptación al cambio climático en diversos sectores y territorios. Además, este departamento desempeña un papel informativo como punto de referencia en la comunidad autónoma en relación con los organismos nacionales e internacionales especializados en la materia. Asimismo, coordina y lleva a cabo campañas de divulgación sobre desarrollo sostenible y cambio climático.

Aunque el Departamento de Medio Ambiente y Turismo es el principal responsable en materia climática, existen otros departamentos que juegan un papel relevante en la planificación y acción climática de la región, con distintas competencias y papeles. Por un lado, están aquellos departamentos y entidades que por su actividad están más directamente relacionados, como son el **Departamento de Agricultura, Ganadería y Alimentación**, el **Instituto Aragonés de Gestión Ambiental** y el **Instituto Aragonés del Agua**. Además, aquellos aspectos a tratar en materia social se abordan desde los **Departamentos de Bienestar Social y Familia, de Educación, Ciencia y Universidades, Desarrollo Territorial, Despoblación y Justicia y Presidencia, Interior y Cultura**. Cada uno de ellos se encarga de la gestión de acciones sociales directamente relacionadas con el cambio climático y enfocadas en sus respectivos ámbitos: bienestar y justicia social, empleo, deporte y cultura.

Adicionalmente, asuntos que afectan a la sociedad a en otros ámbitos son tratados desde el Departamento de **Hacienda y Administración Pública**, como pueden ser los servicios de contratación y compra pública o la digitalización de la administración y la mejora del servicio a la ciudadanía.

En materia económica, el Departamento encargado de recaudar y gestionar los tributos y subvenciones es el Departamento de **Economía, Empleo e Industria**. Este departamento está encargado de promover la competitividad y el desarrollo empresarial en Aragón. En el contexto del cambio climático, puede fomentar la adopción de medidas de eficiencia energética, el uso de energías renovables y la promoción de la innovación tecnológica en sectores clave. También puede impulsar la transición hacia una economía baja en carbono. Además, por su parte, están las inversiones en infraestructura y transporte público desarrolladas en los demás departamentos implicados:

⁸ <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2015-186>

- Departamento de **Fomento, Vivienda, Movilidad y Logística**: Este departamento se ocupa de la planificación territorial, la movilidad sostenible y la gestión del suelo. En relación con la adaptación al cambio climático, puede integrar consideraciones climáticas en la planificación urbanística y territorial, promover la movilidad sostenible como respuesta a los desafíos climáticos y garantizar una gestión del suelo adaptativa que tenga en cuenta los riesgos y las vulnerabilidades relacionados con el cambio climático.
- Departamento de **Sanidad**: Si bien la adaptación al cambio climático no es una competencia específica de este departamento, puede estar involucrado en la gestión de los impactos en la salud derivados del cambio climático. Puede desarrollar programas de salud pública que aborden los riesgos relacionados con el cambio climático, como las olas de calor, los cambios en la distribución de enfermedades vectoriales y la calidad del aire.

Además de las competencias que tiene cada uno de los Departamentos nombrados, el Gobierno de Aragón cuenta con un órgano de coordinación que es la **Comisión Interdepartamental de Cambio Climático**⁹, creada por decreto en el 2007, teniendo carácter de órgano colegiado consultivo y de coordinación interdepartamental en materia de cambio climático del Gobierno de Aragón. Regulada por el Decreto 86/2018, de 8 de mayo, del Gobierno de Aragón, tiene el objetivo de coordinar y promover acciones en relación con el cambio climático. Esta comisión está compuesta por representantes de diferentes departamentos y entidades gubernamentales, así como de organizaciones no gubernamentales y otros actores en el ámbito del medio ambiente y la sostenibilidad. La comisión se encarga de impulsar estrategias y planes de acción para mitigar los efectos del cambio climático y adaptarse a sus impactos en la región.

Complementariamente, el Gobierno de Aragón también cuenta con, el **Consejo Aragonés del Clima**¹⁰, que es un órgano consultivo y asesor, creado en el 2019, y compuesto por representantes de diferentes sectores, incluyendo administraciones públicas, organizaciones empresariales, sindicatos, organizaciones sociales y otros agentes relevantes. Su principal objetivo es fomentar la colaboración y el diálogo entre los diferentes actores involucrados para diseñar e implementar políticas y acciones efectivas en materia de cambio climático. A través de la participación y el consenso de sus miembros, busca impulsar medidas concretas en áreas como la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, la promoción de energías renovables, la protección de los ecosistemas y la promoción de la sostenibilidad.

Actuaciones e iniciativas realizadas en el territorio

A lo largo de los años, Aragón ha llevado a cabo diversas acciones para hacer frente a los desafíos del cambio climático y promover la adaptación en la región. Entre estas acciones se incluyen la implementación de estrategias y planes específicos, como la Estrategia Aragonesa de Cambio Climático. La adopción de la **Estrategia Aragonesa de Cambio Climático y Energías Limpias**, en 2009, estableció una hoja de ruta para enfrentar los desafíos del cambio climático en la región. Esta estrategia abarcó medidas de mitigación y adaptación, y sirvió como base para las políticas y acciones futuras, abordando sectores clave como la energía, la agricultura, la gestión del agua y el transporte.

Actualmente, la planificación vigente en Aragón es la **Estrategia Aragonesa de Cambio Climático Horizonte 2030**. Este plan ha sido diseñado con la máxima de hacer frente al cambio climático y promover una transición hacia un modelo de desarrollo más sostenible en la región. La estrategia establece una serie de objetivos y acciones para reducir las emisiones de GEI, aumentar la eficiencia energética y adaptarse a los impactos del cambio climático.

Además, Aragón es una región participante en la **Misión Adaptación** de la **UE**. En junio del 2022, la Comisión Europea designó a la Comunidad Autónoma de Aragón como una de las 118 regiones europeas que en el

⁹ <https://www.boa.aragon.es/cgi-bin/EBOA/BRSCGI?CMD=VEROBJ&MLKOB=1019949883535>

¹⁰ https://www.aragon.es/-/consejo-aragones-clima?p_l_back_url=%2Fbuscador%3Ftype%3Dcom.liferay.journal.model.JournalArticle%26type%3Des.aragon.sede.service.model.S

[ervice%26type%3Des.aragon.sede.service.model.Child%26q%3Dconsejo%2520aragones%2520del%2520clima](https://www.aragon.es/-/consejo-aragones-clima?p_l_back_url=%2Fbuscador%3Ftype%3Dcom.liferay.journal.model.JournalArticle%26type%3Des.aragon.sede.service.model.S)

2030 tienen que estar adaptadas a los efectos del cambio climático. En este sentido, la comunidad autónoma de Aragón tiene el compromiso y la ambición de impulsar las líneas de acción que han sido diseñadas desde la Comisión Europea para conseguir el objetivo de adaptarse o iniciar el camino hacia una resiliencia efectiva. A su vez, esto posibilita a la región a organizar iniciativas conjuntas con otras misiones y programas de la UE, a la par de ofrecer oportunidades de creación de redes, intercambios de mejores prácticas entre los municipios y regiones y apoyo a la participación de los ciudadanos.

La Comisión y el Comité de las Regiones animan a otros solicitantes de todos los Estados miembros a convertirse en nuevos signatarios. Esto permitirá la adopción más amplia posible de medidas de adaptación en Europa y liderará el camino hacia un futuro resiliente ante el cambio climático.

Históricamente se ha reconocido la importancia de integrar el cambio climático en la planificación territorial, por lo que, en 2015, se incorporaron en el **Plan de Ordenación del Territorio de Aragón** consideraciones relacionadas con el cambio climático en la planificación territorial buscando promover una ordenación del territorio más sostenible y resiliente, teniendo en cuenta los impactos del cambio climático. Complementariamente, se han desarrollado programas para proteger y restaurar ecosistemas naturales, como bosques y humedales, y se han implementado medidas para una gestión sostenible del agua.

Es conveniente señalar, además, que a través del **Plan de Impulso al Medio Ambiente (PIMA) Cambio climático** se han financiado actuaciones piloto de carácter innovador con entidades locales aragonesas en zonas urbanas y periurbanas consistentes en la realización de actuaciones piloto de carácter innovador en:



Aragón también ha priorizado la educación y concienciación pública sobre el cambio climático, fomentando una mayor comprensión y participación en la respuesta a esta problemática global bajo la **Estrategia Aragonesa de Educación Ambiental (EAREA) 2030** aprobada en 2019. Donde uno de los proyectos estrella de la región es **"Patios x el clima"** el cual consiste en una campaña de sensibilización ambiental que busca el fomento de la "renaturalización" de los centros educativos con el fin de aumentar la capacidad de adaptación y mitigación de los efectos del cambio climático en el entorno escolar.

Por otro lado, el Gobierno de Aragón ha demostrado un compromiso destacado en la lucha contra el cambio climático a través de la elaboración de diversos instrumentos de planificación e investigaciones enfocadas en esta problemática. Reconociendo la importancia de abordar este desafío desde una perspectiva integral, se han desarrollado estrategias y planes de acción de adaptación a los impactos del cambio climático.

Asimismo, se han establecido programas de seguimiento y monitoreo de indicadores climáticos y ambientales para evaluar el progreso en la implementación de las medidas de adaptación y tomar decisiones informadas en función de los resultados obtenidos. En conjunto, estos instrumentos de planificación e investigaciones reflejan el compromiso de la Comunidad Autónoma de Aragón en la búsqueda de soluciones efectivas y sostenibles frente al cambio climático.

Cabe mencionar, además, que, desde la Dirección General de Cambio Climático y Educación ambiental, junto con la Dirección General de Ordenación del Territorio y la Universidad de Zaragoza, se ha creado un Atlas Climático de Aragón. En este proyecto se han cartografiado los elementos principales del clima, las temperaturas máximas, mínimas y medias, así como las totales de precipitación de la región. Por lo que el amplio catálogo de mapas de promedios mensuales, estacionales y anuales han sido parte de la base del presente diagnóstico de adaptación¹¹.

Además, consciente de la necesidad de actuar de manera local y efectiva, Aragón ha impulsado numerosas actuaciones e iniciativas para adaptarse a los impactos presentes y futuros del cambio climático. Estas acciones se han llevado a cabo en colaboración con diversos actores, desde entidades gubernamentales hasta organizaciones locales y la sociedad civil, con el objetivo de proteger el medio ambiente, preservar los recursos naturales y garantizar la sostenibilidad de la región. El marco de actuación de muchas de estas iniciativas está comprendido dentro de programas europeos, entre los que destaca **“Construyendo Europa desde Aragón”** mediante el cual se busca la eficiencia energética en edificios públicos para la reducción de gases invernadero o el proyecto **“Zero emisiones Zaragoza 2030”** en el que la capital autonómica ha sido elegida para formar parte de las 100 ciudades que serán climáticamente neutras según los objetivos del Horizonte 2030.

Estas actuaciones abarcan diversos ámbitos, desde la gestión del agua y la protección de los ecosistemas naturales hasta la promoción de la eficiencia energética y la reducción de emisiones. Además, se han desarrollado estrategias de sensibilización y educación ambiental para involucrar a la comunidad en la protección del entorno y fomentar la adopción de prácticas sostenibles en la vida cotidiana. En este acápite, se exploran algunas de las destacadas actuaciones e iniciativas locales de adaptación al cambio climático que se han llevado a cabo en la Comunidad Autónoma de Aragón, demostrando así el compromiso y la determinación de la región en la construcción de un futuro más resiliente y sostenible.

Así, son muchas y muy diversas las acciones realizadas, implementadas o apoyadas por El Gobierno de Aragón en su territorio. En el Anexo 1 se listan dichas acciones, detallando posteriormente fichas descriptivas de cada una de ellas. Estas se dividen según sus características principales o ámbitos de actuación entre acciones de gobernanza, de sostenibilidad y acciones sectoriales.

Las acciones de **gobernanza** implican aquellas llevadas a cabo a nivel de Territorio Histórico y que sirven de base para el resto. Por otra parte, las de **sostenibilidad** incluyen todas acciones relacionadas con el área que impliquen a todos los sectores en su conjunto. Finalmente, las últimas acciones de la tabla, correspondientes a **sectorial**, son soluciones específicas para cada sector.

¹¹ Véase más información en <https://www.aragon.es/-/atlas-climatico-de-aragon>

3. El cambio climático en Aragón

4.1. El Clima en Aragón. Caracterización climática

El clima en la Comunidad Autónoma de Aragón se caracteriza por pertenecer al denominado clima mediterráneo continentalizado debido a su ubicación geográfica. Este tipo de clima se caracteriza por presentar escasas precipitaciones, que suelen concentrarse especialmente durante las estaciones de primavera y otoño. Los inviernos suelen ser fríos, mientras que los veranos son calurosos y secos.

El territorio aragonés exhibe una gran diversidad de situaciones climáticas, con contrastes significativos. En algunas áreas, como las zonas llanas del sector central de la depresión del Ebro, se experimenta un clima cálido y seco, que contrasta con el de las frías y húmedas cumbres de la alta montaña pirenaica. Entre estas dos regiones climáticas, se presentan una variedad de situaciones intermedias, cuyos patrones de temperatura y precipitación están condicionados por el relieve.

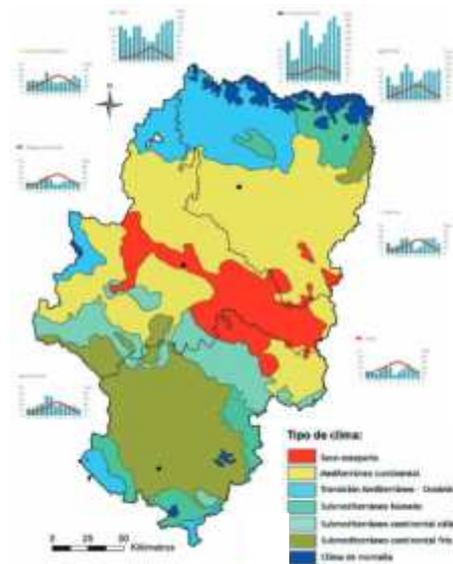


Figura 1. División climática de Aragón.

Fuente: Atlas climático de Aragón (Instituto Geográfico de Aragón), 2023

Como se observa en la figura anterior, Aragón tiene siete tipos climáticos distintos:

- En el **sector central** se encuentra un clima que corresponde a una cuenca mediterránea con un marcado carácter continental. Esta característica climática se debe principalmente a la disposición del relieve, que impide que la influencia suavizadora de las masas oceánicas llegue hasta esta zona. Como resultado, el clima en esta área se ve menos moderado por la presencia cercana del mar, lo que provoca mayores contrastes térmicos entre las estaciones, caracterizándose así por temperaturas extremas tanto en verano como en invierno. El rango térmico promedio, es decir, la diferencia entre la media del mes más cálido y la del más frío, roza los 20 °C.

La ubicación geográfica de los Pirineos y el Sistema Ibérico en esta zona dificulta la llegada de las borrascas atlánticas desde el oeste y las perturbaciones mediterráneas desde el este, ambas fuentes de lluvia. Esto contribuye a acentuar la aridez de la región, que se ve reforzada por la presencia del cierzo, un viento del noroeste siempre desecante que sopla entre ambas cordilleras y es un elemento esencial del clima de esta zona. Las lluvias son escasas en todas sus comarcas, especialmente en la zona central, y son bastante irregulares. La falta de lluvia puede prolongarse durante varias semanas, y en algunos puntos del sector central, se han registrado periodos de casi 90 días sin lluvia. Además,

hay una alta variabilidad interanual en las precipitaciones, lo que significa que la cantidad de lluvia puede multiplicarse por cuatro en años consecutivos.

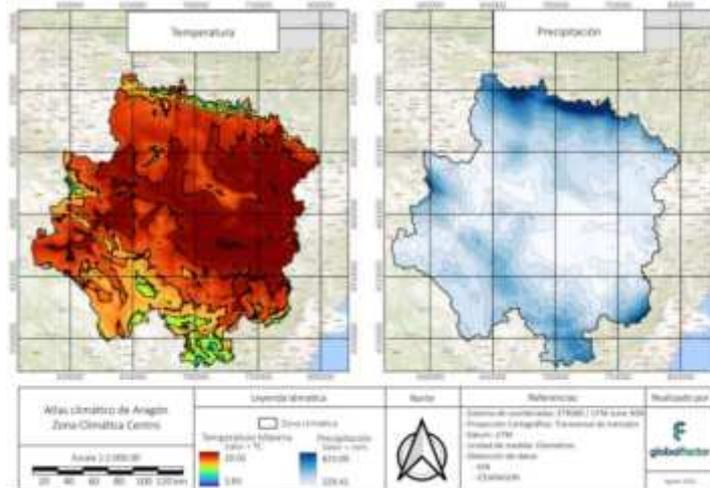


Figura 2. Izquierda: temperatura máxima de Aragón (Zona Centro). Derecha: precipitación media de Aragón (Zona Centro). Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del Atlas Climático de Aragón (Instituto Geográfico de Aragón)

- En el sector de los **Pirineos**, desde el somontano oscense hasta llegar al pie de las Sierras Exteriores Pirenaicas, y aproximadamente a partir de los 700-800 msnm, el carácter seco y árido desaparece, mientras que los veranos se suavizan, pero los inviernos siguen siendo largos y fríos, especialmente a mayor altitud.

En esta zona las precipitaciones son abundantes, superando los 1.000 mm anuales en muchas áreas. Durante los meses de julio y agosto, las temperaturas estivales se suavizan y se sitúan entre los 20 y 22 °C, pero en el fondo de la depresión aún pueden registrarse jornadas calurosas. En invierno, el frío es intenso, especialmente cuando la circulación zonal sobre la Península es mayor. Hacia el este, el clima adquiere características más mediterráneas, aunque el relieve y la mayor altitud matizan su influencia. La configuración del relieve da lugar a un extenso abanico de matices climáticos locales.

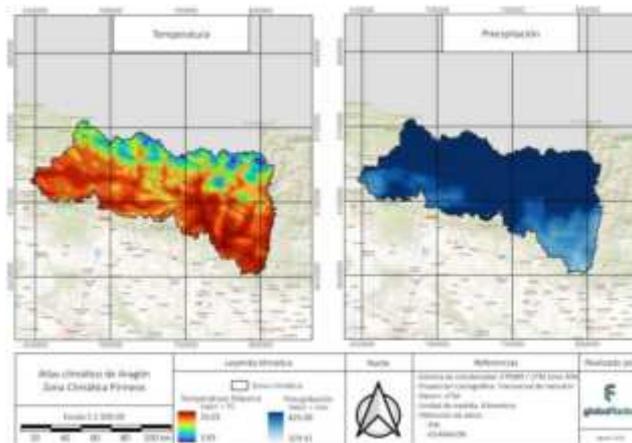


Figura 3. Atlas Climático de Aragón (Zona Pirineos). Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del Atlas Climático de Aragón (Instituto Geográfico de Aragón), 2023

- En cuanto a la **Cordillera Ibérica**, las características del clima vienen definidas por su topografía. Esta cadena montañosa se presenta como una unidad de relieve muy compartimentada, con mayores altitudes en el extremo noroccidental y el extremo suroccidental. Entre estos macizos más elevados, encontramos serranías de altitud moderada y depresiones interiores que aún se sitúan por encima de

los 1.000 metros. Estas características tienen un papel determinante en la distribución climática territorial. Las zonas más elevadas ejercen un efecto de barrera orográfica, creando áreas de humedad debido a la topografía, pero también delimitando áreas más áridas con un alto grado de continentalidad en el fondo de las depresiones y en las serranías de menor altitud que se encuentran en una posición más interior.

El territorio está caracterizado por una notable amplitud térmica, tanto media como absoluta, con veranos generalmente cálidos e inviernos fríos, siendo esta probablemente la característica que mejor define el clima de la zona. Las heladas pueden ser severas, situándose los registros mínimos absolutos entre los más bajos de España y, posiblemente, los más bajos de las zonas habitadas del país. En cuanto a las lluvias, la zona cuenta con escasos volúmenes de precipitación, especialmente en comparación con áreas de altitud similar en los Pirineos.

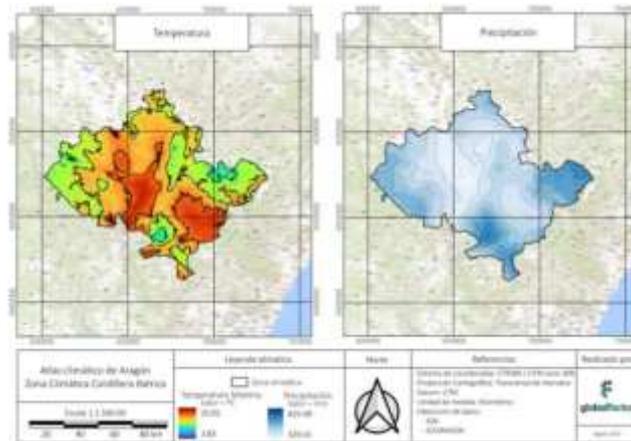


Figura 4. Atlas Climático de Aragón (Zona Cordillera Ibérica).
Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del Atlas Climático de Aragón (Instituto Geográfico de Aragón), 2023

4.2. El cambio climático. Proyecciones y escenarios futuros

Históricamente, se ha dado en Aragón un aumento progresivo de las temperaturas y un incremento de los días cálidos, de los eventos de sequías y de lluvias intensas a lo largo de los últimos años. Estos hechos son evidencias claras del cambio climático, por lo que se prevé que las amenazas naturales mencionadas perduren en tiempo.

Por ello, el siguiente apartado muestra un análisis de cuáles son los principales cambios esperados en las variables climáticas en Aragón. Las siguientes graficas muestran las proyecciones futuras de las diversas variables e indicadores climáticos que permiten comprender mejor los cambios esperados, los cuales han sido utilizados posteriormente como marcadores de la amenaza climática en el análisis. Las proyecciones consisten en escenarios de cambio climático RCP 4.5 y RCP 8.5 que comprenden tres periodos temporales:

- Futuro cercano: 2011 – 2040
- Futuro mediano: 2041 – 2070
- Futuro lejano: 2071 – 2100

Para llevar a cabo el análisis de las diversas amenazas vinculadas al cambio climático, es esencial un enfoque transversal basado en una serie de indicadores específicos, cada uno de los cuales aborda una amenaza climática particular. Estos indicadores se encuentran recogidos en la Tabla 1. Gracias a la suma de los diferentes indicadores ha sido posible obtener una visión integral de la compleja interacción entre los factores climáticos, identificar áreas de vulnerabilidad y desarrollar para abordar estas amenazas de manera completa y precisa.

Amenaza climática	Indicador
Aumento de temperaturas y de eventos de olas de calor	Temperatura máxima
	Duración máxima de olas de calor
	Temperatura máxima extrema
	Número de días cálidos
Sequías	Precipitación
	Nº de días con precipitación inferior a 1 mm
	Nº de días de lluvia
	Nº máximo de días húmedos consecutivos
Aumento de lluvias intensas	Precipitación máxima acumulada en 24 h
	Precipitación máxima acumulada en 5 días
Incendios	Evapotranspiración potencial
	Nº de días con temperatura mínima de más de 20°C
	Nº de días con precipitación inferior a 1mm

Tabla 1. Indicadores utilizados para evaluar las amenazas climáticas.
Fuente: Elaboración propia

Relacionado con un aumento de temperaturas y de eventos de olas de calor, en los escenarios climáticos RCP 4.5 y 8.5 se proyecta un incremento constante de la temperatura máxima a lo largo de los horizontes temporales tal y como se puede observar en la siguiente gráfica, con un aumento medio de aproximadamente 2,4°C. En el escenario más optimista (RCP 4.5), se prevé que las temperaturas puedan alcanzar los 20°C, mientras que en el escenario más pesimista (RCP 8.5) se augura un ascenso de hasta 24.5°C. En relación con el aumento de las temperaturas extremas, se observa también un incremento progresivo en el tiempo, con temperaturas que oscilarían entre 36,4°C a 39,3°C a largo plazo para el escenario RCP 4.5, y de 37,2°C a 40°C para el escenario RCP 8.5. Además, se espera que el aumento de la cantidad de días cálidos y de la duración de las olas de calor sea también notable, con una variación relativamente baja entre escenarios entre los horizontes a corto y a medio plazo. En los que sí aumentan significativamente es en el futuro más lejano, llegando a diferencias de hasta 25,9 días en el caso del número de días cálidos y máximos de 105 días y mínimos de 38.5 días en el caso de las olas de calor.

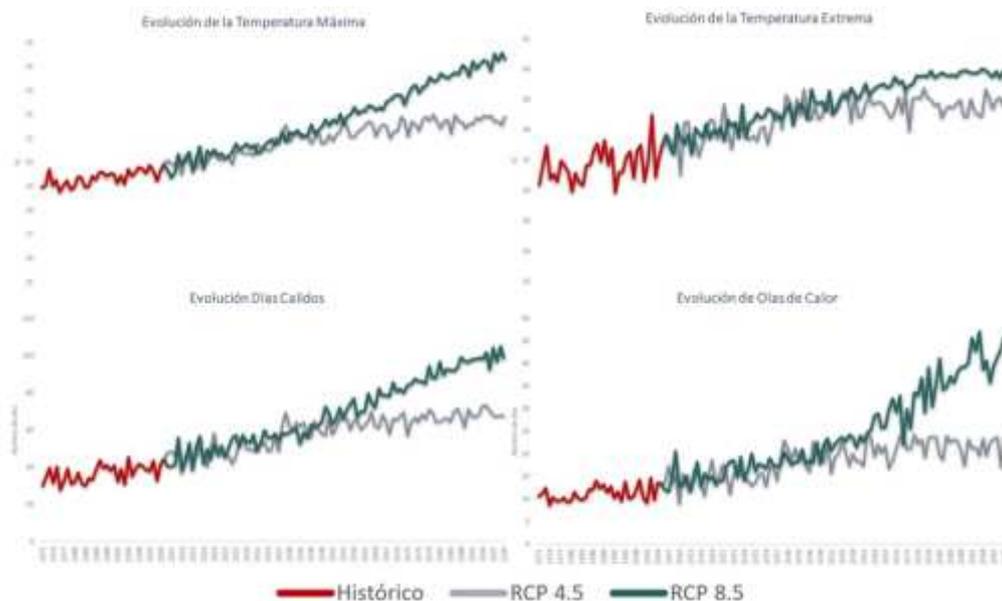


Figura 5. (a) Evolución de la temperatura máxima en Aragón en los escenarios histórico, en el RCP 4.5 y en el RCP 8.5. (b) Evolución de la temperatura extrema en Aragón en los escenarios histórico, en el RCP 4.5 y en el RCP 8.5. (c) Evolución de los días cálidos en Aragón en los escenarios histórico, en el RCP 4.5 y en el RCP 8.5. (d) Evolución de los días de las olas de calor en Aragón en los escenarios histórico, en el RCP 4.5 y en el RCP 8.5.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de AdapteCCa, 2023

Territorialmente, se pueden observar diferencias. Históricamente, se observa una amenaza media y baja asociada al aumento de las temperaturas y olas de calor, siendo particularmente bajo en la zona norte.

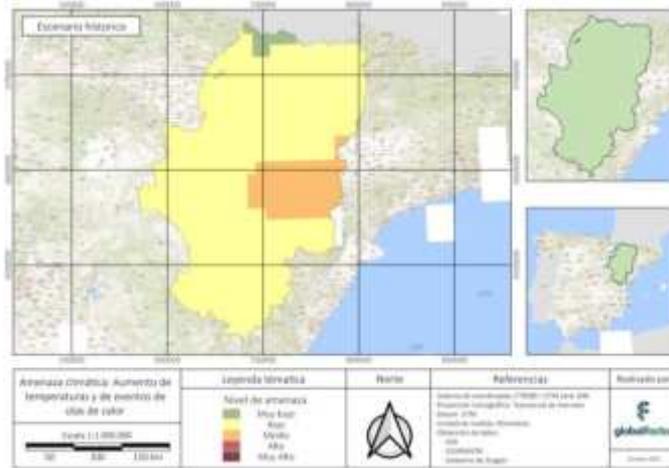


Figura 6. Amenaza asociada al aumento de temperaturas y de olas de calor en Aragón en el escenario histórico.
Fuente: Elaboración propia a partir de datos del IGN, ICEARAGON y del Gobierno de Aragón, 2023

Bajo el escenario RCP 4.5, se proyecta un aumento considerable de la temperatura, especialmente en la zona central oriental de Aragón, lo que conllevaría un cambio de riesgo a medio en la mayoría del territorio hasta a muy alto en la zona oriental de la comunidad autónoma. Por otro lado, en el escenario menos optimista (RCP 8.5), el aumento es aún más pronunciado, resultando en niveles de amenaza muy altos para la mayor parte del territorio, sobre todo para el anteriormente mencionado y otros enclaves del sureste y de la comarca Comunidad de Calatayud, lo cual se correlaciona con las tendencias observadas en los días cálidos y olas de calor.

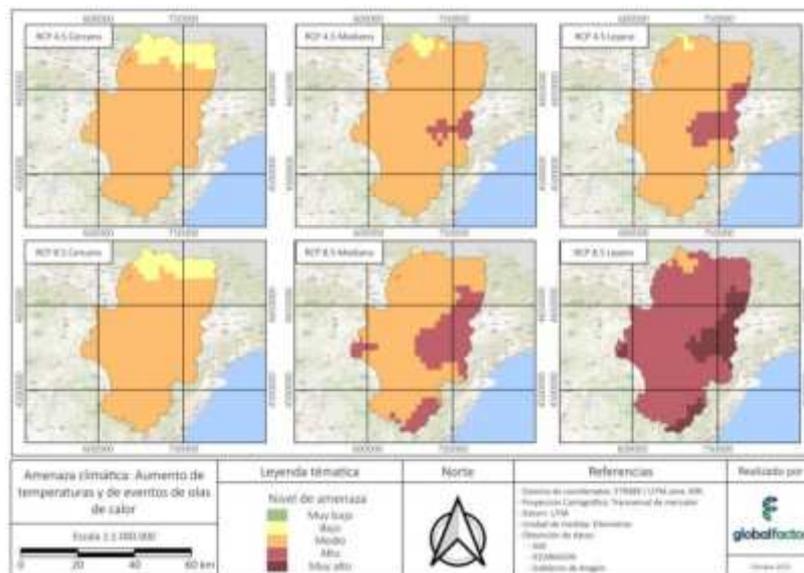


Figura 7. Amenaza asociada al aumento de temperaturas y de olas de calor en Aragón para los escenarios futuros a corto, medio y largo plazo según las proyecciones climáticas RCP 4.5 y RCP 8.5.
Fuente: Elaboración propia a partir de datos del IGN, ICEARAGON y del Gobierno de Aragón, 2023

En cuanto a los indicadores para la evaluación de la amenaza climática asociada a las sequías, los resultados indican que se espera una reducción del número de días húmedos consecutivos de hasta 5 días en el escenario RCP 4.5 y de 8 días en el RCP 8.5. Asimismo, el número de días de lluvia también pueden disminuir de forma clara, pasando de 73,8 días históricos a 68.5 días en el mejor escenario y 65,4 días en el peor a

largo plazo. Respecto a la precipitación histórica en Aragón (1,429 mm), se proyecta una disminución en ambos escenarios, con promedios de 1,391 mm para RCP 4.5 y 1,347 mm para RCP 8.5 a largo plazo. Además, en esta línea, el número de días con precipitación inferior a 1mm muestra un aumento. Históricamente, se han registran 34,15 días con precipitación inferior a 1 mm, mientras que, en el futuro más optimista, este promedio puede llegar a ascender a 37,82 días y a 39,82 días en el escenario menos optimista a largo plazo.

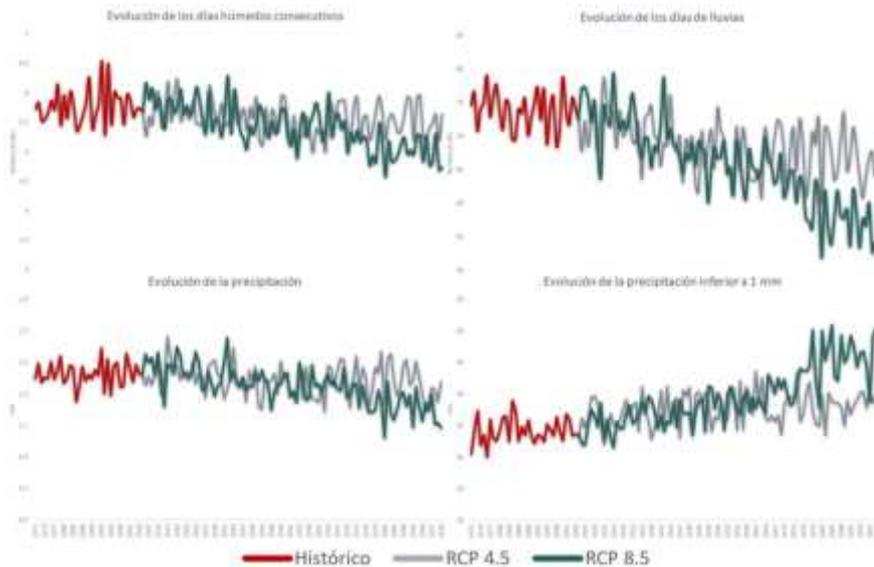


Figura 8. (a) Evolución del número de días húmedos consecutivos en Aragón en los escenarios histórico, en el RCP 4.5 y en el RCP 8.5. (b) Evolución del número de días de lluvia en Aragón en los escenarios histórico, en el RCP 4.5 y en el RCP 8.5. (c) Evolución de las precipitaciones en Aragón en los escenarios histórico, en el RCP 4.5 y en el RCP 8.5. (d) Evolución de las precipitaciones inferiores a 1 mm en Aragón en los escenarios histórico, en el RCP 4.5 y en el RCP 8.5. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de AdapteCCa, 2023

Territorialmente, se puede observar en la siguiente figura que, en el período histórico, la zona central del territorio ya cuenta con valores altos y muy altos de impacto asociado a esta amenaza, siendo la excepción algunas áreas de los Pirineos y del sur del Sistema Ibérico, donde los niveles se reducen debido a una mayor incidencia de días de lluvia, niveles de precipitación y días húmedos.

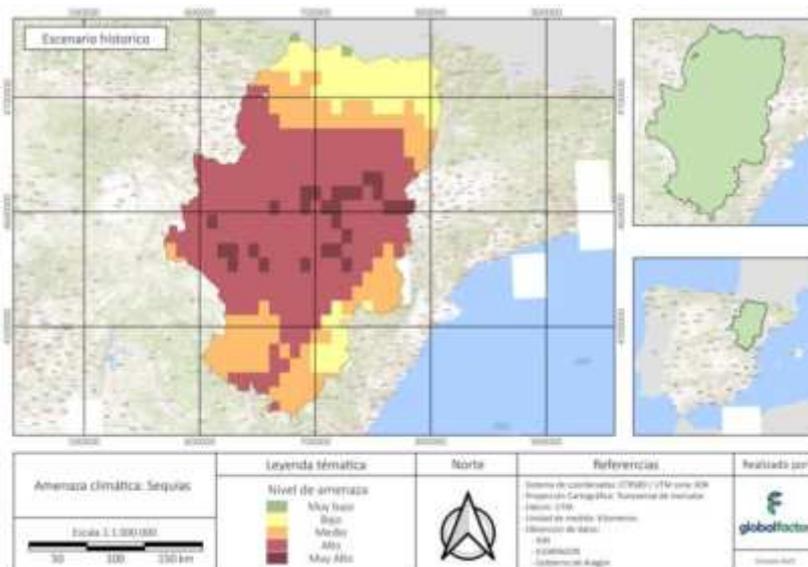


Figura 9. Amenaza asociada a sequías en Aragón en el escenario histórico. Fuente: Elaboración propia a partir de datos del IGN, ICEARAGON y del Gobierno de Aragón, 2023

A futuro, se espera que esta amenaza aumente sus valores, de forma progresiva.

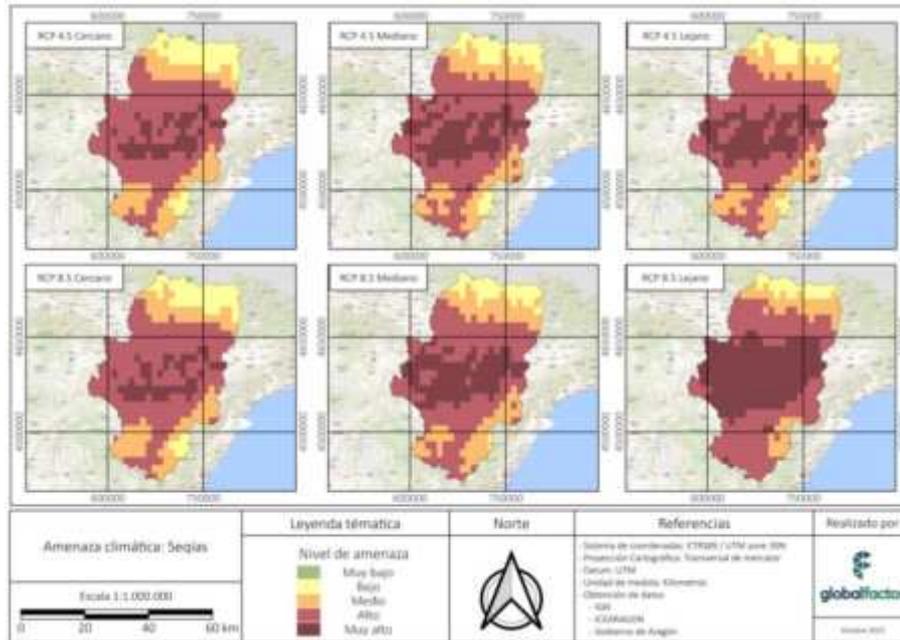


Figura 10. Amenaza asociada a sequías en Aragón para los escenarios futuros a corto, medio y largo plazo según las proyecciones climáticas RCP 4.5 y RCP 8.5.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del IGN, ICEARAGON y del Gobierno de Aragón, 2023

En el análisis del aumento de las precipitaciones se han considerado dos indicadores cruciales: la Precipitación Máxima Acumulada en 24 horas y la Precipitación Máxima Acumulada en 5 días. En lo que respecta a la Precipitación Máxima Acumulada en 24 horas, el promedio histórico se sitúa en 40,58 mm. Bajo el escenario RCP 4.5, se anticipa un incremento constante en todos los horizontes temporales, con un promedio de 42,45 mm, representando un aumento de 1,87 mm. Mientras que para el escenario RCP 8.5, se proyecta un promedio de 42,86 mm, lo que implica un incremento de 2,28 mm. Respecto a la evolución de la Precipitación Máxima Acumulada en 5 días, el promedio histórico es de 70,10 mm/día. En el escenario más optimista se prevé un aumento constante, con un promedio de 73,91 mm/día, representando un incremento de 3,81 mm/día en promedio. En el escenario menos optimista se espera un promedio de 73,76 mm/día, lo que supone un aumento de 3,66 mm/día.

Esto, ligado a los datos asociados al descenso generalizado de las precipitaciones en el territorio, nos informa de que se espera que los eventos de inundación por lluvias intensas y temporales aumenten en ocurrencia y gravedad.

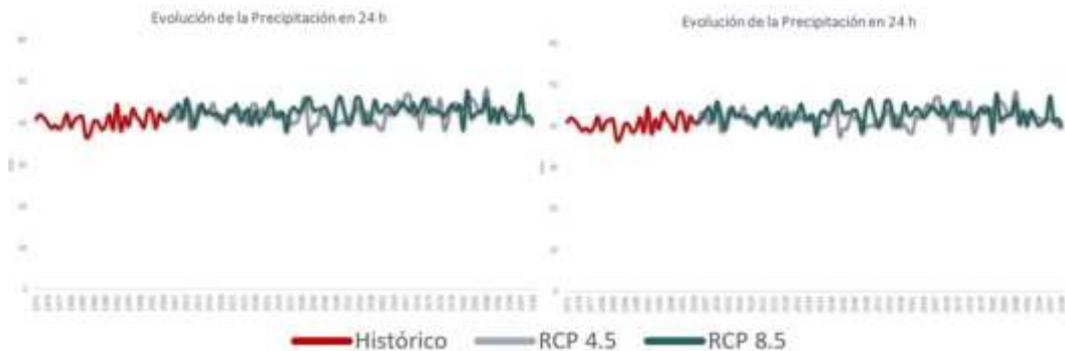


Figura 11. Izquierda: Evolución de las precipitaciones en 24 horas en Aragón en los escenarios histórico, en el RCP 4.5 y en el RCP 8.5. Derecha: Evolución de la precipitación en 5 días en Aragón en los escenarios histórico, en el RCP 4.5 y en el RCP 8.5.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de AdapteCCa, 2023

A lo largo del territorio aragonés existen diferencias significativas. Históricamente, la mayoría del territorio ha experimentado una amenaza baja de lluvias intensas, con la excepción de la zona norte, especialmente en áreas del norte de los Pirineos, donde la intensidad y el nivel de amenaza alcanzan niveles superiores.

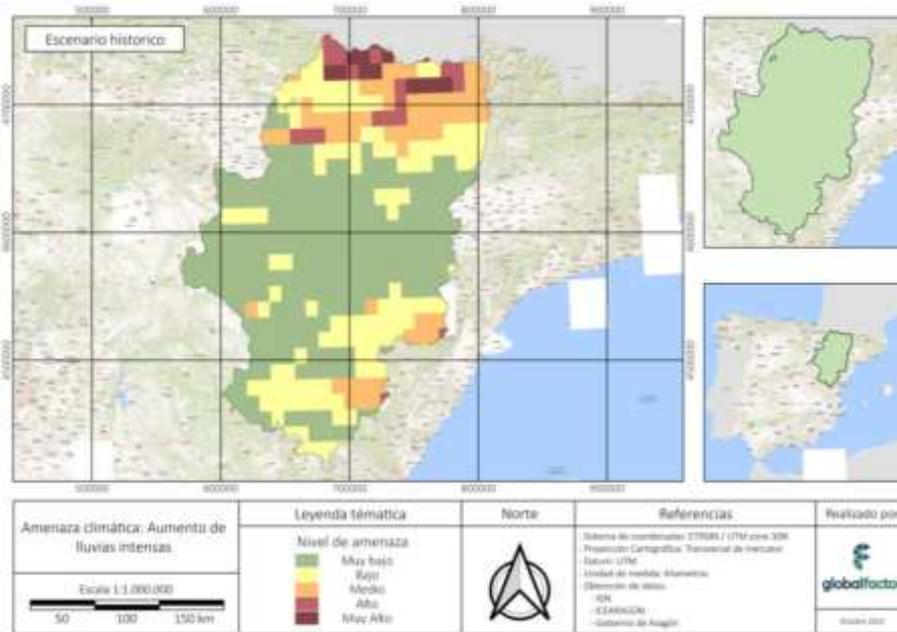


Figura 12. Amenaza asociada al aumento de las lluvias en Aragón en el escenario histórico. Fuente: Elaboración propia a partir de datos del IGN, ICEARAGON y del Gobierno de Aragón, 2023

A futuro, como queda recogido en las proyecciones climáticas RCP 4.5 y 8.5 no se prevén aumentos desmedidos del riesgo en el territorio aragonés, donde las zonas del norte y del sureste son las que presentarán niveles más altos. Por otra parte, en el centro de la región irán apareciendo zonas de riesgo mayor.

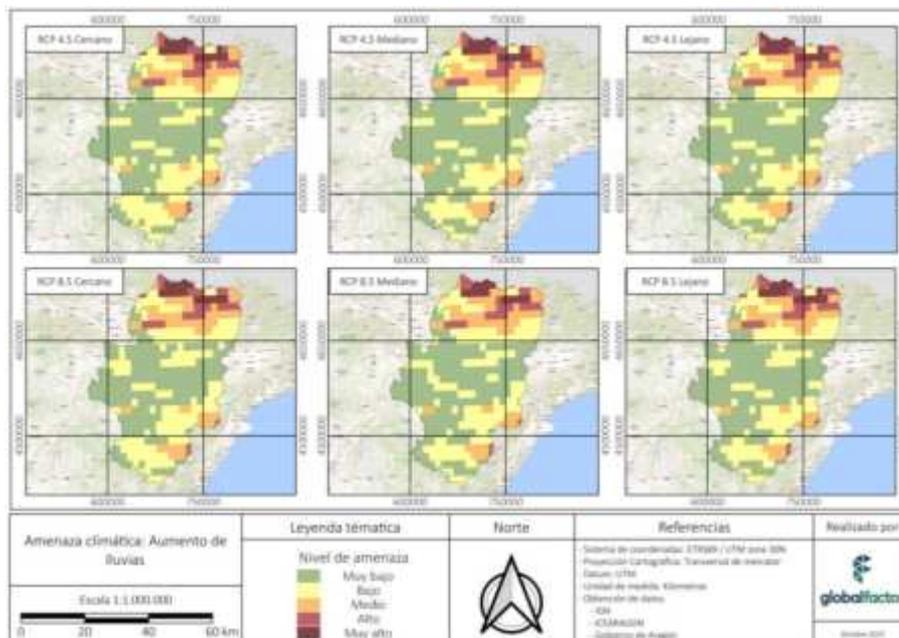


Figura 13. Amenaza asociada al aumento de las lluvias en Aragón para los escenarios futuros a corto, medio y largo plazo según las proyecciones climáticas RCP 4.5 y RCP 8.5. Fuente: Elaboración propia a partir de datos del IGN, ICEARAGON y del Gobierno de Aragón, 2023

En cuanto a la amenaza asociada a incendios, el análisis revela tendencias claras. Por un lado, se espera que la evapotranspiración potencial aumente a futuro, con un 4.5 incremento de 5,776 mm/mes de media con respecto al histórico para el escenario RCP 4.5 y de 8.59,574 mm/mes en el RCP 8.5. En cuanto a los días cálidos, se espera también un incremento sustancial en ambos escenarios, con una tendencia al alza especialmente marcada en el RCP 8.5, que alcanza hasta 44,26 días de temperatura mínima superior a 20°C, en contraste con los 3,95 días de promedio histórico.

Respecto a los patrones de precipitación asociados al acaecimiento de incendios, las proyecciones indican un aumento en la frecuencia de los días en los que las lluvias son inferiores a 1mm, con un incremento esperado de hasta 295,37 días de media para el escenario RCP 4.5 y 298,43 días de promedio para el RCP 8.5.

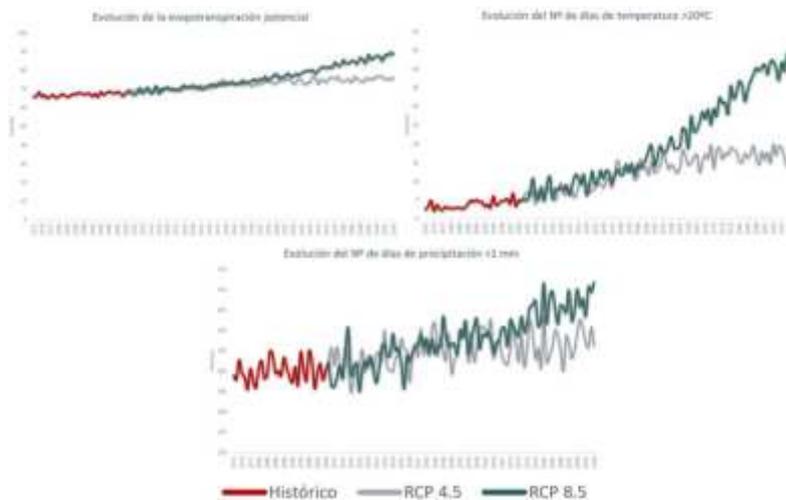


Figura 14. (a) Evolución de la Evapotranspiración potencial Aragón en los escenarios histórico, en el RCP 4.5 y en el RCP 8.5. (b) Evolución de la Nº de días con temperatura mínima de más de 20°C en Aragón en los escenarios histórico, en el RCP 4.5 y en el RCP 8.5. (c) Evolución Nº de días con precipitación inferior a 1mm en Aragón en los escenarios histórico, en el RCP 4.5 y en el RCP 8.5.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de AdapteCCa, 2023

Para establecer la territorialidad de esta amenaza, se han tenido en cuenta, además de las características climáticas, las zonas de Aragón que se encuentran en mayor peligro por eventos de incendios, con tal de dar robustez al análisis. Así pues, en la zona del Prepirineo y en la norte del Sistema Ibérico, así como en el sur de la provincia de Teruel, se desarrollan niveles de peligrosidad altos y medios. Finalmente, el Valle de Ebro y la zona central del Sistema Ibérico cuentan con valores de peligrosidad más bajos.

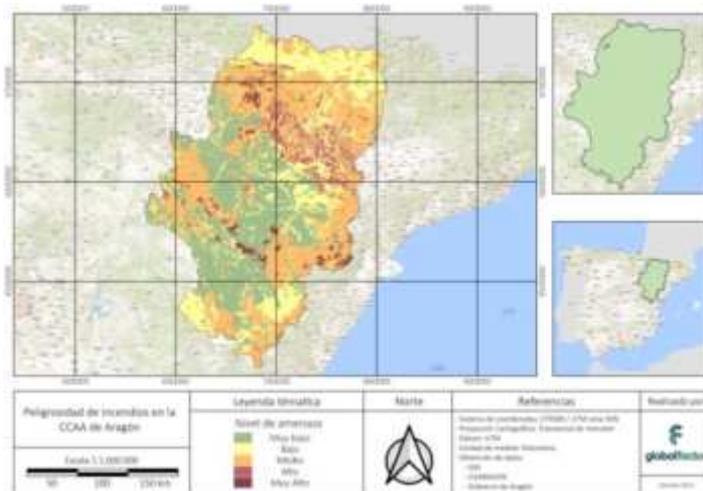


Figura 15. Peligrosidad de incendios en la CCAA de Aragón. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de AdapteCCa, 2023

Así, la amenaza de incendios en Aragón muestra un patrón histórico de nivel de amenaza intermedio en la mayoría del territorio, con niveles bajos en algunas zonas del Pirineo aragonés y del oeste de la región, donde las condiciones climáticas son más húmedas.

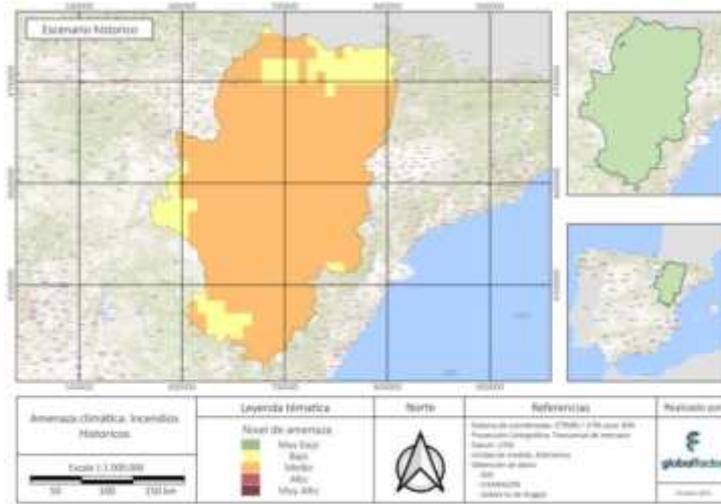


Figura 16. Amenaza asociada a incendios en Aragón en el escenario histórico.
Fuente: Elaboración propia a partir de datos del IGN, ICEARAGON y del Gobierno de Aragón, 2023

A futuro, se observa un aumento significativo en la amenaza de incendios. Bajo el escenario RCP 4.5, en el horizonte cercano, se registra niveles medios de riesgo casi en la totalidad del territorio a excepción del norte y de algunas zonas del sur de la región. En los horizontes a medio y a largo plazo el nivel de riesgo medio a incendios se expande abarcando casi a la totalidad de la región y aparecen dos enclaves de riesgo alto, uno en el noreste de los Pirineos y otro al oeste de Aragón. En cuanto al RCP 8.5, las simulaciones a corto y a medio plazo no distan mucho de las anteriores explicadas, donde el escenario presentado por la simulación RCP 8.5 es la que más se aleja y la que muestra un mayor aumento del riesgo por el este de la región, llegando a registrar valores de amenaza elevados en el centro este de la comunidad autónoma.

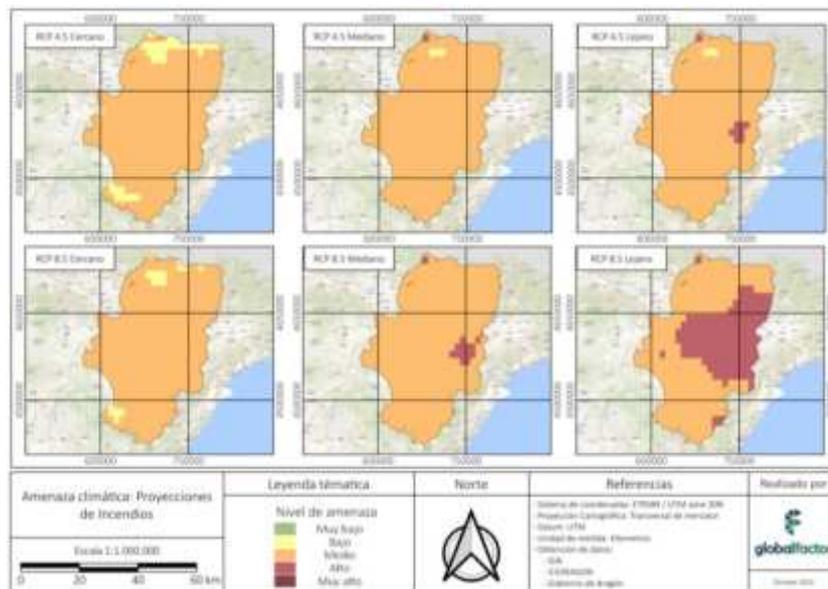


Figura 17. Amenaza asociada a incendios en Aragón para los escenarios futuros a corto, medio y largo plazo según las proyecciones climáticas RCP 4.5 y RCP 8.5.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del IGN, ICEARAGON y del Gobierno de Aragón, 2023

4. Impactos, vulnerabilidad y riesgo al cambio climático en Aragón

Aragón alberga una gran variedad de sectores que dependen estrechamente del clima y los ecosistemas. Desde la agricultura, el turismo y la generación de energía hasta la salud humana y la biodiversidad, cada una de estas áreas enfrenta retos únicos que requieren una comprensión profunda de los posibles impactos del cambio climático y la implementación de estrategias de adaptación efectivas.

El cambio climático no solo representa una amenaza para la estabilidad y resiliencia de las actividades económicas en Aragón, sino que también afecta la calidad de vida de sus habitantes y la integridad de su rico patrimonio natural. Además, comprender cómo el cambio climático puede incidir en la salud pública y la capacidad de adaptación de la sociedad aragonesa es esencial para desarrollar políticas y medidas efectivas que reduzcan la vulnerabilidad y fortalezcan la resiliencia de la comunidad. Solo mediante un análisis integral de las áreas afectadas y una gestión adecuada de los riesgos potenciales, Aragón podrá enfrentar los desafíos del cambio climático y aprovechar las oportunidades para promover un desarrollo sostenible y armonioso con su entorno natural.

Por todo ello, se hace evidente que el cambio climático afectará de manera significativa a múltiples sectores y sistemas clave en la región. La comprensión de estos impactos es fundamental para tomar decisiones informadas sobre la adaptación y mitigación, con el objetivo de reducir la vulnerabilidad de la comunidad autónoma y aprovechar las oportunidades de desarrollo sostenible.

Con el fin de tener una mejor comprensión sobre las áreas comprometidas por el cambio climático, en la siguiente figura se ilustra todos los sectores identificados, en línea con el PNACC, para el análisis de sus impactos, vulnerabilidades y riesgos en la comunidad autónoma de Aragón.



Figura 18. Sectores identificados para el diagnóstico de impactos, vulnerabilidad y riesgos al cambio climático en Aragón.
Fuente: Elaboración propia

A continuación, se detallan los impactos esperados a raíz de las amenazas climáticas arriba explicadas en cada sector, así como la vulnerabilidad y el riesgo que tiene cada uno de ellos frente a un posible aumento de las temperaturas, los cambios en los patrones de precipitación y la creciente incidencia de eventos climáticos extremos.

Salud

El sector salud actúa como amortiguador de los impactos ocasionados en la mayoría de los sectores analizados por los fenómenos naturales extremos. Los impactos que el cambio climático podría tener en el sector se pueden analizar desde tres enfoques distintos, el punto de vista de la propia infraestructura del sector, el estado de salud de la población que hace uso de dicha infraestructura y la capacidad de adaptación del sistema sanitario para hacer frente a un aumento del riesgo de enfermedades derivadas por el cambio climático.

Aragón es conocido por su clima semiárido, lo que lo hace especialmente vulnerable a sequías y olas de calor más intensas y prolongadas debido al cambio climático, tal y como se observa en la figura a continuación. Estas condiciones extremas pueden tener graves consecuencias para la salud. Las altas temperaturas aumentan el riesgo de golpes de calor, deshidratación y problemas cardiovasculares. Además, se puede ver comprometida la capacidad de los hospitales para mantener temperaturas adecuadas y proporcionar servicios de emergencia.

En cuanto a las sequías, estas pueden reducir la disponibilidad de agua para el consumo humano y el riego de cultivos, lo que afecta a la seguridad alimentaria y puede llevar a una mayor incidencia de enfermedades transmitidas por alimentos. A su vez, durante las sequías la demanda de agua aumenta, lo que puede ejercer presión sobre los recursos hídricos disponibles y afectar al suministro de agua potable y a la red de saneamiento.

El aumento en la frecuencia e intensidad de los incendios forestales representa una amenaza directa para la salud pública en Aragón. La exposición al humo y partículas finas durante los incendios puede agravar problemas respiratorios preexistentes y provocar nuevas afecciones respiratorias. También puede aumentar el riesgo de enfermedades cardiovasculares y tener efectos negativos en la salud mental de las personas afectadas.

Mientras que los eventos de lluvias intensas pueden causar desbordamientos de ríos y daños en infraestructuras, afectando a la prestación de servicios de salud. Las inundaciones pueden aumentar la propagación de enfermedades transmitidas por el agua y el contacto con aguas contaminadas, aumentando los riesgos de infecciones gastrointestinales y dermatológicas. Los incendios forestales y las inundaciones pueden dañar o destruir infraestructuras médicas críticas, lo que interrumpiría la atención médica en áreas afectadas.

Así, toda la población de Aragón está expuesta a los riesgos climáticos existentes. Sin embargo, ciertos grupos vulnerables, como los ancianos, los niños, las personas con diversidad funcional y aquellos que tienen condiciones de salud crónicas, pueden enfrentar mayores riesgos y complicaciones de salud durante eventos climáticos extremos. A su vez, las áreas más densamente pobladas pueden enfrentar mayores desafíos durante este tipo de fenómenos. La concentración de personas aumenta la demanda de servicios de salud y servicios básicos, y también puede dificultar la evacuación y la respuesta de emergencia. Los centros de salud situados en zonas de alto riesgo climático, como áreas propensas a inundaciones o cerca de bosques susceptibles a incendios pueden enfrentar dificultades para operar durante y después de eventos extremos. Un mayor número de pacientes en los centros de salud puede aumentar la presión sobre el sistema de salud durante una emergencia climática. La atención a los pacientes existentes debe mantenerse mientras se enfrentan nuevas demandas asociadas con eventos climáticos extremos.

Por otro lado, la red de infraestructuras compuesta por los centros de salud y hospitales puede verse afectada por eventos climáticos de gran impacto, como pueden ser las inundaciones, el ascenso de la temperatura media y subidas o bajadas de temperaturas extremas, conocidas como olas de calor y de frío. El aumento de los sucesos de precipitaciones intensas, especialmente en zonas inundables, aceleran los procesos de envejecimiento de los activos y provocan daños en las instalaciones, lo cual conlleva un significativo incremento de los costes. Además, podrían desarrollarse incidencias en el suministro y en el buen funcionamiento de los equipamientos médicos y, por lo tanto, en el correcto desarrollo de las

actividades del sector. A su vez, este tipo de eventos extremos pueden implicar cortes de energía, lo cuales podrían afectar al funcionamiento de hospitales y centros de salud, así como las comunicaciones y el acceso a información crítica.

En la misma línea, el aumento de las temperaturas y de las olas de calor implicarían también un aumento de los costes, sobre todo energéticos, pues se necesitaría, por ejemplo, de una mayor refrigeración de los fármacos y ventilación de los espacios. Sin embargo, es importante resaltar la especial vulnerabilidad que presentan los pacientes ingresados, ya que la prioridad se centra en el normal ejercicio de los servicios.

Asimismo, el incremento de las temperaturas y la frecuencia de olas de calor no solo intensifican el riesgo de eventos adversos para la salud, sino que también generan desafíos adicionales para aquellos que dependen de tratamientos farmacológicos. Las personas de edad avanzada, quienes constituyen una proporción significativa de la población en Aragón, enfrentan una mayor vulnerabilidad debido a la disminución de la capacidad fisiológica para regular la temperatura corporal y a la mayor prevalencia de enfermedades crónicas. La combinación de estas condiciones con la necesidad de medicamentos específicos, que pueden interactuar con factores climáticos extremos, crea un escenario que exige una atención especial en los planes de adaptación al cambio climático, considerando medidas proactivas para garantizar la continuidad de los tratamientos y la protección de la salud de esta población particularmente susceptible.

Con respecto a la capacidad de adaptación que puede tener este sector, el implementar y mantener sistemas de alerta temprana para eventos climáticos extremos puede ayudar a reducir el impacto en la salud, permitiendo la preparación y evacuación anticipadas, especialmente para poblaciones vulnerables. Además, informar y educar a la población sobre cómo protegerse durante eventos climáticos extremos puede reducir los riesgos para la salud.

Por lo que desarrollar y practicar planes de contingencia específicos para enfrentar las amenazas climáticas ayuda a garantizar una respuesta rápida y coordinada ante emergencias. Los protocolos de actuación establecidos pueden guiar a los profesionales de la salud en la atención a pacientes durante eventos extremos. Además, es importante tener en cuenta que una población general más saludable puede tener una mayor capacidad para hacer frente a los impactos de los eventos climáticos extremos.

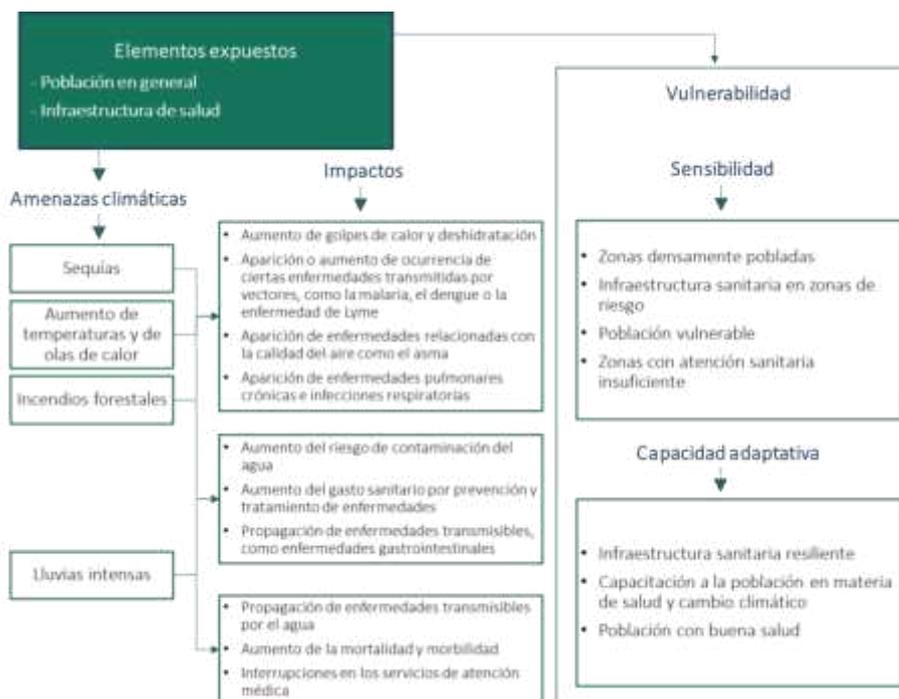


Figura 19. Cadena de impacto para el sector salud en Aragón. Fuente: Elaboración propia

Los impactos que el sector puede recibir, tal y como se ha comentado, recaerán sobre la totalidad de la población presente en el territorio, siendo sus habitantes y el entramado de la infraestructura sectorial los que pueden recibir el impacto directo del cambio climático.

La Comunidad Autónoma de Aragón cuenta con una población de 1.351.492 habitantes, repartidos de forma desigual en el territorio, concentrándose mayoritariamente en las 3 capitales de provincia, Figura 20. Destaca la ciudad de Zaragoza, con 673.010 habitantes, lo cual supone cerca al 50% del total de la población de la comunidad autónoma. Cerca del 7% restante se reparte en Huesca y Teruel, que cuentan con 53.305 y 35.900 habitantes respectivamente. Los demás municipios son notablemente de menor tamaño, aglutinando tan solo un 43,6% del total de las personas que viven en esta comunidad autónoma.

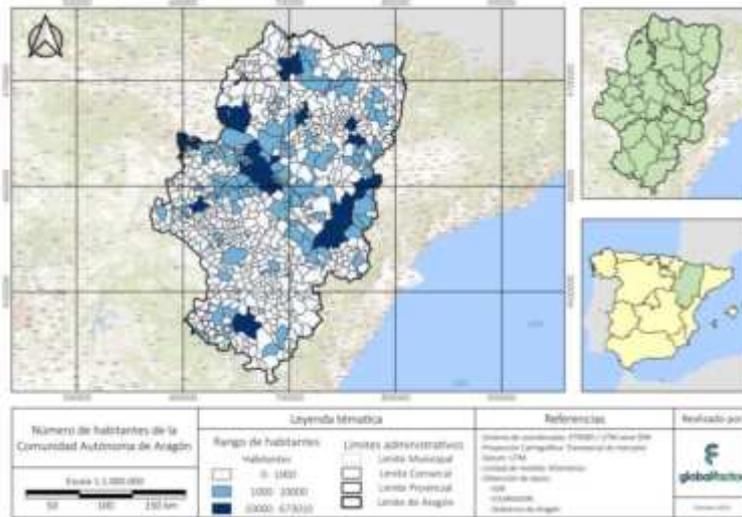


Figura 20. Número de habitantes por municipio en Aragón.
Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del Instituto Geográfico de Aragón, 2023

En cuanto a la infraestructura sectorial, el sistema de salud aragonés se organiza en 8 zonas de salud:

- Área de Salud Alcañiz.
- Área de Salud Barbastro.
- Área de Salud Calatayud.
- Área de Salud Huesca.
- Área de Salud Teruel.
- Área de Salud Zaragoza I.
- Área de Salud Zaragoza II.
- Área de Salud Zaragoza III.

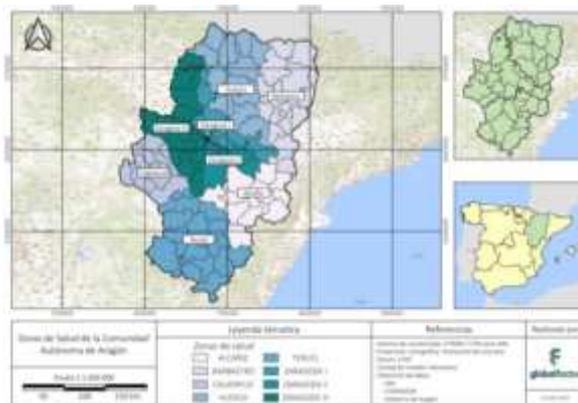


Figura 21. Número de habitantes por municipio en Aragón.
Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del Instituto Geográfico de Aragón, 2023

En cada una de las zonas se pueden encontrar distintos centros sanitarios: centros de salud, hospitales, centros especializados y centros de salud mental. Tal y como se muestra en la Tabla 2, Zaragoza es la provincia que cuenta con una red de infraestructuras más amplia, la cual se aglutina en la capital aragonesa, en consonancia con los datos poblacionales. Para el resto de las provincias, el número de centros es bastante inferior, los cuales se encuentran más dispersos en el territorio y constan de menos centros especializados, sobre todo Teruel.

Provincia	Centros de salud	Hospitales	Centros especializados	Centros de Salud mental
Huesca	29	7	2	2
Teruel	26	4	0	7
Zaragoza	69	18	6	12

Tabla 2. Número de infraestructuras sanitarias en Aragón.
Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de ICEARAGON

Atendiendo a lo anteriormente descrito, como queda recogido en la Figura 22, las áreas más expuestas se corresponden a aquellas de mayor número de habitantes y que, por lo tanto, tienen una red sanitaria más densa y compleja, siendo estas zonas las capitales autonómicas y algunas comarcales, como Calatayud y Ejea de los Caballeros, donde se puede observar una exposición alta. Por el contrario, las zonas con menos exposición para el sector salud son aquellas comarcas rurales del Pirineo y del Sistema Ibérico, las cuales cuentan con muchas zonas desprovistas de centros sanitarios y con una población menor.

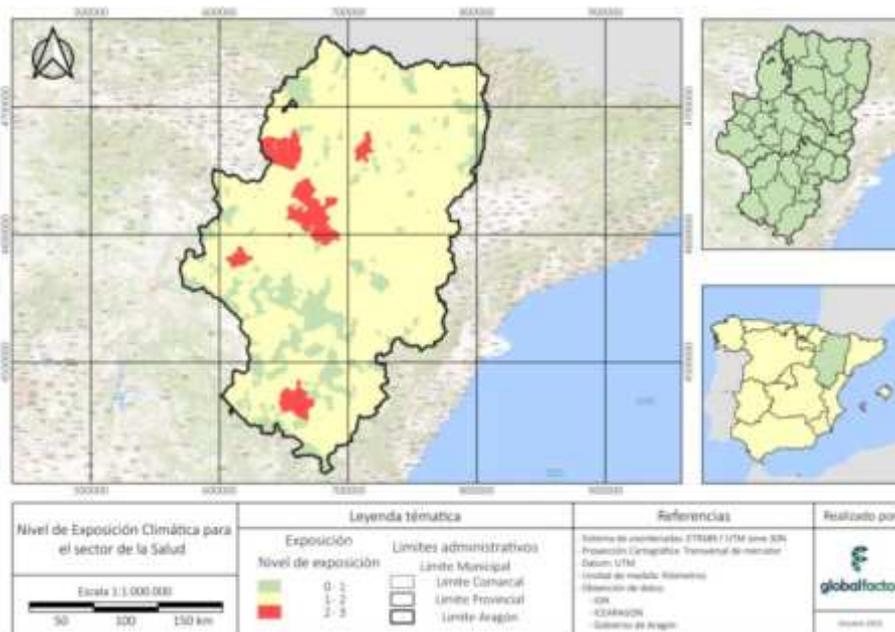


Figura 22. Nivel de exposición climática al cambio climático del sector de la Salud en la comunidad autónoma de Aragón.
Fuente: Elaboración propia a partir de datos del IGN, ICEARAGON y del Gobierno de Aragón

En cuanto a la sensibilidad del sector, las zonas densamente pobladas pueden mostrar una vulnerabilidad climática mayor. En Aragón, en términos generales se observan valores bajos o extremadamente bajos, Figura 23, con un promedio de 27,8 habitantes/Km². Sin embargo, la distribución espacial es muy desigual. Los habitantes se concentran sobre todo en Zaragoza, ciudad con una alta sensibilidad climática en este aspecto para el sector salud. Destacan después Huesca y Teruel y la mayoría de las cabeceras y subcabeceras comarcales de La Jacetania, el Alto Gállego, Cinco Villas, el Bajo Cinca, La Litera, el Bajo Aragón y las zonas circundantes a la capital autonómica, sobre todo aquellas del entorno del valle del Ebro, por ser el principal eje socioeconómico de la región. Por el contrario, las zonas rurales muestran cifras bajas; catorce de las 33 comarcas presentan una densidad de población inferior a 10 habitantes/Km², e incluso menor a los 5 habitantes/Km², como es el caso de Gúdar-Javalambre, Sobrarbe, Sierra de Albarracín y Maestrazgo.

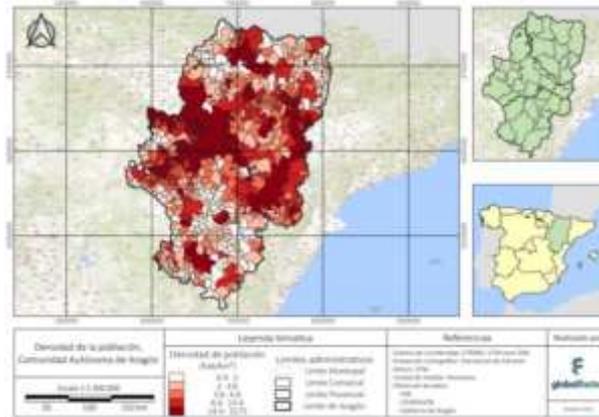


Figura 23. Densidad de población en Aragón por municipios.
Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del Instituto Geográfico de Aragón, 2023

El estado de salud de la población es a su vez definitorio de la vulnerabilidad del sector. Por un lado, el índice de sobre envejecimiento en Aragón es más elevado que la media de España, que para esta región es de 16,6%, más de dos puntos por encima de la media nacional. Aquellas zonas rurales con estructuras demográficas más envejecidas y un menor dinamismo socioeconómico son las que cuentan con valores más altos, destacándose las comarcas de la Sierra de Albarraacín, Jiloca, el Maestrazgo, el Campo de Daroca, el Campo de Belchite y el Bajo Martín. Complementariamente, aquellas zonas con mayor porcentaje de infantes son también especialmente vulnerables al cambio climático. Las zonas con mayor índice de infancia se corresponden principalmente a las capitales de provincia y de comarca, en especial la ciudad de Zaragoza y el valle del Ebro, mientras que las zonas con valores más bajos se encuentran en la zona sur de la región, más concretamente en la provincia de Teruel.

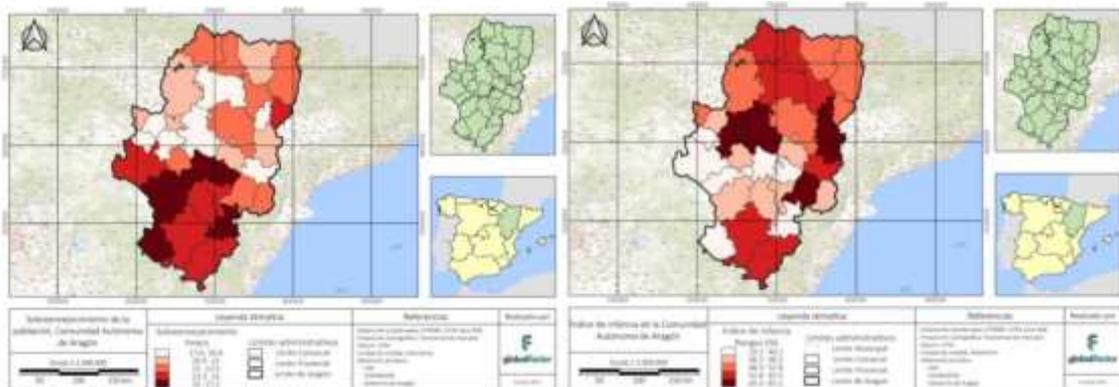


Figura 24. Izquierda: Tasa de sobre envejecimiento de la población aragonesa. Derecha: Índice de infancia de Aragón.
Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del Instituto Geográfico de Aragón, 2023

En cuanto a la tasa de enfermedades asociadas al cambio climático, aquellas zonas con una mayor ocurrencia de las mismas cuentan con una vulnerabilidad climática mayor. Por un lado, la tasa de mortalidad atribuida a enfermedades del sistema respiratorio en Aragón es alta en los núcleos socioeconómicos de la región como son los valles del Ebro y del Jiloca. Para el resto de la región, salvo en algunas zonas con tasas de mortalidad medias del valle del Ebro, el número de personas fallecidas por cada 1.000 habitantes es inferior a 0,7. En esta línea, las enfermedades de transmisión respiratoria que se contagian a través de gotas y aerosoles que se expulsan al respirar, toser o estornudar tienen tasas de transmisión bastante altas, con más de dos casos por cada 1.000 habitantes. A su vez, los casos se concentran preferentemente en las comarcas del norte, a lo largo del valle del Ebro y en gran parte de provincia de Teruel, donde las tres capitales provinciales registran tasas de contagios muy altas.

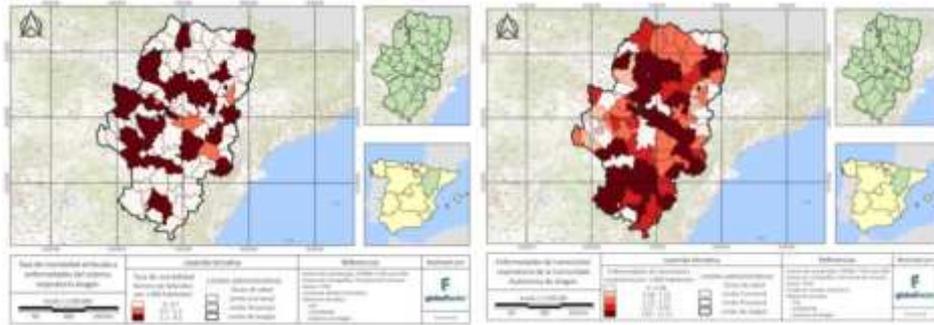


Figura 25. Izquierda: Número de personas contagiadas por enfermedades de transmisión respiratoria por cada 1.000 habitantes en Aragón. Derecha: Tasa de mortalidad por enfermedades del sistema respiración en las comarcas de Aragón.
Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de ICEARAGON, 2023

Por otra parte, las enfermedades de transmisión alimentaria muestran mayores índices de transmisión en las capitales de provincia y el Valle del Ebro, con más de dos casos por cada 1.000 habitantes. Estas afecciones están ligadas al consumo y uso para el cocinado de alimentos de agua contaminada, debido por ejemplo a la escasez de agua y los eventos de sequía, y por materia prima en mal estado debido a la proliferación de bacterias como *Campylobacter*, *Cryptosporidium* y *Entamoeba histolytica*. Así, sin embargo, más de la mitad del territorio aragonés muestra índices de transmisión bajos, con menos de 0,7 casos por cada 1.000 habitantes.

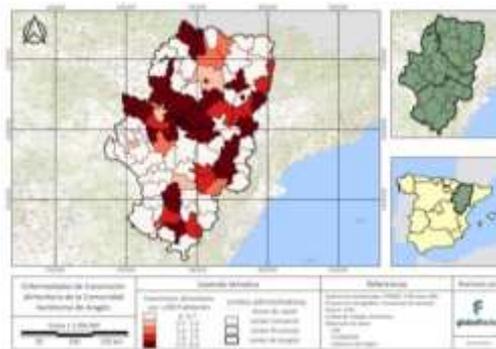


Figura 26. Personas contagiadas por enfermedades de transmisión alimentaria por cada 1.000 habitantes en Aragón.
Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de ICEARAGON, 2023

En la misma línea, el empeoramiento del estado de los alimentos puede afectar a personas con enfermedades como la diabetes, que necesitan consumir productos de calidad para controlar sus niveles de glucosa. En este sentido, en Aragón, las tasas más altas de personas con diabetes se registran en la provincia de Teruel, donde gran parte de su territorio cuenta con índices altos. Sin embargo, son la capital autonómica y la zona norte de la provincia de Huesca las que cuentan con menos afectados por esta enfermedad.

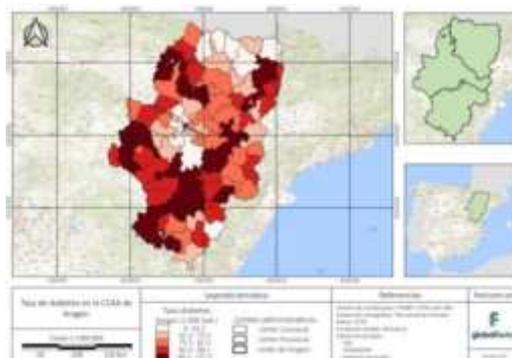


Figura 27. Personas con diabetes por cada 1.000 habitantes en Aragón.
Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del Instituto Geográfico de Aragón, 2022

Además, debido al escenario de cambio climático actual, están llegando a los municipios aragoneses nuevas especies vectores de enfermedades. Actualmente, el gobierno de Aragón está enfocando sus esfuerzos en la lucha contra el mosquito tigre, el cual ya ha sido detectado en múltiples localidades. Esta especie muestra una alta adaptabilidad, incluso a las condiciones extremas que se están empezando a dar en Aragón a consecuencia del cambio climático, por lo que es preocupante su proliferación en todo el territorio, al igual que ocurre con otras especies invasoras con las mismas características.

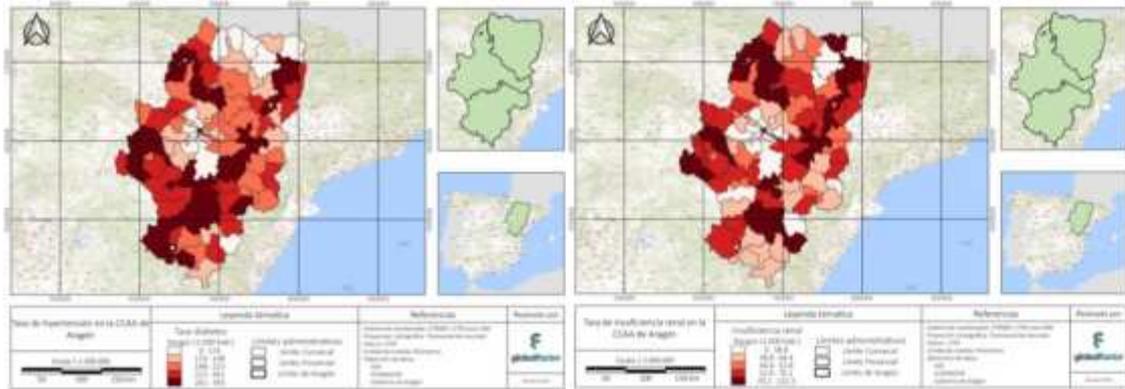


Figura 28. Izquierda: tasa de personas con hipertensión por cada 1.000 habitantes en Aragón. Derecha: número de personas con insuficiencia renal en Aragón.

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del Instituto Geográfico de Aragón, 2022

A su vez, estos hechos también producen un aumento de la incidencia de enfermedades cardiovasculares, sobre todo por temperaturas extremas, como es el caso de la cardiopatía isquémica. En cuanto a las tasas de personas que padecen estas enfermedades en Aragón, la hipertensión por cada 1.000 habitantes presenta unos índices altos en gran parte del territorio, salvo en la capital provinciales de Zaragoza y Teruel y algunas zonas del norte y del este regionales. A su vez, los índices de personas que padecen de insuficiencia renal muestran una distribución muy similar a la anteriormente descrita, pero con tasas más bajas, sobre todo en la provincia de Huesca. De las tres enfermedades mencionadas, son los problemas cardiovasculares los que afectan a un menor número de aragoneses, por lo que las tasas por cada 1.000 habitantes en todo el territorio son menores.

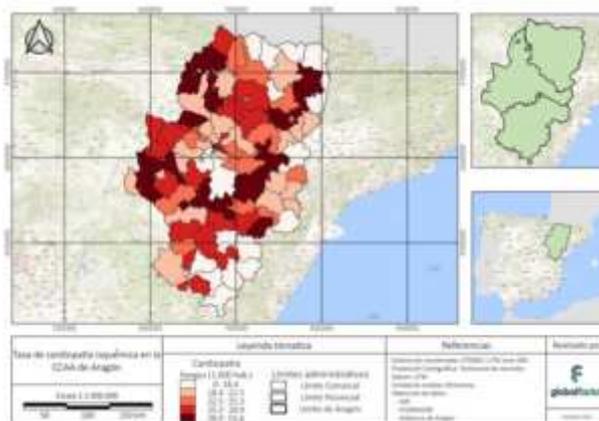


Figura 29. Izquierda: tasa de personas con hipertensión por cada 1.000 habitantes en Aragón. Centro: número de personas con insuficiencia renal en Aragón. Derecha: número de personas con enfermedades cardiovasculares en Aragón.

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del Instituto Geográfico de Aragón, 2022

Respecto a las edificaciones e infraestructuras que conforman el sector salud en Aragón, aquellas que se encuentren ubicadas en zonas con riesgo de inundación tienen una mayor vulnerabilidad climática, pudiendo sufrir en mayor grado los impactos asociados a dicha amenaza. En este contexto, los centros de salud en la cuenca del Ebro, especialmente los de la margen izquierda y aquellos cercanos a los ríos Cinca,

Ebro y en la zona de cabecera del Jiloca, mostrarían una mayor susceptibilidad. A su vez, resulta relevante resaltar la posición estratégica de la infraestructura de la ciudad de Zaragoza, por ser uno de los puntos que cuenta con más centros de salud, hospitales y otros tipos de centros especializados dentro de la región aragonesa.



Figura 30. Ubicación de los centros de salud que se encuentran en riesgo de inundación en la región aragonesa. Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de ICEARAGON, 2023

Por otro lado, aquellas características del territorio aragonés que disminuyen la vulnerabilidad sectorial dependen de las herramientas con las que cuentan los organismos regionales. Así pues, el Gobierno de Aragón destina de sus presupuestos generales 2.534.845.207€ al Departamento de Sanidad, donde se ha destinado el 93,62% a la Asistencia Sanitaria, es decir, en el mantenimiento de la infraestructura del sector. Otras medidas comprendidas son, por ejemplo, la protección y promoción de la salud y la producción de componentes sanguíneos y de tejidos. Respecto al resto de regiones de España, los presupuestos destinados por el gobierno de Aragón a los centros de salud son medios, entre 2.336.689 – 4.689.612€, lo cual la equipara a otras comunidades autónomas como País Vasco y Castilla la Mancha.

Además, desde el equipo de gobierno de la región se han ideado una serie de iniciativas y proyectos para mejorar la calidad de vida de la población, como es la Red Aragonesa de proyectos de Promoción de la Salud. La cual consiste en un organismo multidisciplinar que facilita la extensión de la promoción y educación para la salud en la comunidad autónoma. Algunas de sus líneas de actuación, por ejemplo, son la promoción de la salud con personas vulnerables, programas de prevención y ayudas para adicciones y hábitos de alimentación saludables. En total son 54 programas, de los cuales, la mayoría se concentran en las ciudades de Zaragoza y Huesca, el resto están diseminados por la región, donde la provincia de Teruel es la que menos proyectos tiene en desarrollo. Por otro lado, la Red Aragonesa de Escuelas Promotoras de Salud es un proyecto bajo el cual se instruye y acredita a ciertos centros educativos en materia de salud y bienestar, donde, actualmente, hay más de 200 centros adscritos. Los cuales se encuentran distribuidos por todo el territorio aragonés, en especial en las capitales de provincia, sobre todo en Zaragoza.



Figura 31. Izquierda: Localización de los puntos de la red aragonesa de proyectos de promoción de la Salud (RAPPS). Derecha: Distribución de las escuelas promotoras de salud de Aragón. Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de ICEARAGON, 2023

Otra iniciativa interesante es la estrategia de Atención comunitaria en el Sistema de Salud de Aragón en Atención Primaria (EACA), la cual está desarrollada por el Departamento de Sanidad para promover y mejorar la salud y el bienestar de la población aragonesa. Este proyecto en los servicios de salud primaria incluye acciones sobre los problemas y necesidades de salud de la población de cada zona, considerando las capacidades, fortalezas y la participación ciudadana. Más de la mitad de los centros de salud por Zona Básica han desarrollado las iniciativas de la agenda Comunitaria, donde todavía falta por extender este proyecto en algunas comarcas rurales y en las inmediaciones de la ciudad de Zaragoza y Teruel.

Por último, aquellas zonas que cuentan con habitantes con buena salud están mejor preparadas para hacer frente a los impactos del cambio climático. En este caso, la esperanza de vida de la población de Aragón es una de las más altas del mundo. Concretamente, como se ve en la Figura 32, aquellas comarcas rurales y de menor densidad de población presentan esperanzas de vida de entre 83,41 hasta los 87,97 años, los valores más altos de toda la comunidad autónoma.

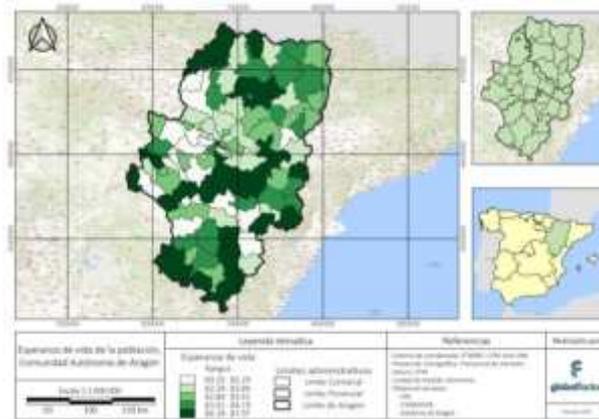


Figura 32. Esperanza de vida por comarcas en la región de Aragón. Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de ICEARAGON, 2023

Destacan como áreas de mayor vulnerabilidad las áreas circundantes a las localidades de Jaca y Formigal, así como zonas cercanas a la capital autonómica, y comarcas de la Litera y la Ribagorza al norte de Aragón, las comarcas de Cinco Villas y la Comunidad de Calatayud en el centro de la región, y las comarcas de Jiloca, Sierra de Albaracín, Bajo Martín, Bajo Aragón, Andorra-Sierra de Arcos, y la Comunidad de Teruel al sur. La distribución descrita por los niveles de vulnerabilidad más altos se debe a varios motivos, como es la alta densidad de población que presentan algunas de estas áreas, así como por tasas elevadas de mortalidad relacionadas con enfermedades del sistema respiratorio, la transmisión de enfermedades alimenticias, respiratorias y la proliferación de afecciones transmitidas por vectores o debidas a un aumento de las temperaturas medias y la escasez de agua. Además, se destaca la escasa presencia de medidas existentes que instruyan a los habitantes en temas de salud u otros proyectos que mejoren la calidad de vida de la población. Asimismo, las zonas menos vulnerables son los entornos rurales, libres de contaminación, donde los habitantes mantienen arraigados buenos hábitos y estilos de vida.

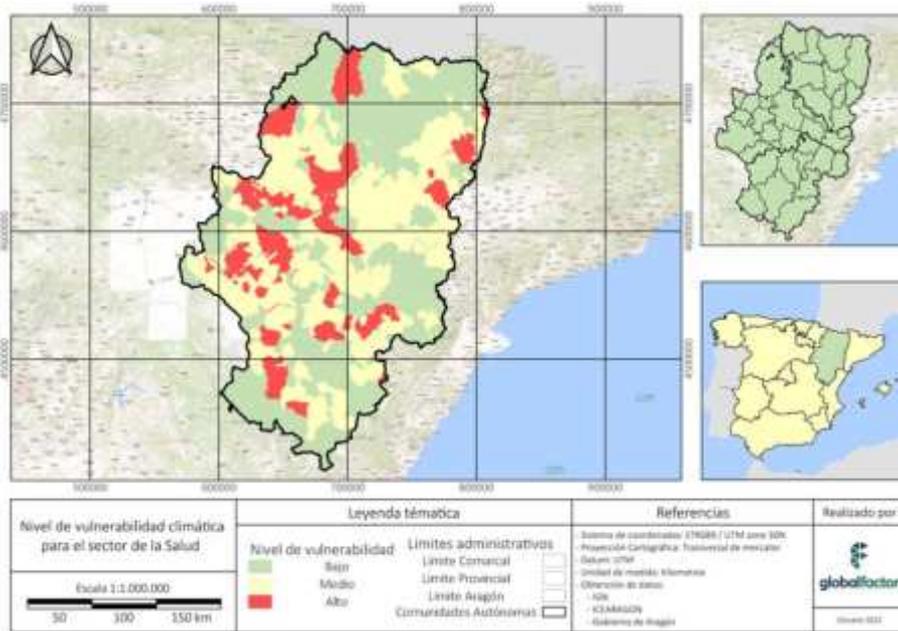


Figura 33. Nivel de vulnerabilidad climática para el sector Salud en la comunidad autónoma de Aragón.
Fuente: Elaboración propia a partir de datos del IGN, ICEARAGON y del Gobierno de Aragón

En cuanto al riesgo climático que el sector tiene a las distintas amenazas climáticas se observa, por un lado, que el riesgo sectorial histórico asociado a un posible aumento de las lluvias es generalmente bajo en el territorio, debido en gran parte a los valores que esta amenaza tiene en la región. Los valores más altos de riesgo se concentran en áreas que cuentan con climas más lluviosos, en algunos casos con zonas urbanas densamente pobladas, como es el caso de Jaca, donde los fenómenos de inundación pueden afectar en mayor medida a la población. Por ello, los lugares sometidos a mayores niveles de riesgo por aumento de lluvias intensas se encuentran preferentemente en el norte de los Pirineos y en la comarca de Matarraña.

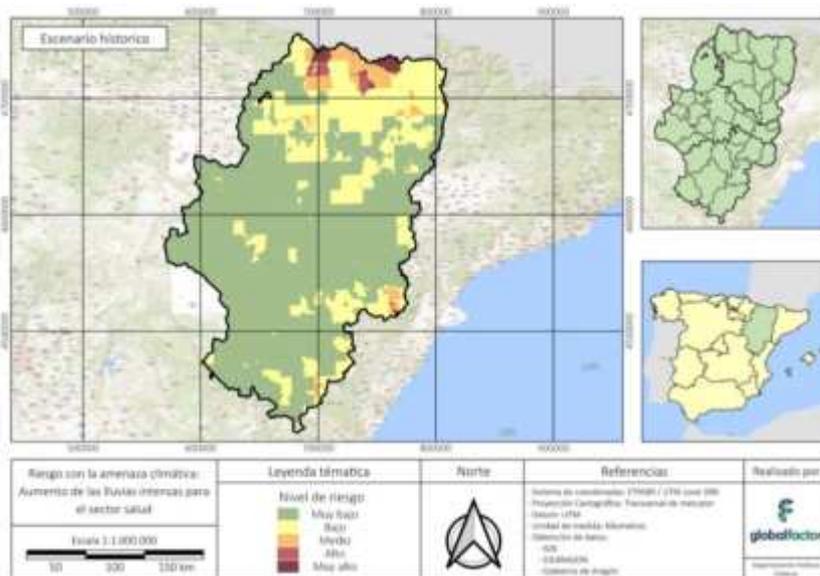


Figura 34. Riesgo climático histórico del sector salud al aumento de las lluvias intensas en Aragón.
Fuente: Elaboración propia a partir de datos del IGN, ICEARAGON y del Gobierno de Aragón

En cuanto al riesgo futuro, el análisis no muestra una tendencia clara en el tiempo, esperándose así que los valores de riesgo no difieran mucho en los escenarios futuros. La situación a corto y medio plazo para ambos escenarios no varía prácticamente respecto a la serie histórica. A largo plazo el riesgo podría

umentar en zonas concretas de Aragón, sobre todo del este de la región en la comarca de Matarraña y en la zona central de los Pirineos donde se desarrollará núcleos sometidos a mayores niveles de riesgo.

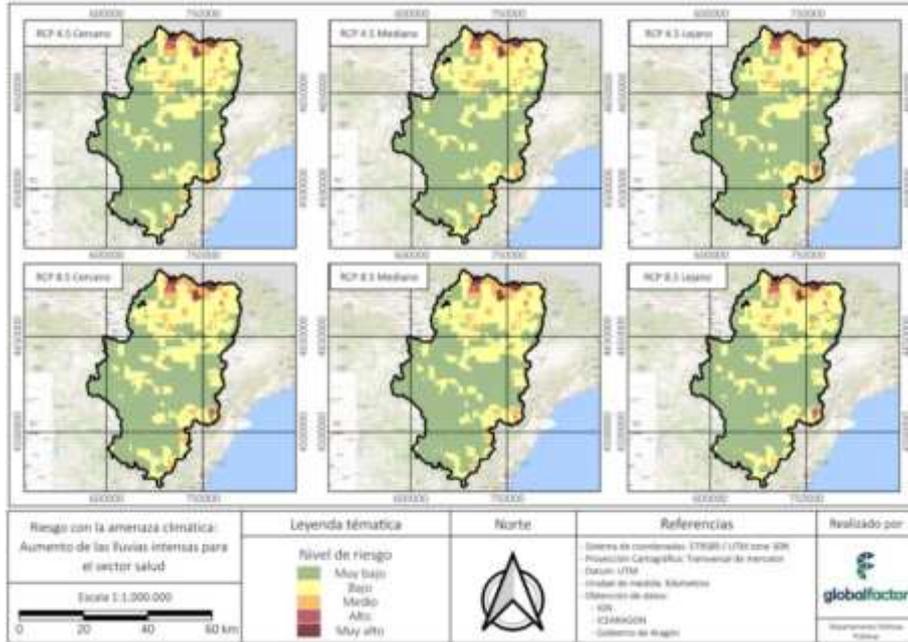


Figura 35. Riesgo climático para los escenarios climáticos RCP 4.5 y RCP 8.5 a corto, medio y largo plazo del sector salud al aumento de las lluvias intensas en Aragón.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del IGN, ICEARAGON y del Gobierno de Aragón

Por otra parte, el riesgo climático asociado a un aumento de temperaturas y de eventos de olas de calor es bajo en gran parte del territorio en el período histórico, siendo un poco mayor en algunas zonas del Valle del Ebro, en especial en la capital autonómica y en Calatayud donde se alcanzan valores de riesgo medios. Las zonas que registran un nivel de riesgo medio se corresponden a zonas densamente pobladas donde la urbanización del terreno en detrimento de las zonas naturales de sombra aumenta los problemas de salud asociados a altas temperaturas, como son los golpes de calor y el empeoramiento de las enfermedades crónicas.

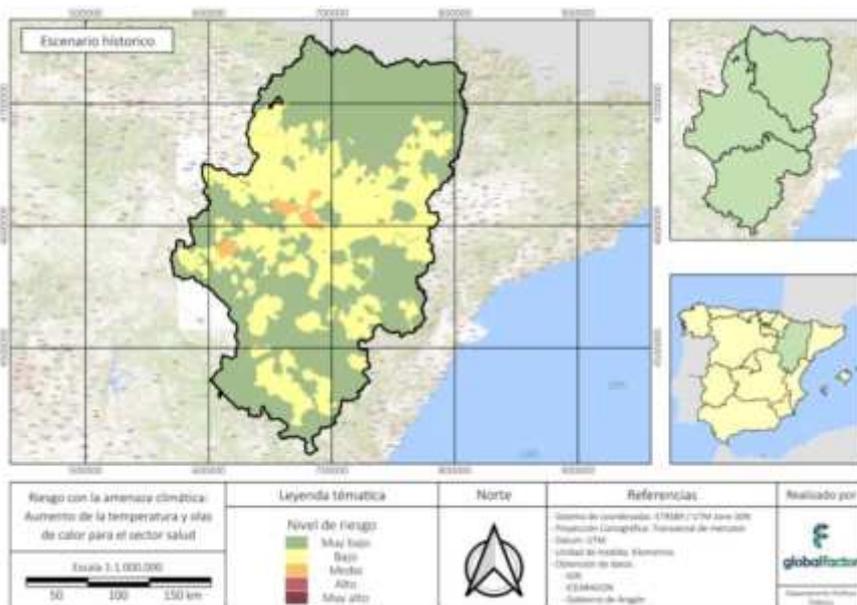


Figura 36. Riesgo climático histórico del sector salud al aumento de temperaturas y de las olas de calor en Aragón.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del IGN, ICEARAGON y del Gobierno de Aragón

En cuanto a las posibles variaciones de este riesgo a futuro, las proyecciones climáticas para el escenario RCP 4.5 mostrarían un aumento generalizado del riesgo en todo el territorio, llegando a esperarse valores importantes en buena parte de la región, sobre todo en el Valle del Ebro. Los datos más altos se alcanzan nuevamente en la ciudad de Zaragoza y Calatayud, a las que se les suma el municipio de Teruel. En el escenario RCP 8.5, la situación sería más grave, llegando a largo plazo a valores de riesgo altos en gran parte del territorio, sobre todo en la capital autonómica.

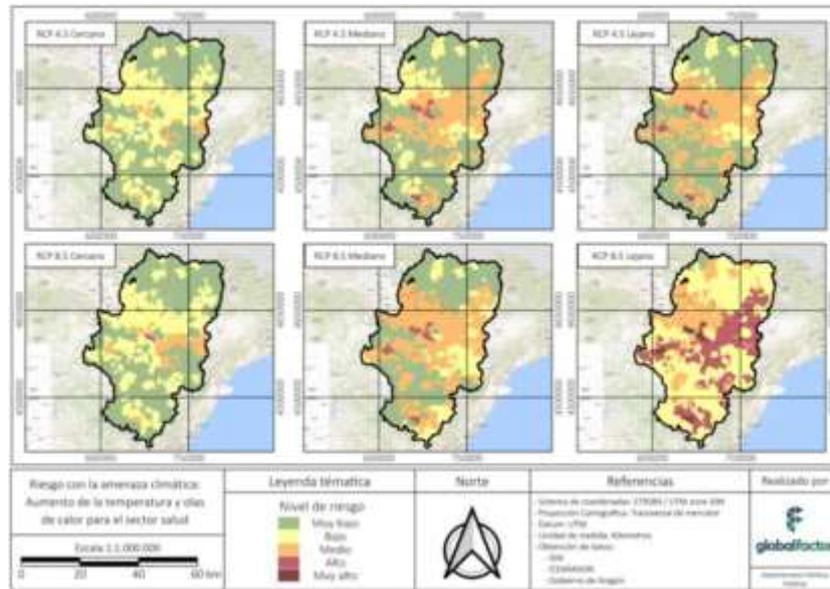


Figura 37. Riesgo climático para los escenarios climáticos RCP 4.5 y RCP 8.5 a corto, medio y largo plazo del sector salud al aumento de temperaturas y de las olas de calor en Aragón.
Fuente: Elaboración propia a partir de datos del IGN, ICEARAGON y del Gobierno de Aragón

En cuanto al riesgo a sequías, las zonas del sector Salud que presentan mayores niveles de riesgo climático se concentran en el centro de la región, más concretamente en la Comarca Central y en la Comunidad de Calatayud, que son zonas densamente pobladas y con elevadas tasas de transmisión de enfermedades. Se destaca Zaragoza por ser la capital de la comunidad autónoma, así como en menor medida otras localizaciones del Valle del Ebro y capitales comarcales. Este riesgo elevado se debe en gran medida a las altas densidades de población que presentan.

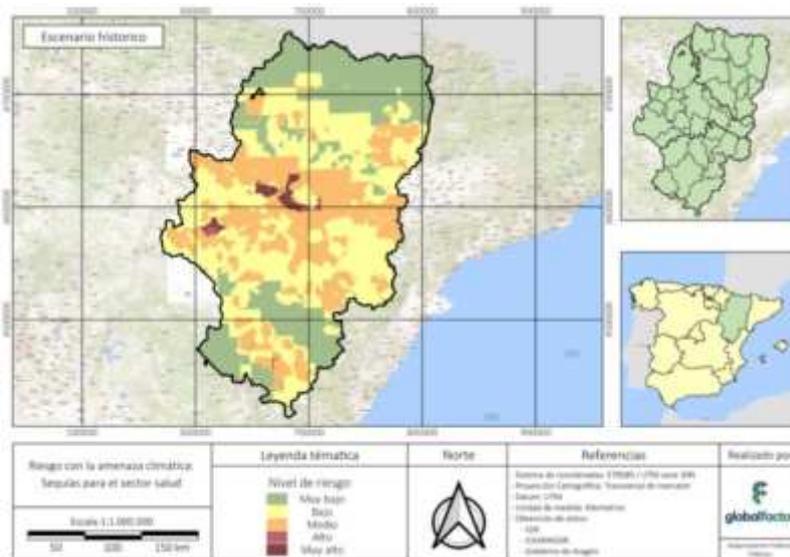


Figura 38. Riesgo climático histórico del sector salud a sequías en Aragón.
Fuente: Elaboración propia a partir de datos del IGN, ICEARAGON y del Gobierno de Aragón

Respecto a las proyecciones climáticas realizadas para esta amenaza en el sector salud, los escenarios RCP 4.5 y 8.5 muestran un aumento del riesgo en la zona central de la comunidad autónoma. En el largo plazo y para el escenario RCP 8.5, el riesgo muestra un aumento significativo, reportándose niveles altos en la ciudad de Zaragoza y otras zonas importantes de las comarcas del Campo de Carinena, Campo de Belchite, el Bajo Martín, Ribera Baja del Ebro, Comunidad de Calatayud y la Comarca Central, es decir, preferentemente en la margen derecha del Valle del Ebro.

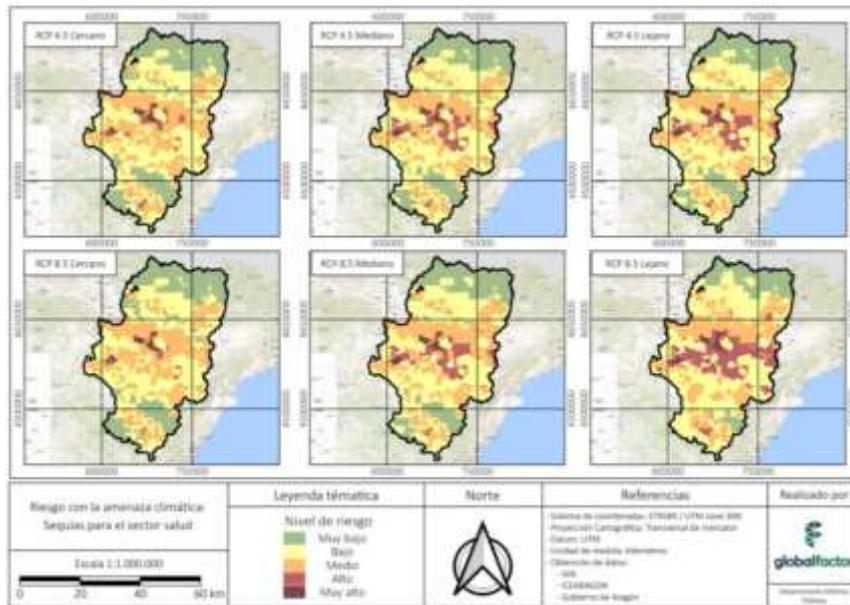


Figura 39. Riesgo climático para los escenarios climáticos RCP 4.5 y RCP 8.5 a corto, medio y largo plazo del sector salud a sequías en Aragón.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del IGN, ICEARAGON y del Gobierno de Aragón

En cuanto al riesgo a incendios para el sector salud, se observa que los valores históricos son generalmente bajos, siendo más alto en la ciudad de Teruel y en pequeños enclaves de la Comarca Central y la Comunidad de Calatayud. Estos enclaves presentan valores de riesgo más elevados debido a que cuentan con una densidad de población alta, además de tasas elevadas de enfermedades ligadas al sistema respiratorio y de padecimientos crónicos, además de un sobreenvjecimiento notable de la población.

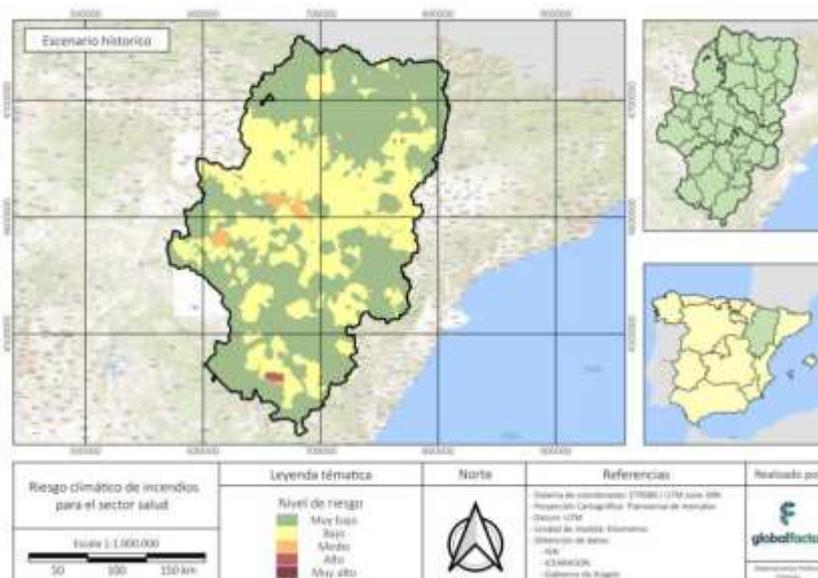


Figura 40. Riesgo climático histórico del sector salud a incendios en Aragón.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del IGN, ICEARAGON y del Gobierno de Aragón

En cuanto al riesgo futuro, las proyecciones climáticas RCP auguran aumentos de los niveles de riesgo en gran parte de la región, en especial en la mitad inferior. Se destaca la diferencia entre los dos escenarios analizados, viéndose para el escenario RCP 8.5 un aumento de las zonas de nivel de riesgo medio y sobre todo alto en el centro de la región y en otras zonas de la provincia de Teruel.

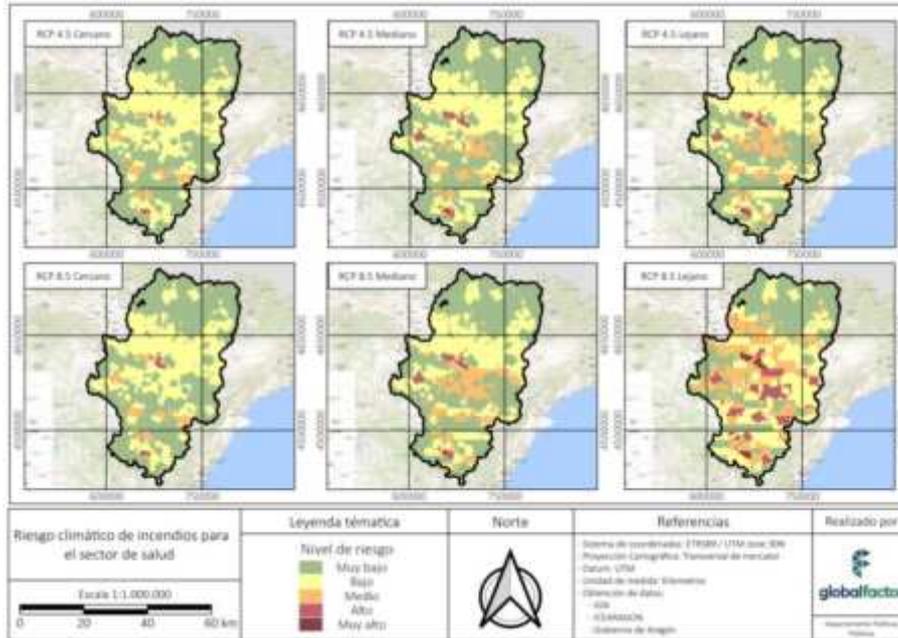


Figura 41. Riesgo climático para los escenarios climáticos RCP 4.5 y RCP 8.5 a corto, medio y largo plazo del sector salud a incendios en Aragón.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del IGN, ICEARAGON y del Gobierno de Aragón

Agua y recursos hídricos

El agua es uno de los bienes naturales más preciados de la Tierra, pues de ella depende la sostenibilidad y el equilibrio de los ecosistemas. El término “recurso hídrico” engloba a todas las masas de agua encontradas en cualquiera de sus estados y dimensiones: ríos, lagos, glaciares, acuíferos, etc.

El cambio climático puede afectar al buen estado de las aguas y, por lo tanto, influir en la disponibilidad del recurso dependiendo de la resiliencia que muestran las herramientas existentes para paliar dichos efectos adversos, asegurando el abastecimiento de agua a la población y evitando la degradación del recurso hídrico, para lo que es necesario más que nunca una gestión eficiente.

Considerando las proyecciones climáticas más recientes, la disminución de las precipitaciones producirá, posiblemente, un descenso de la disponibilidad de los recursos hídricos en Aragón. Esta disminución podría conllevar un empeoramiento de la calidad fisicoquímica de las masas superficiales y subterráneas, además, de consecuencias sociales y económicas notables. Asimismo, las sequías y los eventos extremos de temperaturas son amenazas climáticas que reducen drásticamente la disponibilidad del recurso en fuentes naturales y antrópicas, como los embalses. Esto afecta directamente a la cantidad y calidad del agua para consumo humano y uso agrícola, energético e industrial. Los periodos de sequías intensas a su vez podrían a su vez conllevar la disminución de los caudales lo cual pone en peligro a los ecosistemas acuáticos y a la biodiversidad de toda la región.

A su vez, una mayor afluencia de incendios se traduciría en la pérdida de vegetación y en el aumento de la erosión y transporte de las partículas de los suelos, donde los sedimentos y cenizas terminarían colmatando los cursos de agua, afectando a la calidad de esta y a la capacidad de recarga de embalses, lagos y acuíferos.

Por otro lado, las lluvias torrenciales podrían provocar el desbordamiento de los cursos fluviales, lo que afectaría a la infraestructura hidráulica, como presas y canales de riego, pudiendo conllevar daños materiales. Otro aspecto importante en este tipo de eventos es el aumento de la escorrentía superficial, que reduce la tasa de infiltración del agua en los suelos y, por lo tanto, reduce la recarga en acuíferos, lo que conlleva bajadas del nivel freático. Todos los fenómenos expuestos a su vez pueden aumentar la probabilidad de contaminación de las masas de agua y nuevamente, por ende, afectar al abastecimiento.

En cuanto a los elementos que juegan un papel importante para la definición de la vulnerabilidad del sector, las comunidades rurales y aisladas que dependen en gran medida de fuentes locales de agua pueden ser especialmente sensibles a las amenazas climáticas. La falta de acceso a fuentes alternativas de agua y a la tecnología e infraestructura necesaria puede dificultar la capacidad de estas de hacer frente a las consecuencias de eventos extremos, ya sean de sequía o de precipitación.

A su vez, una planificación ineficaz ante eventos extremos, tanto a nivel estructural como de organización, puede repercutir directamente en el sector hidroeléctrico. Las pérdidas del potencial hidroeléctrico y el daño provocado a las infraestructuras se traducen directamente en pérdidas económicas notables. Este hecho a su vez puede hacer que la comunidad autónoma dependa en mayor medida de otras fuentes energías, algunas de ellas, no renovables.

Sin embargo, la implementación de planes de gestión integrada de recursos hídricos, que tengan en cuenta las amenazas climáticas y busquen un equilibrio entre las necesidades de los diferentes usuarios y la conservación de los ecosistemas, puede permitir una mejor planificación y uso sostenible del recurso, mejorando la resiliencia del mismo.

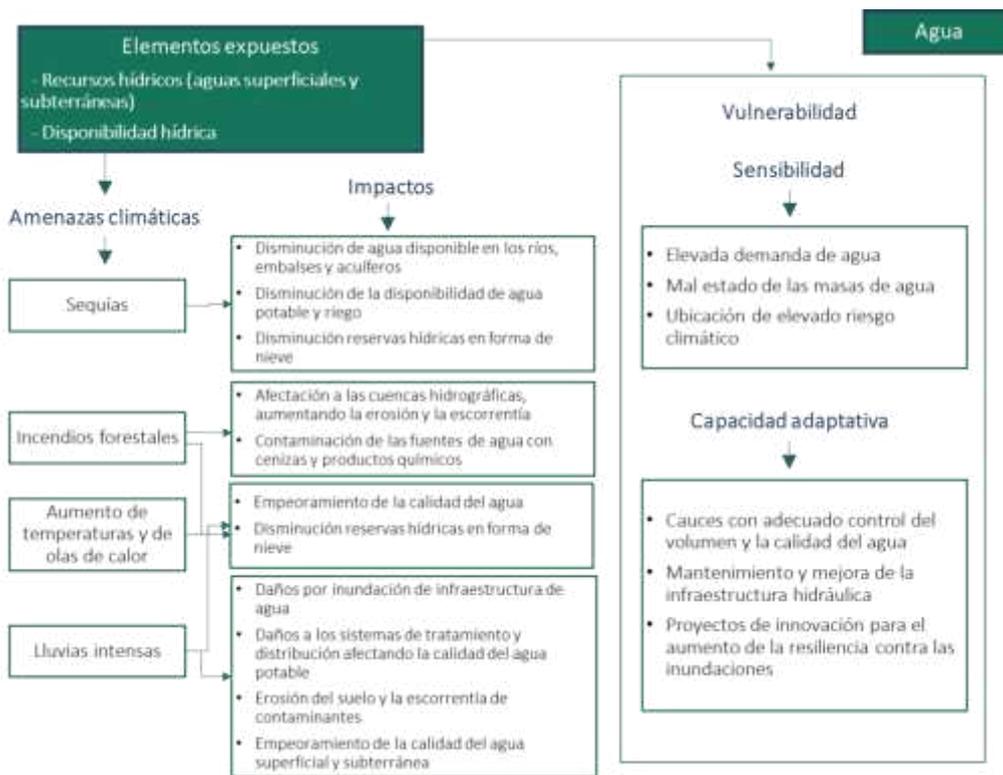


Figura 42. Cadena de impacto para el sector agua y recursos hídricos en Aragón. Fuente: Elaboración propia

Además, el diseño y la construcción de infraestructuras hidráulicas deben considerar los impactos potenciales del cambio climático. Actualmente, la tendencia hacia el aumento de la protección de los espacios y las infraestructuras frente a las inundaciones está llevando al desarrollo de medidas basadas en

la naturaleza o de bajo impacto en los ecosistemas y los paisajes. Muestra de ello en Aragón es el *proyecto LIFE Ebro Resilience*, por el cual se busca reducir el riesgo a inundación a través de la restauración geomorfológica de meandros. Por otro lado, es también importante promover la adopción de tecnologías eficientes para el uso del agua, tanto en la agricultura como en la industria y en el consumo doméstico, que puede reducir la demanda de agua y aumentar la resiliencia ante sequías y olas de calor. Finalmente, la implementación de sistemas de monitorización en tiempo real permite una mejor comprensión de las condiciones hídricas y el manejo más eficiente de los recursos hídricos. La gestión activa y adaptativa de estos es fundamental para asegurar su disponibilidad en el futuro.

En cuanto a la situación concreta del sector en la comunidad autónoma de Aragón, este consta de una superficie de 47.720 Km², distribuidos geográficamente en tres unidades morfoestructurales principales: los Pirineos en la zona norte, el Sistema Ibérico al sur y la Depresión del Ebro en el sector central de la región. El trazado de la superficie hídrica se adapta a dicha disposición, donde la mayoría de los ríos procedentes de las dos cordilleras terminan confluyendo en la depresión central, como se refleja en la Figura 43 izquierda. A su vez, la región está dividida en tres cuencas principales: la cuenca del Ebro, la cuenca del Júcar y la cuenca del Tajo. La primera mencionada abarca casi el 88% de la superficie aragonesa, siendo además el río Ebro el principal curso fluvial de la región, tanto en longitud como en caudal. Algunos de los ríos más importantes de la margen izquierda de esta cuenca son el Aragón, Araba, Gállego y Cinca, mientras que los de la margen derecha incluyen al Jalón, Huerva, Martín, Guadalope y Matarraña. Estas zonas presentan comportamientos hidrológicos desiguales, con la margen izquierda aportando caudales más abundantes y menos estiajes¹² en comparación con la margen derecha, que es más caudalosa y presenta mayor irregularidad, procedente del Sistema Ibérico¹³. Por otra parte, la cuenca del Júcar ocupa el 11,8% del territorio (5.651 km²) e incluye a ríos como el Mijares, Guadalaviar, Alfambra y Turia. La extensión perteneciente a la cuenca del Tajo es de aproximadamente 238 km², representando solo el 0,5% del territorio e incluyendo el nacimiento del río Tajo y el río Gallo. Por otro lado, las masas subterráneas de agua se encuentran concentradas principalmente en la margen izquierda del Ebro y en menor medida en la margen derecha de este, concretamente en la zona oriental de la región. En el resto de las cuencas las masas subterráneas son escasas.



Figura 43. Izquierda: Red fluvial natural superficial de Aragón. Derecha: Masas de agua subterráneas de Aragón.
Fuente: Elaboración propia a partir de datos de ICEARAGON, 2023

En relación con las masas de aguas artificiales, en Aragón hay más de 2.700 Km de canales y acequias, las cuales abastecen principalmente a empresas hidroeléctricas o a zonas de regadío. Las provincias de Huesca y Zaragoza son las que cuentan con un mayor desarrollo de este tipo de infraestructuras hidráulicas, ya sea a lo largo del cauce del río Ebro como en los ríos de los márgenes de su cuenca. Destacan en la margen izquierda el Canal Imperial de Aragón, que es el de mayor antigüedad y consta de una longitud de 100 Km, el Canal de las Bardenas, que abastece a la comunidad de regantes del embalse de Yesa y el canal de

¹² Nivel más bajo o caudal mínimo de un río u otra corriente durante una época del año determinada

¹³ <https://icearagon.aragon.es/atlas/Aragon/info/medio-natural/hidrografia/red-hidrografica>

Monegros, que se nutre del río Gállego. En la margen derecha destacan los canales del Bajo Aragón, los cuales trasladan agua de los ríos Guadalope o Martín hacia zonas de regadío de los cursos bajos e inmediaciones. En la zona sur de Aragón correspondiente a la cuenca del Júcar la densidad de la red de canales y tuberías es mucho menor que la presentada por el Ebro, donde gran parte de este tipo de infraestructuras se concentran a lo largo del río Turia.



Figura 44. Cauces y masas de agua artificiales de Aragón.
Fuente: Elaboración propia a partir de datos de ICEARAGON, 2023

Respecto a las reservas hídricas en forma de nieve, para el periodo histórico de 1981 hasta 2010, las zonas de mayor acumulación se concentran preferentemente en la zona norte del Pirineo, en especial a lo largo de la frontera con Francia. En estos lugares, además, es donde se encuentran los máximos desarrollos de los entornos glaciares en la región.



Figura 45. Reservas hídricas en forma de nieve en el periodo histórico 1981 a 2010 en la comunidad autónoma de Aragón.
Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Observatorio Pirenaico del Cambio Climático, 2023

En cuanto al balance hídrico estacional, en Aragón existen grandes contrastes territoriales y estaciones, como refleja la Figura 46, y solo en invierno se alcanza el superávit. El valor promedio invernal de la región es de 37 mm, donde los datos más altos corresponden a la zona pirenaica (más de 300 mm), mientras que la Depresión del Ebro, los Somontanos y las depresiones intraibéricas muestran déficits superiores a los 50 mm. En verano se alcanzan los valores de déficit hídrico mayores, más de 400 mm de promedio para el conjunto de la región, donde las pérdidas más importantes se localizan en la zona oriental del Valle del Ebro, la depresión del Jiloca y en los tramos medios y bajos de los ríos Gállego y Cinca. Tan solo, las cumbres pirenaicas arrojan un balance positivo, pero, en cualquier caso, de poco más de 50 mm. En primavera y otoño se dan los máximos de precipitación de la región, pero, el balance sigue siendo negativo. El déficit es más acusado en primavera, para la que se estima una media de 150 mm de pérdidas.

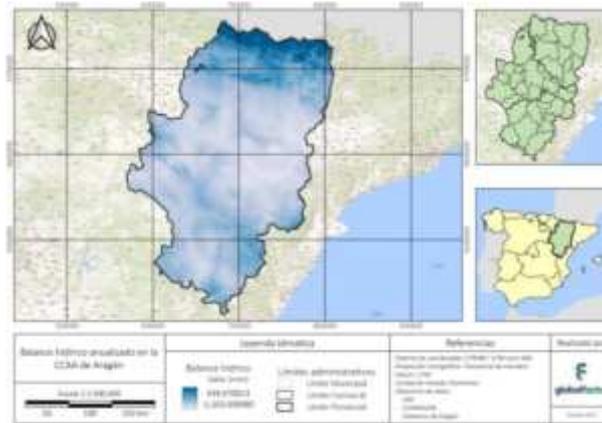


Figura 46. Balance hídrico regional de Aragón.
Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Instituto Geográfico de Aragón, 2023

Así, la exposición climática del sector es desigual en el territorio aragonés. Se concentra a lo largo de los principales cauces fluviales, sobre todo en aquellos que no se encuentran en los Pirineos, destacándose el Valle del Ebro. El norte de Aragón se caracteriza por un régimen de precipitaciones alto, donde el balance hídrico es siempre positivo, lo que resulta en una exposición menor, al igual que ocurre en varias zonas del Sistema Ibérico aragonés.

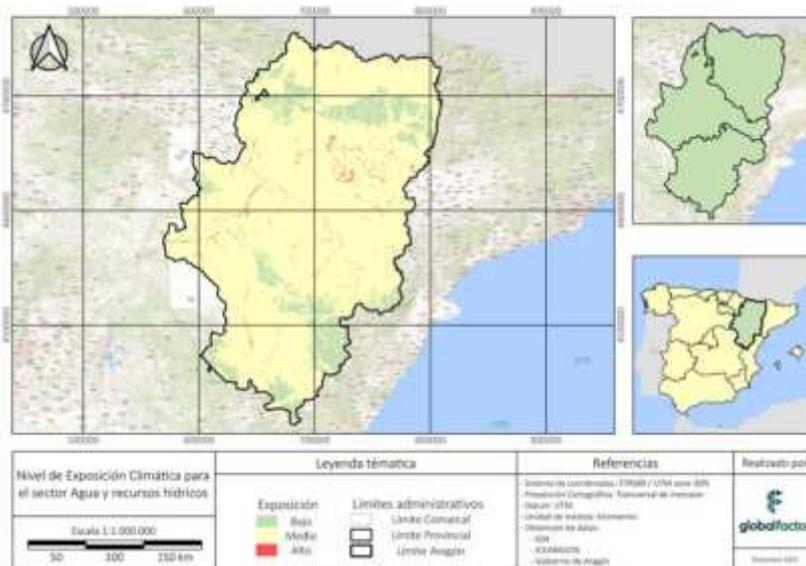


Figura 47. Nivel de exposición climática del agua y los recursos hídricos de Aragón.
Fuente: Elaboración propia a partir de datos del IGN, ICEARAGON y del Gobierno de Aragón

En cuanto a las características del sector que pueden conllevar un aumento de la vulnerabilidad del mismo, y según datos del Instituto Aragonés de Estadística, durante el año 2020 se suministraron a las redes públicas de abastecimiento urbano 144 hm³ de agua, lo que representó un aumento del 3,7% en comparación con 2018. En cuanto al consumo de agua por parte de los hogares, se registró un consumo promedio de 134 litros por habitante/día en 2020, lo que significó un incremento del 3,9%, superando en un punto la media nacional de España. En términos de recursos hídricos disponibles, el 95,4% del volumen captado procedió de aguas superficiales, mientras que el 4,6% tuvo su origen en aguas subterráneas. Según el volumen de agua registrada y distribuida a los usuarios, en Aragón el uso del agua en los hogares y en los consumos municipales es inferior a la media española, mientras que en los sectores económicos es un 8% superior a la media nacional.

Por otro lado, se encuentran diferencias en el territorio en relación al estado de las masas de agua¹⁴, concentrándose las que están en un estado deficiente preferentemente en la margen derecha del Ebro. Se destaca sin embargo el caso de algunos cauces en los Pirineos, los cuales también registran calidades deficientes.



Figura 48. Calidad de las masas de agua de Aragón según las directrices de la DMA. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la Confederación Hidrográfica del Ebro, 2023

A su vez, los niveles de concentración de nitratos en las masas de agua de la región son, generalmente, óptimos tal y como se recoge en la Figura 49. Sin embargo, hay tramos superficiales y acuíferos del norte y del suroeste de la cuenca del Ebro que presentan niveles altos de contaminación por nitratos, principalmente por el uso masivo de fertilizantes nitrogenados en los cultivos y por la mala gestión de los purines en explotaciones ganaderas. Además, los lagos y embalses de Aragón se enfrentan a la amenaza de la eutrofización, un proceso en el cual el agua se vuelve rica en nutrientes de nitrógeno y fósforo orgánicos, lo cual resulta en un crecimiento excesivo de algas y plantas acuáticas, afectando negativamente a la salud de los ecosistemas acuáticos y a la biodiversidad local.

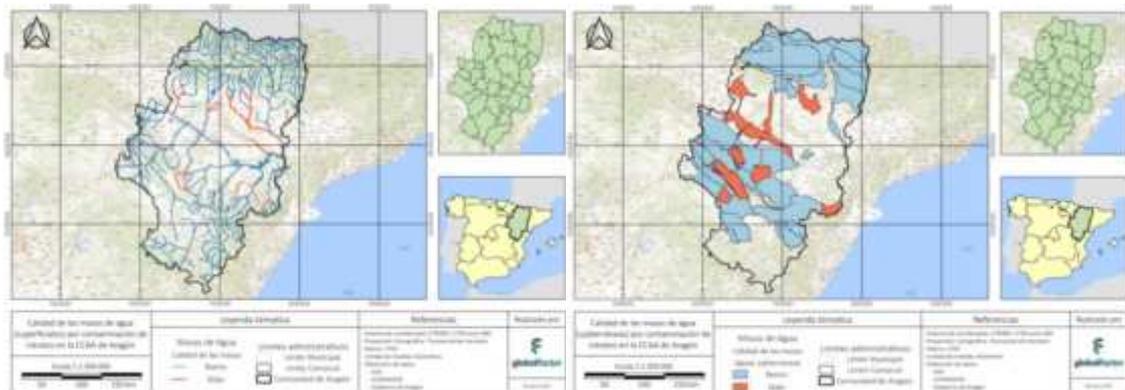


Figura 49. Izquierda: Calidad de las masas de agua superficiales por contaminación por nitratos en Aragón. Derecha: Calidad de las masas de agua subterráneas por contaminación por nitratos en Aragón. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la Confederación Hidrográfica del Ebro, 2019

A su vez, en relación a la escasez del recurso hídrico y el riesgo de sequía al que se ven sometidas las masas de agua en la región, se observa, en cuanto a la primera cuestión mencionada, que generalmente casi todo

¹⁴ El buen estado de las masas de agua aragonesas, tanto superficiales como subterráneas, está determinado según la Directiva Marco del Agua. La cual para ser consideradas como óptimas deben de cumplir una serie de criterios ambientales y químicos. Estos incluyen la presencia y buen estado de la flora y fauna acuáticas, la ausencia de sustancias contaminantes en niveles perjudiciales, y la satisfacción de los parámetros físicos y químicos específicos. Además, se evalúa la cantidad y calidad del agua para asegurar su uso sostenible y la protección de los ecosistemas acuáticos

el territorio se encuentra en niveles normales. Las zonas con niveles altos de escasez se ven limitados a todo el cauce de río Ebro y la margen este del norte de Aragón. En cuanto al riesgo a sequía, las zonas en riesgo por sequía prolongada se encuentran en la margen derecha del Ebro y gran parte del Sistema Ibérico aragonés.

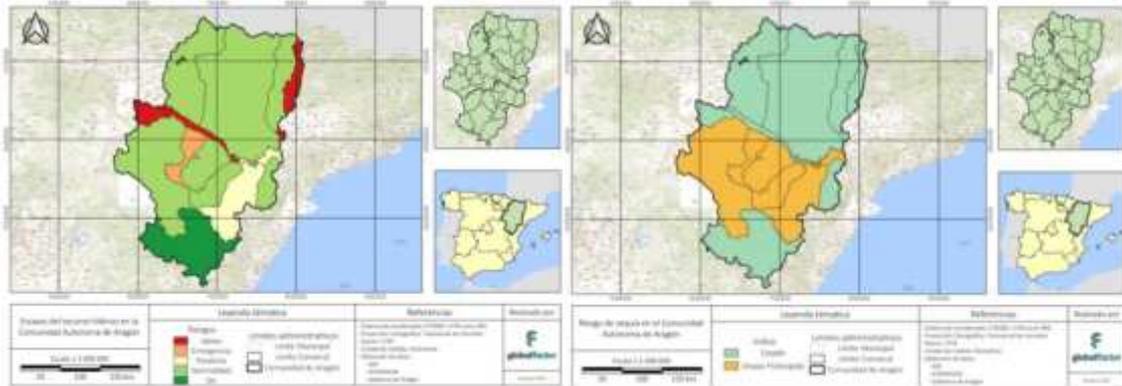


Figura 50. Izquierda: escasez del recurso hídrico en la comunidad autónoma de Aragón. Derecha: riesgo de sequía en las masas de agua de la comunidad autónoma de Aragón.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la Confederación Hidrográfica del Ebro, 2019

Por otro lado, existen en el territorio elementos que pueden mejorar la capacidad de adaptación del sector. Aragón dispone de 191 Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales (EDAR) donde se gestiona más del 90% de la carga contaminante de Aragón, donde las localizaciones de estas están recogidas en la Figura 51. En la provincia de Huesca se localizan 42 de estas estaciones, un 26,4% del total, en la provincia de Teruel 46, 28,9% del total y en la provincia de Zaragoza 71, correspondiendo al 44,7% del total. La red de depuradoras abastece a más de un millón de habitantes y cuenta con una capacidad para asistir la demanda estimada de más de dos millones de usuarios potenciales.

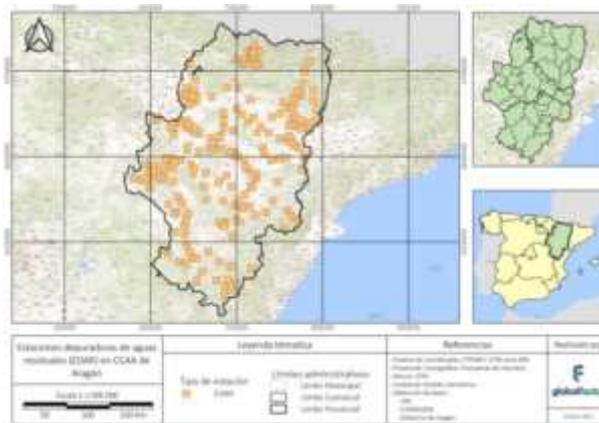


Figura 51. Estaciones depuradoras de aguas residuales de Aragón.

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de ICEARAGON, 2023

En cuanto a la capacidad de almacenamiento de agua, el territorio cuenta con un total de 93 embalses, la mayoría en la cuenca del Ebro, donde las localizaciones de estos están recogidas en la Figura 52. En total, la superficie de agua embalsada de Aragón asciende a 243,78 Km², con una capacidad total de 5.189 Hm³. Especialmente, las zonas del Pirineo y del Prepirineo concentran la mayor parte de los embalses aragoneses, debido en gran parte a las condiciones orográficas. El embalse de Mequinzena es el de mayor envergadura de la región, pero destacan también los embalses de Yesa y el de Ribaraja. Los tres mencionados corresponden al 42% del total de la superficie de agua embalsada y de la capacidad total de acumulación de la misma en la comunidad autónoma. Por su lado, el Sistema Ibérico aragonés cuenta solo con 14 embalses, la mayoría ubicados en el sector oriental de la cordillera, destacándose el de Peña,

Santolea y el de El Arquillo. Donde los datos del agua embalsada de los últimos muestran una tendencia a la baja, donde el volumen que almacenan cada mes de media los embalses de la región va disminuyendo paulatinamente respecto al de su equivalente de los años anteriores. Aunque, la captación de aguas superficiales sigue siendo la principal fuente del recurso hídrico de la región con 2.076.315 m³ disponibles, seguida por las aguas subterráneas con 70.930 m³ y otros recursos hídricos con 2.149 m³¹⁵.



Figura 52. Localización de los embalses de la comunidad autónoma de Aragón.
Fuente: Elaboración propia a partir de datos de ICEARAGON, 20

Además, Aragón cuenta con un total de 227 estaciones de aforo, de las cuales 153 están en ríos, 41 en embalses y 33 en canales. Este tipo de instalaciones son imprescindibles para el control de las avenidas y para gestionar eventos de estiaje, además, cuentan con la tecnología necesaria que permite conocer el estado de las reservas hídricas en tiempo real. De las ubicadas en cauces de ríos, la distribución es bastante regular, atendiendo tanto a los cursos altos de las zonas más montañosas de la margen izquierda del Ebro, como a ríos que, pese a llevar un caudal menor, muestran una elevada torrencialidad, como ocurre con los cauces de la margen derecha del Ebro o los que vierten al Mediterráneo a través de ríos que no se encuentran dentro de la cuenca del Ebro. La red foronómica de embalses se adapta a la mayor presencia de estos, siendo la zona media y alta de la margen izquierda la que presenta un mayor número de estas estaciones que, que suman un total de 41. Mientras que la red foronómica ubicada en canales y acequias, con un total de 33 estaciones de aforo, se ajusta a la ubicación de las zonas de regadío, siendo especialmente abundante en el Bajo Gállego. En la margen derecha el mayor número de estaciones de aforo en canales y acequias se ubica en el sector del bajo Guadalupe, en estrecha relación con los aprovechamientos para cultivo de árboles frutales.

Por último, para Aragón, bajo el marco del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia de España, se ha previsto de un paquete de ayudas de 5.494.284 € para la mejora del abastecimiento y la reducción de pérdidas de agua en los municipios de menos de 20.000 habitantes, a ejecutar entre los años 2022-2025. Las líneas de actuación se centran en el establecimiento de dispositivos de medida y transmisión de datos para el conocimiento de pérdidas de agua en los sistemas de abastecimiento y en la renovación y mejora de las redes de abastecimiento municipales para conseguir la disminución de las pérdidas de agua.

En Aragón, la vulnerabilidad climática del sector varía significativamente a lo largo del territorio, tal y como se ve en la Figura 53. En general, la mayoría de las áreas exhiben niveles bajos o moderados de vulnerabilidad. No obstante, las zonas con vulnerabilidad alta son aquellas con aguas contaminadas por nitratos y las que no cumplen los estándares de calidad de la DMA, especialmente las subterráneas, y que además carecen de depuradoras de aguas superficiales, como ocurre en gran medida en la zona del Sistema Ibérico aragonés. En contraste, regiones como el Pirineo que están libres de contaminación, disponen de una sólida infraestructura de monitoreo y tratamiento de aguas. Aunque el río Ebro generalmente

¹⁵ Encuesta sobre el uso del agua en el sector agrario. Año 2018. Instituto Aragonés de Estadística (16/07/2020) <https://www.aragon.es/-/estadisticas-uso-del-agua#anchor3>

mantiene un buen estado en sus aguas, la extensa práctica agrícola a lo largo de su cuenca ha ocasionado niveles elevados de contaminación en los acuíferos cercanos y a lo largo de su propio cauce, lo que sitúa su vulnerabilidad en un nivel alto. La presencia de vulnerabilidad alta en estas áreas específicas resalta la necesidad imperante de abordar los desafíos climáticos de manera prioritaria.

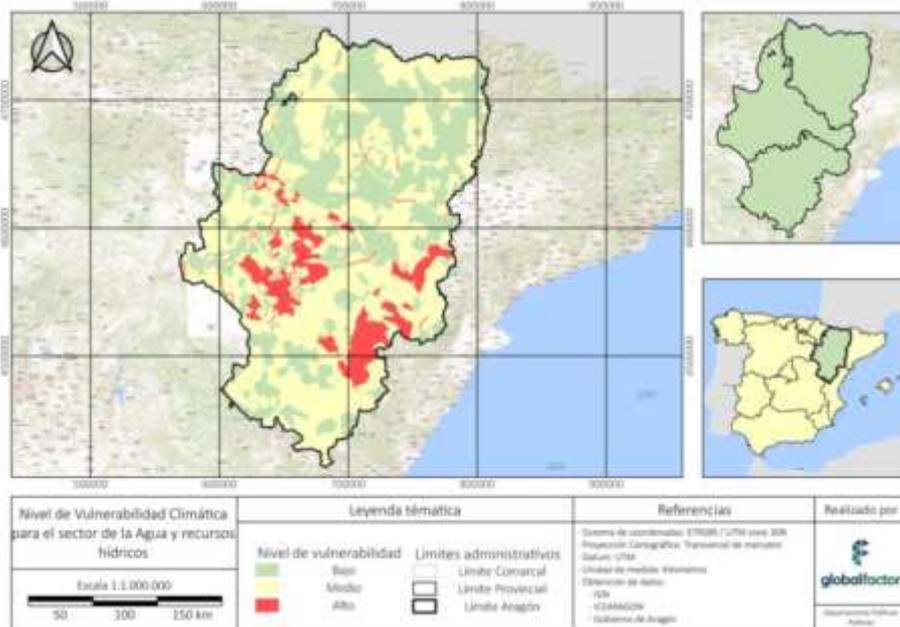


Figura 53. Nivel de Vulnerabilidad climática para sector de Agua y Recursos Hídricos. Fuente: Elaboración propia a partir de datos del IGN, ICEARAGON y del Gobierno de Aragón

En cuanto al riesgo climático del sector, el aumento de las lluvias intensas en las masas de agua de Aragón es en su mayoría muy bajo, salvo en algunas zonas del Pirineo y en reducidos sectores del Sistema Ibérico, en los que el nivel de riesgo pasa a bajo e incluso a medio y alto, sobre todo en la primera zona mencionada. Los niveles de riesgo son mayores en estas zonas porque son las que actualmente registran valores de precipitación más altos en la región y que, pueden verse impactadas en mayor medida por eventos de inundación.

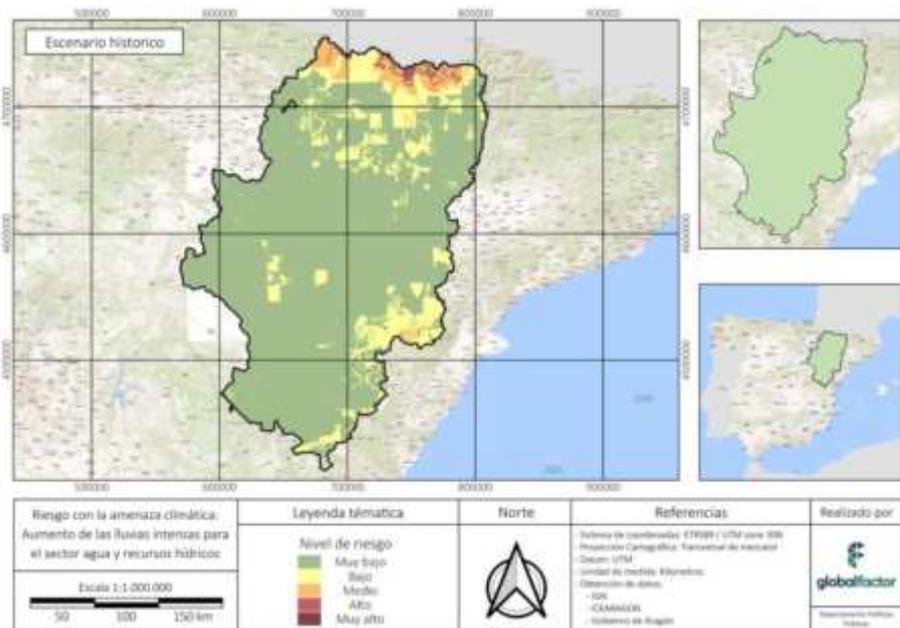


Figura 54. Riesgo climático histórico del sector agua y recursos hídricos al aumento de lluvias intensas en Aragón. Fuente: Elaboración propia a partir de datos del IGN, ICEARAGON y del Gobierno de Aragón

En cuanto al riesgo futuro a esta amenaza, las proyecciones climáticas no muestran una evolución clara en el tiempo. Se espera que el riesgo pueda aumentar especialmente en el noreste de la región. Para el escenario climático RCP 8.5, las zonas para las que aumenta el nivel de riesgo tienen un área de influencia un poco mayor.

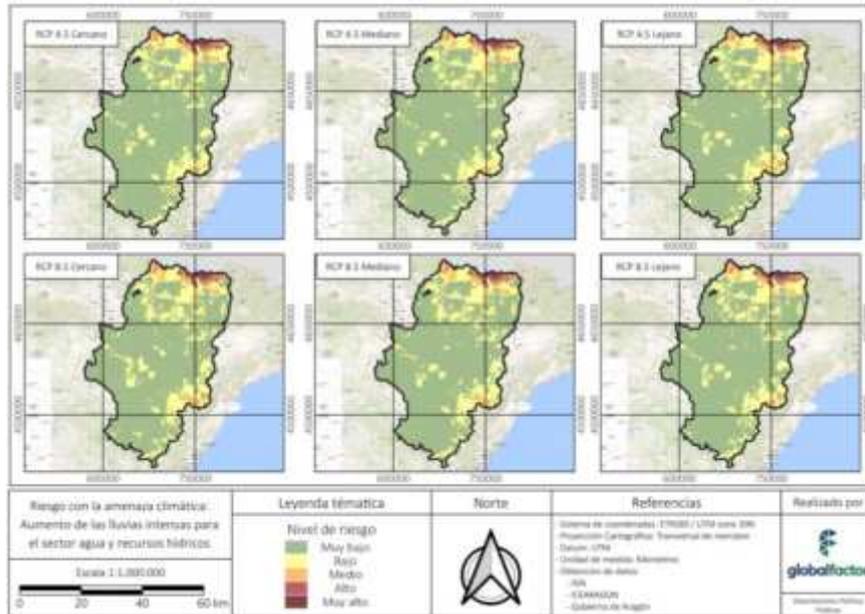


Figura 55. Riesgo climático para los escenarios climáticos RCP 4.5 y RCP 8.5 a corto, medio y largo plazo del sector agua y recursos hídricos al aumento de lluvias intensas en Aragón.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del IGN, ICEARAGON y del Gobierno de Aragón

En cuanto al riesgo por el aumento de temperaturas y olas de calor, la mayoría de los cursos fluviales en la región exhiben un riesgo bajo, salvo algunos tramos y puntos del Ebro, así como varios de sus afluentes como el Cinca, y en ciertos segmentos de los ríos Jalón, Huerva y Martín, en los cuales se alcanzan niveles de riesgo medio. Además, en el Prepirineo aragonés, las masas de aguas subterráneas también muestran un riesgo medio debido al aumento de temperaturas. Cabe señalar que todas estas áreas mencionadas enfrentan problemas de contaminación por nitratos y de mal estado según las directrices de la DMA, motivos por los cuales podrían presentar estos mayores niveles de riesgo.

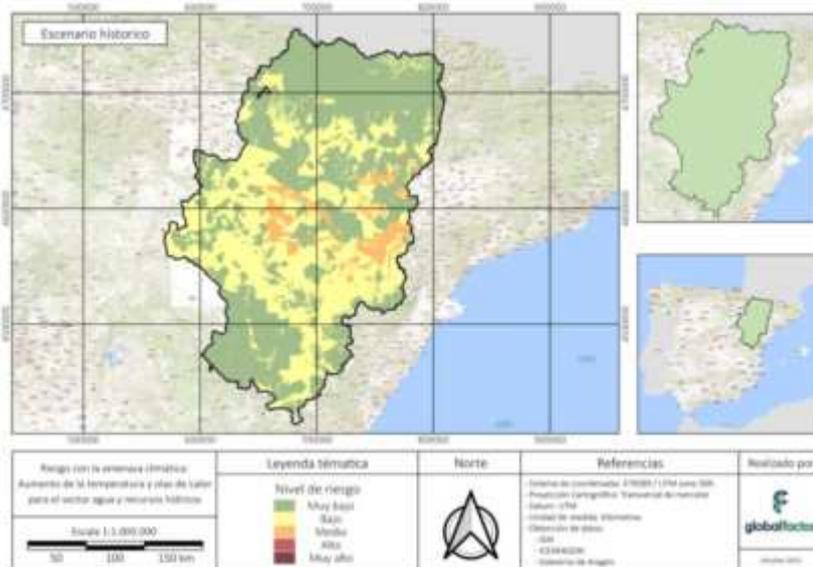


Figura 56. Riesgo climático histórico del sector agua y recursos hídricos al aumento de temperaturas y de las olas de calor en Aragón.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del IGN, ICEARAGON y del Gobierno de Aragón

En cuanto al riesgo futuro, se espera que este aumente de forma generalizada. Para el escenario RCP 4.5, los niveles de riesgo se expandirían por gran parte del Valle del Ebro. Para el escenario RCP 8.5, el aumento del riesgo sería más pronunciado, llegando a mostrar niveles de riesgo alto y muy alto en el largo plazo, apareciendo núcleos importantes de riesgo elevado en la mitad inferior de la región, debidos a variaciones en las tasas de evapotranspiración y a la propagación de contaminantes del nitrógeno.

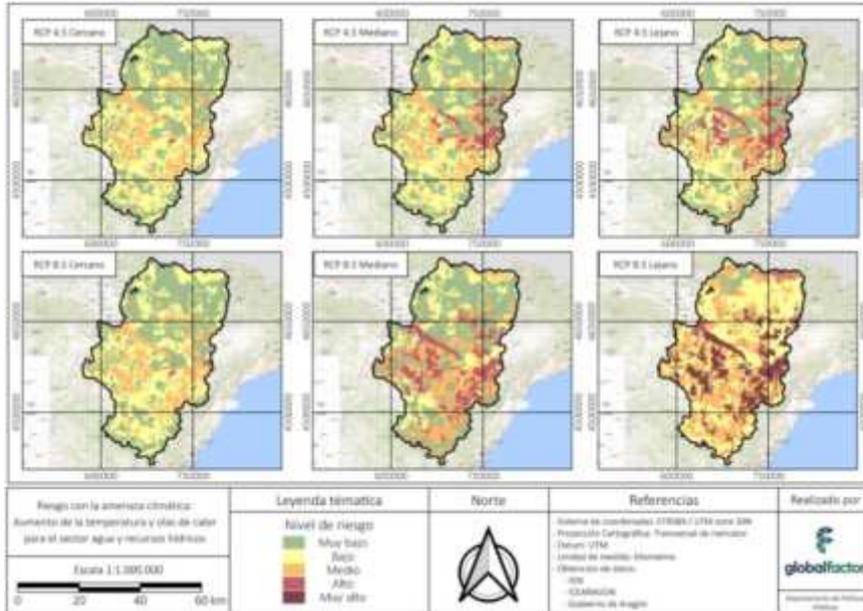


Figura 57. Riesgo climático para los escenarios climáticos RCP 4.5 y RCP 8.5 a corto, medio y largo plazo del sector agua y recursos hídricos al aumento de temperaturas y de las olas de calor en Aragón.
Fuente: Elaboración propia a partir de datos del IGN, ICEARAGON y del Gobierno de Aragón

Respecto al riesgo por sequías, se registran niveles históricos elevados en diversas zonas, destacándose el curso del Ebro a su paso por Aragón y algunos afluentes del mismo de la margen derecha, así como en zonas del Prepirineo, al igual que ocurre con algunos ríos de las cuencas del Tajo y del Júcar a ambos lados del Sistema Ibérico. Muchas zonas que presentan un nivel de riesgo medio – alto se corresponden a lugares con problemas de contaminación de nitratos, tanto en las masas de agua superficiales como en las subterráneas, que ante episodios largos de sequía se podrían ver fuertemente afectadas.

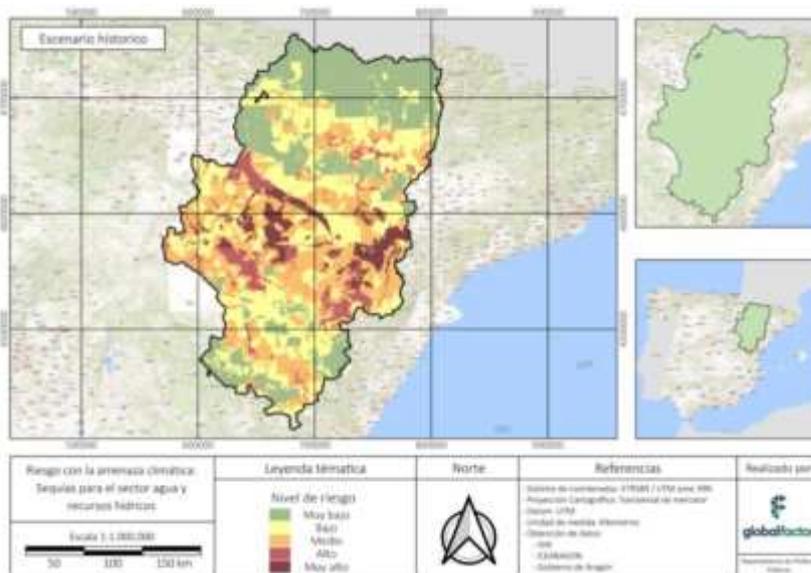


Figura 58. Riesgo climático histórico del sector agua y recursos hídricos a las sequías en Aragón.
Fuente: Elaboración propia a partir de datos del IGN, ICEARAGON y del Gobierno de Aragón

En cuanto al riesgo futuro, las proyecciones climáticas RCP 4.5 y 8.5 auguran una extensión de las zonas de riesgo medio y alto. Los cursos fluviales de la región presentarían un nivel de riesgo más alto, salvo los de la zona de los Pirineos, provocado por la menor tasa de precipitación y la consecuente indisponibilidad del recurso, sobre todo en la margen derecha del Ebro y por su propio curso fluvial se incrementarían considerablemente los puntos sometidos a niveles de riesgo alto, también por el aumento de los problemas con contaminantes y el descenso general de la calidad de las masas de agua.

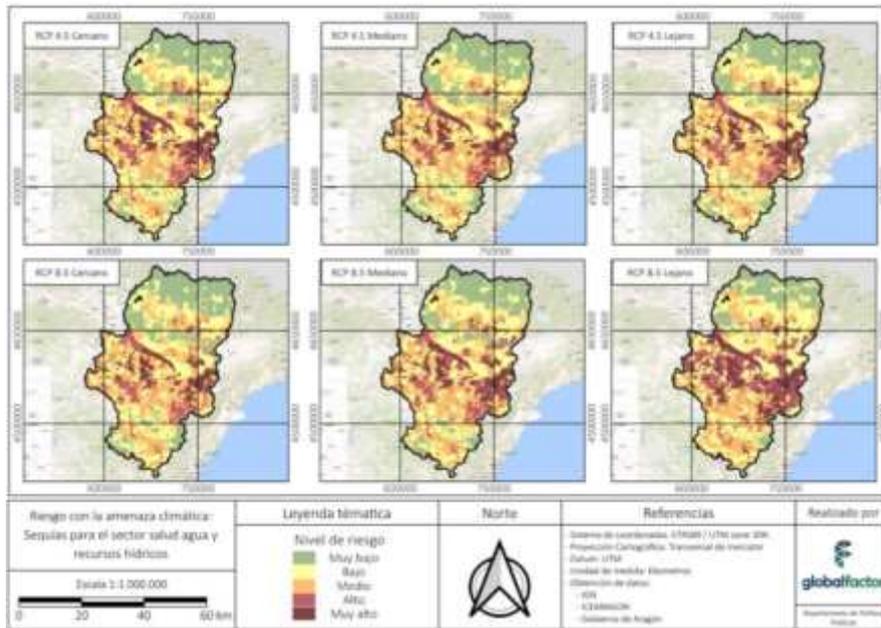


Figura 59. Riesgo climático para los escenarios climáticos RCP 4.5 y RCP 8.5 a corto, medio y largo plazo del sector agua y recursos hídricos a las sequías en Aragón.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del IGN, ICEARAGON y del Gobierno de Aragón

Por último, el riesgo a incendios sobre el sector Agua y Recursos Hídricos es en general bajo, aunque, hay tramos de algunos afluentes de la margen derecha del Ebro y de la cuenca del Júcar que presentan niveles de riesgo más elevados. Destacan el tramo final del Ebro aragonés, y las zonas de cabecera de los ríos que nacen de la Sierra de Gúdar debido a que presentan problemas de contaminación por nitratos.

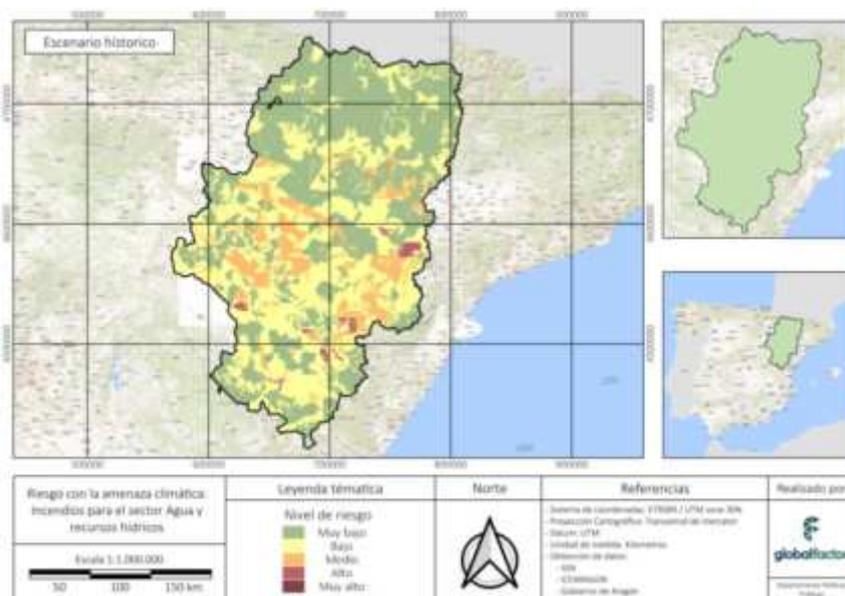


Figura 60. Riesgo climático histórico del sector agua y recursos hídricos a incendios en Aragón.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del IGN, ICEARAGON y del Gobierno de Aragón

Las proyecciones climáticas RCP 4.5 y 8.5 auguran una expansión de los niveles de riesgo por toda la región, sobre todo en la margen derecha del Valle del Ebro. Este hecho se intensificaría para el escenario RCP 8.5, en la que la mitad inferior de la región y algunos tramos de este han desarrollado importantes zonas de riesgo alto.

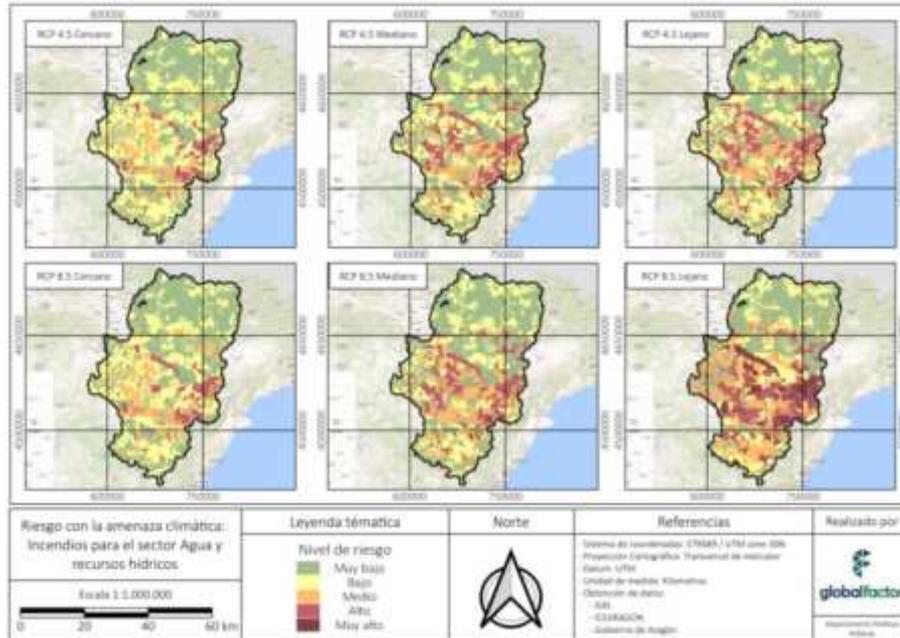


Figura 61. Riesgo climático para los escenarios climáticos RCP 4.5 y RCP 8.5 a corto, medio y largo plazo del sector agua y recursos hídricos a incendios en Aragón.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del IGN, ICEARAGON y del Gobierno de Aragón

Patrimonio natural, biodiversidad y áreas protegidas

El patrimonio natural, la biodiversidad y las áreas protegidas son elementos fundamentales para el bienestar humano y la salud, al proporcionar una amplia gama de servicios ecosistémicos vitales, como el suministro de agua limpia, el aire puro, polinización para la agricultura, regulación del clima y protección contra desastres naturales. Estos recursos naturales se encuentran amenazados por diversos factores, incluida la pérdida de hábitats, la contaminación, la sobreexplotación de recursos y el cambio climático. Lo que a su vez afecta a la capacidad de resiliencia de estos entornos, exponiéndolos a posibles nuevas condiciones climáticas y sus efectos adversos derivados.

Los impactos derivados provocados por el cambio climático en este tipo de espacios pueden variar para cada ecosistema y la situación geográfica de estos. Cambios en los patrones de precipitación, y mayores episodios de sequía, pueden provocar una disminución en la disponibilidad de agua, lo que afecta a la salud general de los ecosistemas tanto acuáticos como terrestres. La escasez de agua a su vez puede provocar la pérdida de humedales y la reducción de la vegetación.

Además, los glaciares y ecosistemas de alta montaña son particularmente vulnerables al calentamiento global y a las olas de calor. El deshielo acelerado de los glaciares puede afectar al suministro de agua en la región y alterar los ecosistemas de la zona pirenaica de Aragón. Estos eventos pueden a su vez tener importantes implicaciones en especies adecuadas al clima actual, que podrían no ser capaces de adaptarse a las nuevas condiciones, implicando la destrucción de ecosistemas existentes en la actualidad.

Los incendios pueden a su vez implicar la destrucción de amplias zonas naturales, alterando ciclos naturales y los procesos ecológicos, y afectando a la estructura de los ecosistemas y a su capacidad de regulación.

De igual forma que la escasez de agua puede deteriorar la salud de los ecosistemas, el exceso de ella en un breve periodo de tiempo ya sea en forma de lluvias intensas o en inundaciones, puede provocar la erosión de los suelos, la pérdida de hábitats y cambios en las poblaciones de plantas y animales.

Así, las especies de flora y fauna que son endémicas o se encuentran en peligro de extinción son altamente susceptibles a las amenazas climáticas. La pérdida de hábitats y los cambios en las condiciones ambientales pueden disminuir sus poblaciones y aumentar su riesgo de desaparición, lo cual se ve potenciado por la entrada de especies invasoras con mayor capacidad de adaptación a las nuevas condiciones climáticas. A su vez, algunos ecosistemas y especies muestran una baja capacidad de adaptación ante los cambios rápidos del clima. Esto los hace especialmente sensibles a las amenazas climáticas, lo que puede conllevar nuevamente la disminución o extinción de especies y la pérdida de ecosistemas únicos. Complementariamente, aquellas comunidades con una alta dependencia de los recursos naturales, sobre todo asociados al turismo son especialmente vulnerables.

Por otro lado, existen distintas iniciativas o actuaciones que pueden mejorar la resiliencia del sector. Por un lado, la implementación de planes de gestión adaptativa para áreas protegidas y ecosistemas naturales permite abordar los impactos del cambio climático. Estos planes deben incluir estrategias para preservar la biodiversidad, restaurar hábitats degradados y reducir las amenazas adicionales. Además, el monitoreo periódico de la biodiversidad y de los ecosistemas es esencial para comprender los cambios en la distribución de especies y la salud de los hábitats. Esto proporciona información valiosa para la toma de decisiones basadas en datos reales y precisos y para la planificación de acciones de conservación. Así pues, la restauración de ecosistemas degradados puede mejorar la capacidad de adaptación de los ecosistemas al cambio climático. La reforestación, la restauración de humedales y la mejora de la conectividad entre áreas protegidas pueden aumentar la resiliencia de la biodiversidad y de los hábitats.

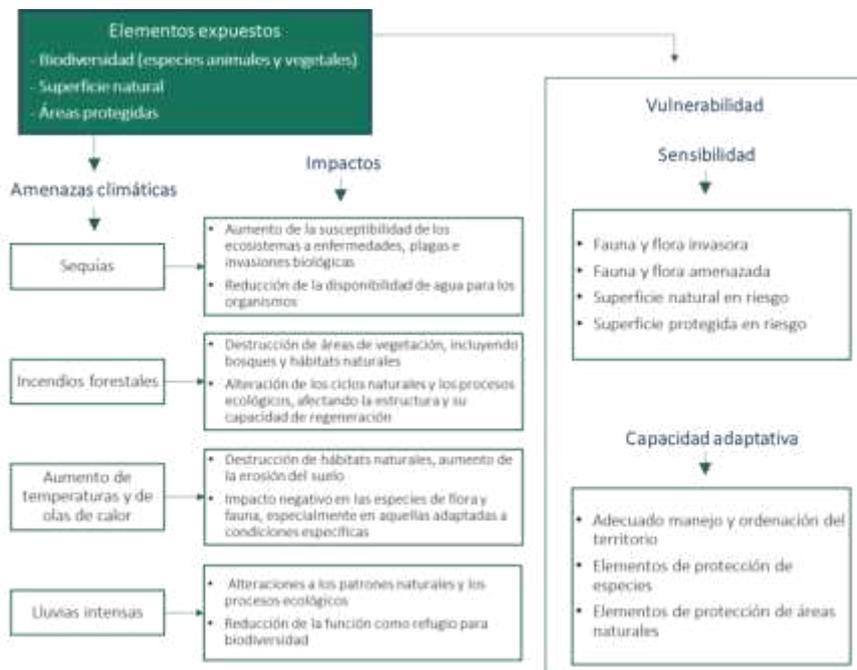


Figura 62. Cadena de impacto para el sector patrimonio natural, biodiversidad y áreas protegidas en Aragón. Fuente: Elaboración propia

El cambio de los ciclos estacionales, un fenómeno observado a nivel mundial también es patente en Aragón, donde los inviernos son cada vez más suaves y los veranos más cálidos. Estos cambios están afectando de manera significativa a los ecosistemas locales, lo que obliga a las plantas y a los animales a adaptarse a las nuevas condiciones. En cuanto a la exposición del sector, la superficie natural de Aragón se divide en humedales y glaciares y ambientes de alta montaña. Por otra parte, se comprenden las áreas protegidas,

es decir, el conjunto de los Espacios Naturales Protegidos y las Zonas de Especial Conservación (ZECs) y las Zonas de Especial Protección para las Aves (ZEPAS), recogidas todas en la Red Natura 2000.

Además, dentro de la región también se han reconocido zonas especiales, llamadas hábitats de interés comunitario, las cuales se corresponden a áreas naturales y seminaturales, terrestres o acuáticas que se encuentran en territorio de alguno de los estados miembros de la Unión Europea. Las cuales en Aragón se distribuyen en gran parte del territorio regional.



Figura 63. Distribución de los hábitats de interés comunitario de Aragón.
Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, 2023

Por otro lado, Aragón cuenta con 369 humedales, de los cuales el 78% de estos se encuentran en la provincia de Huesca, mientras que las provincias de Zaragoza y Teruel albergan el 17,6 y el 4,4% del total respectivamente. Cuatro humedales de esta región están incluidos en la lista Ramsar: la laguna de Gallocanta, los Tremedales de Orihuela, las saladas de Sástago-Bujaraloz y el complejo lagunar de las saladas de Chiprana.

El Pirineo aragonés ocupa la zona norte de la región, abarcando casi el 10% del total de su superficie. En estas zonas de alta montaña se diferencian paisajes de pastos y roca desnuda de origen metamórfico y paisajes de roquedos y coníferas, principalmente. En las zonas que superan los 3.000 m de altitud se pueden encontrar glaciares de alta montaña, los cuales están experimentando en las últimas décadas fuertes retrocesos, ya que en la actualidad se estima que existen 400 hectáreas¹⁶ de hielo frente a las 1.500 del año 1894. Dichas masas de hielo se diferencian en 9 glaciares distribuidos a lo largo del Pirineo aragonés.



Figura 64. Zona de glaciares y de alta montaña de Aragón.
Fuente: Elaboración propia a partir de datos de ICEARAGON, 2023

¹⁶ Memoria de Gestión de Monumentos Naturales de los Glaciares Pirenaicos (2021). Gobierno de Aragón.
<https://www.aragon.es/documents/20127/95060794/MEMORIA-GESTION-GLACIARES-2021.pdf/02178f08-2d8d-7bdf-d2d4-5bf8e599cab6?t=1686898817427>

En la región se han delimitado áreas amparadas por planes de conservación de los hábitats de ciertas especies autóctonas a las que se les atribuye un valor especial, a la vez que existen zonas en las que se han aplicado planes de recuperación de especies. Estos lugares se encuentran principalmente por los Pirineos y el Valle del Ebro. Los proyectos están establecidos por decretos del Gobierno de Aragón, donde a fecha del año 2023, una de las últimas incorporaciones es la conservación de los hábitats del Cangrejo de Río Ibérico. Otras especies amparadas son, por ejemplo, el quebrantahuesos desde el 2003 y el Urogallo desde 2015.



Figura 65. Áreas que cuentan con figuras de protección de especies en la comunidad autónoma de Aragón.
Fuente: Elaboración propia a partir de datos de ICEARAGON, 2023

En cuanto a los espacios naturales protegidos, en Aragón hay un total de 18, entre los que se encuentran varios parques nacionales, como el de Ordesa y Monte Perdido, parques naturales, como el del Moncayo, reservas naturales dirigidas como la de los Sotos y Galachos del Ebro, monumentos naturales como el de las Grutas de Cristal de Molinos, y paisajes protegidos como puede ser el de los Pinares de Rodeno. En total, la extensión de este tipo de espacios es de aproximadamente 167.467,95 hectáreas, abarcando un 3,51% de la comunidad autónoma, encontrándose especialmente concentrados en las zonas de montaña del Pirineo.



Figura 66. Localización de los Espacios Naturales Protegidos de Aragón.
Fuente: Elaboración propia a partir de datos de ICEARAGON, 2023

Las Zonas de Especial Protección para las Aves de Aragón, las cuales engloban a lugares de valor natural intrínseco por la presencia de aves raras, amenazadas o de mayor interés para el conjunto comunitario, se encuentran distribuidas por todo el territorio. Esta región cuenta con 49 áreas ZEPA, con una extensión total de 870.100 hectáreas. Mientras que las Zonas de Especial Conservación, según la Directiva comunitaria 92/43/CEE, son aquellas zonas en las que concurren algunos de los hábitats naturales, flora y

fauna silvestre de interés. En Aragón, hay establecidas un total de 156 áreas de este último tipo, que consisten en ambientes de turbera, estepa, hayedos, bosques de pino negro, roquedos de alta montaña, humedales y pastizales bien conservados, constituyendo un conjunto de 10.473 Km² que se solapa algunas veces con las superficies ZEPA. Juntas, las ZEPAS y las ZECs conforman los espacios de la Red Natura 2000. En la Comunidad Autónoma de Aragón, por lo tanto, se han establecido 1.361.200 hectáreas de espacios protegidos, suponiendo el 28,5% del total de la región, concentradas en especial en la zona del Pirineo, el



Valle del Ebro y el sur de Teruel como se ve en la

Figura 67.

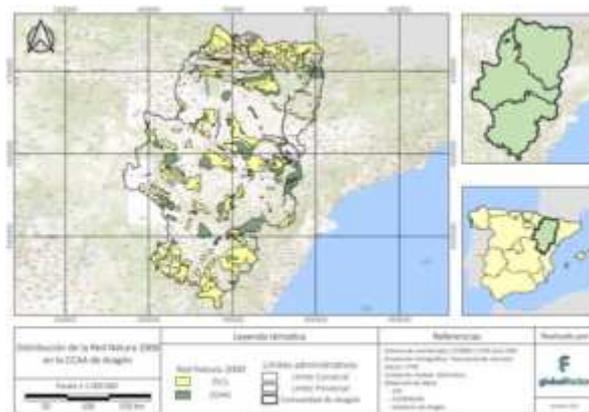


Figura 67. Extensión Red Natura 2000 en Aragón conformada por las ZEPAS y las ZECs. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de ICEARAGON, 2023

Así, respecto a la exposición climática del sector, como queda recogido en la Figura 68, destacan por presentar niveles altos gran parte del Pirineo aragonés y algunos enclaves del Valle del Ebro, de la Sierra del Moncayo y del Sistema Ibérico. Este hecho se debe a que estas zonas están incluidas en zonas protegidas o salvaguardadas por algún tipo de plan de recuperación o similar, como son los espacios de la Red Natura 2000, o porque poseen un valor natural y ecosistemático importante, como son las zonas de humedales.

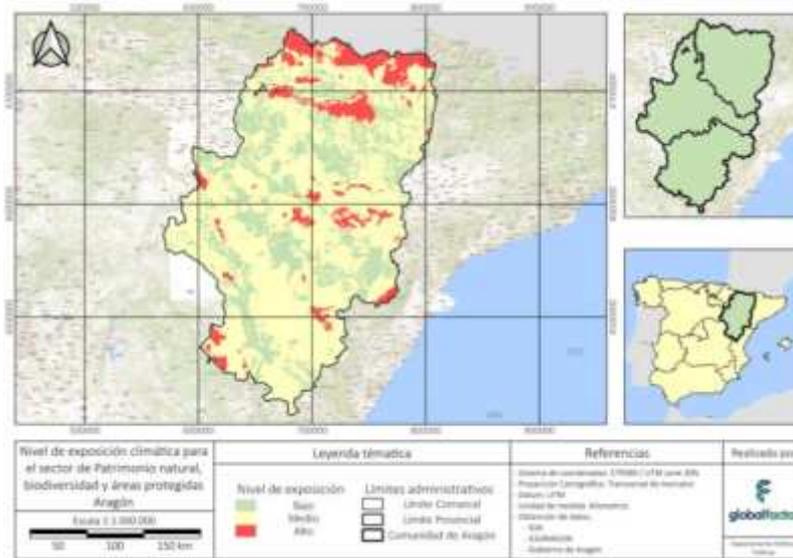
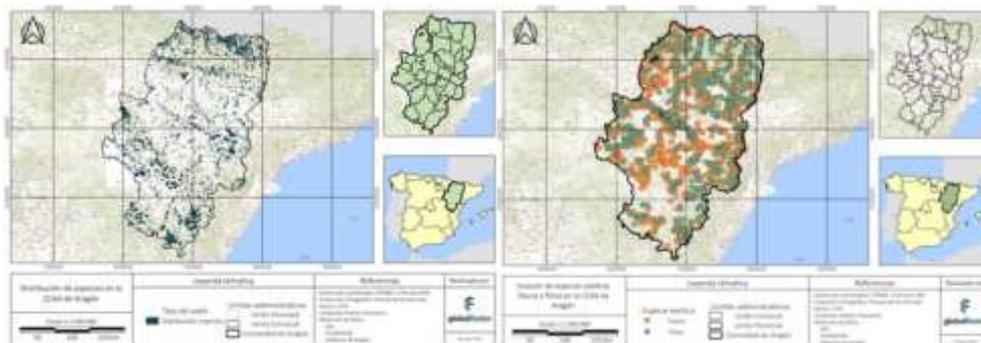


Figura 68. Nivel de exposición climática del Patrimonio natural, la biodiversidad y las áreas protegidas de Aragón.
Fuente: Elaboración propia a partir de datos del IGN, ICEARAGON y del Gobierno de Aragón

En cuanto a las características y aspectos que aumentan la vulnerabilidad de los espacios protegidos de la comunidad, una de las principales preocupaciones en entornos naturales es la existencia en la comunidad de especies en peligro de extinción. Actualmente, en Aragón se encuentran en peligro de extinción 45 especies de flora y fauna, 97 se han clasificado como vulnerables y 216 se han incluido en el Listado Aragonés de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial¹⁷. Dichas especies no se encuentran heterogéneamente distribuidas en el territorio. Como se aprecia en la Figura 69 izquierda, se concentran principalmente en la zona del Pirineo, a lo largo del valle del Ebro en sus dos márgenes, en el Sistema Ibérico aragonés y al sur de Teruel, principalmente.

En cuanto a la flora invasora presente en esta región se distinguen 3 tipos según su distribución geográfica: en el Valle del Ebro son comunes aquellas especies capaces de adaptarse con facilidad a los ambientes de ribera de esta zona y a las áreas cálidas libres de heladas del Bajo Aragón, en la zona del Pirineo se encuentran plantas invasoras provenientes de montañas tropicales y subtropicales, preferentemente del Himalaya y de otras cadenas próximas a estas, mientras que el rigor climático del Sistemas Ibérico aragonés, regido por fuertes heladas y sequías, hace que esta área sea la que tiene la menor densidad de plantas exóticas invasoras de toda la región. Sin embargo, Aragón no es, en comparación con otras comunidades autónomas, un territorio proclive a la llegada de fauna invasora. Esto se debe a la falta de insularidad, de la lejanía del mar y a una densidad de población baja. Las zonas más afectadas tal y como se ha representado en la Figura 69 derecha son los ecosistemas fluviales y lacustres, sobre todo las zonas cálidas del Bajo Aragón.



¹⁷ Catálogo de especies amenazadas de Aragón. <https://www.aragon.es/-/catalogo-de-especies-amenazadas-en-aragon>

Figura 69. Izquierda: Localización de los hábitats de especies amenazadas de Aragón. Derecha: Zonas de Aragón invadidas por especies exóticas.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del catálogo de especies amenazadas y de INVASARA. Gobierno de Aragón, 2023

Es importante en la protección de la biodiversidad y de los ecosistemas la lucha contra los incendios, para lo cual es necesario el buen conocimiento de las zonas susceptibles a sufrirlos. Así pues, las áreas en mayor peligro se concentran en la zona oriental del Prepirineo aragonés y al norte del Sistema Ibérico, por lo que son estas sobre las que se tienen que mostrar especial precaución, para que los incendios no se propaguen hacia espacios naturales protegidos y acaben afectando al patrimonio natural y biológico que albergan.

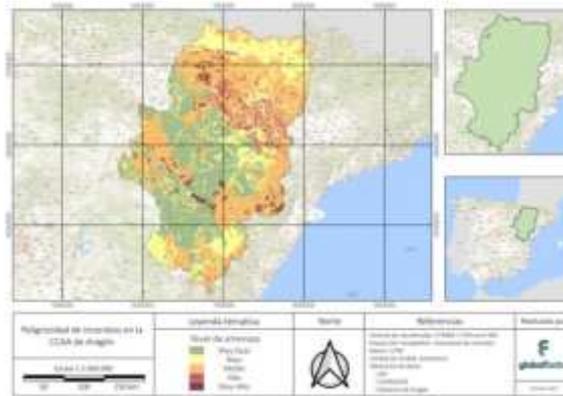


Figura 70. Zonas de Aragón con peligrosidad de incendios.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de INVASARA, 2023

Por otro lado, la mayoría de las zonas de la Red Natura 2000 aragonesa, entre las que se incluyen los Espacios Naturales Protegidos, se encuentran en peligro de erosión. Solo los entornos protegidos de la zona central del Valle del Ebro y algunos enclaves de los Pirineos y del Sistema Ibérico no sufren dicho riesgo, siendo los materiales de la depresión del Ebro los que muestran mayor resistencia.



Figura 71. Izquierda: Zonas de la Red Natura 2000 aragonesa en riesgo de erosión. Derecha: Espacios Naturales Protegidos de Aragón en riesgo de erosión.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de ICEARAGON, 2023

Respecto a la superficie de Red Natura 2000, gran parte de estos entornos están amenazados por el riesgo a incendios, al igual que la superficie natural protegida, destacándose la zona central del Pirineo y el suroeste de la provincia de Teruel.



Figura 72. Izquierda: Zonas de la Red Natura 2000 de Aragón con ocurrencia de incendios. Derecha: Espacios Naturales Protegidos de Aragón con ocurrencia de incendios.

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del Gobierno de Aragón de 2022 y de ICEARAGON de 2023

Por otra parte, los Espacios Naturales Protegidos más afectados por las inundaciones son aquellos que se encuentran en las inmediaciones del río Ebro a su paso por Zaragoza y las de la zona norte del Pirineo aragonés. Si se amplía el estudio del riesgo por inundaciones y avenidas a toda la Red Natura 2000 de la región, aquellas zonas más perjudicadas son, nuevamente, la zona central del Valle del Ebro, los principales afluentes de este y, el sector norte pirenaico.



Figura 73. Izquierda: Zonas de la Red Natura 2000 aragonesa en riesgo de inundación. Derecha: Zonas de los Espacios Naturales Protegidos de Aragón en riesgo de inundación.

Fuente: Elaboración propia con datos de ICEARAGON, 2023

Para paliar todos los posibles efectos adversos que el cambio climático puede tener en el territorio, el Gobierno de Aragón cuenta con herramientas que aumentan la capacidad de adaptación del sector. Por un lado, la creación de instrumentos de carácter jurídico para la planificación y gestión eficiente de los Espacios Naturales Protegidos, conocidos como Planes de Ordenación de los Recursos Naturales (PORN), ayuda a definir y señalar el estado de la conservación de los recursos y ecosistemas de la región, con el fin de implementar medidas de conservación, de restauración y de mejora de los recursos naturales que lo precisen. En este contexto, se han implementado preferentemente en algunos enclaves del Pirineo y en el sector occidental del Valle del Ebro aragonés. Este tipo de instrumentos, sin embargo, no se encuentran implementados en la misma medida en la zona sur de la provincia de Zaragoza y en la de Teruel. Es importante destacar, sin embargo, que todos los espacios comprendidos en la Red Natura 2000 están definidos y amparados por los planes básicos de gestión y conservación del Decreto 13/2021 del 25 de enero del Gobierno de Aragón, por lo que a lo largo de todo el territorio regional existen medidas de conservación y de regulación de los entornos naturales.



Figura 74. Izquierda: Espacios Naturales Protegidos amparados por Planes de Ordenación de los Recursos Naturales (PORN). Fuentes: Elaboración propia a partir de datos del Gobierno de Aragón y de ICEARAGON, 2023

A su vez, a lo largo del territorio, en aquellas zonas con riesgo alto de incendios, el gobierno autonómico ha instaurado una serie de medios de prevención y extinción de este tipo de eventos. Los efectivos comprendidos se dividen en instalaciones e infraestructuras, en los sistemas de vigilancia y de detección de incendios (redes de vigilancia de puestos fijos y las redes de comunicaciones), el personal humano, los medios terrestres (vehículos contra incendios, vehículos de mando y coordinación, vehículos de transporte de personal y de transporte sanitario), maquinaria pesada y medios aéreos, entre los que se encuentran aviones de extinción, de comunicaciones y de observación y helicópteros. Las bases se concentran principalmente en la zona norte de la región, en los márgenes del Ebro y al sur de la provincia de Teruel.



Figura 75. Localización de los medios de prevención y extinción de incendios forestales en el territorio aragonés. Fuente: Elaboración propia con datos del Departamento de Agricultura, Ganadería y Medio Ambiente del Gobierno de Aragón, 2018

Así, se puede observar que la vulnerabilidad del sector es alta en una parte importante del territorio, concentrándose en el centro de la región, el sector noreste de los Pirineos y el sur de la provincia de Teruel, la cuales se corresponden a espacios con problemas de especies invasoras y en riesgo de desastres naturales. Además, algunas zonas de la margen derecha del Ebro no tienen tan extendidos los medios de protección contra incendios.

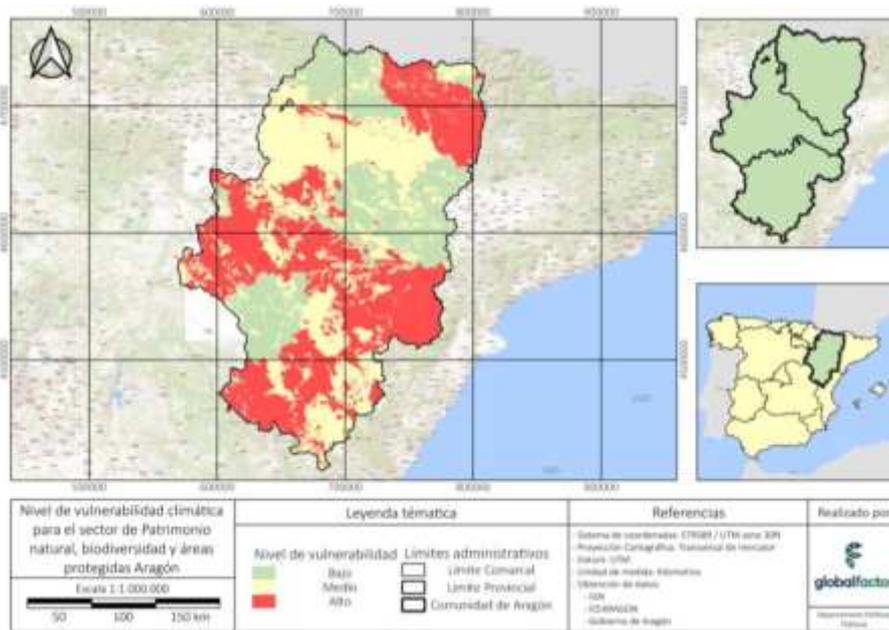


Figura 76. Nivel de vulnerabilidad climática del Patrimonio natural, la biodiversidad y las áreas protegidas de Aragón.
Fuente: Elaboración propia a partir de datos del IGN, ICEARAGON y del Gobierno de Aragón

En cuanto al riesgo por el aumento de las lluvias intensas al que se ve expuesto este sector en la comunidad autónoma de Aragón, este es en general bajo, puesto que en la mayoría de la región no llueve en abundancia, salvo en el Pirineo y en algunas zonas del Sistema Ibérico. Así pues, la zona del norte regional es la que presenta un mayor nivel de riesgo, llegando a ser muy alto en la comarca de Sobrarbe, donde un aumento desmedido de las precipitaciones podría derivar en la alteración de los patrones naturales y de los procesos ecológicos, así como en una pérdida de la funcionalidad de los hábitats.

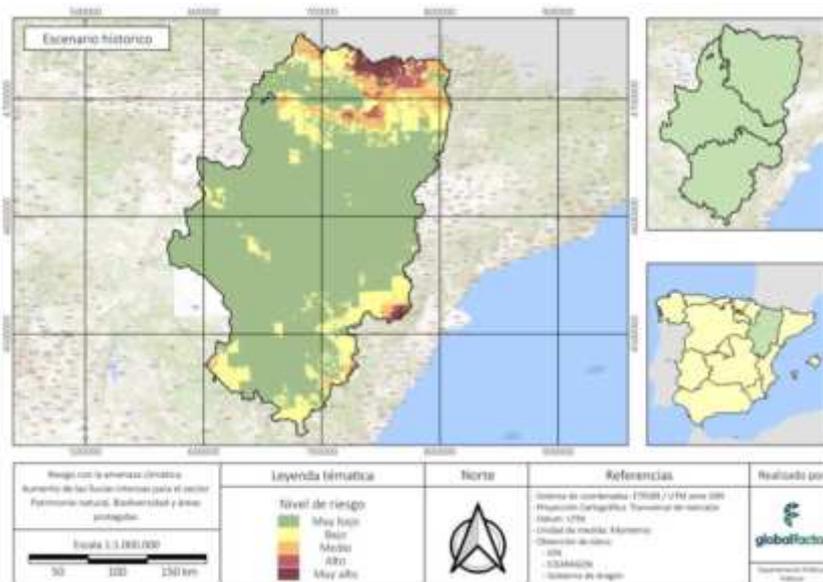


Figura 77. Riesgo climático histórico de sector Patrimonio natural, biodiversidad y áreas protegidas al aumento de las lluvias intensas en Aragón.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del IGN, ICEARAGON y del Gobierno de Aragón

Atendiendo a las proyecciones climáticas para los escenarios RCP 4.5 y 8.5, no se prevé un aumento considerable del riesgo en los espacios naturales y protegidos a esta amenaza, manteniéndose, en general, bajo. Se denota un incremento de las zonas sometidas a niveles de riesgo más altos en los Pirineos.

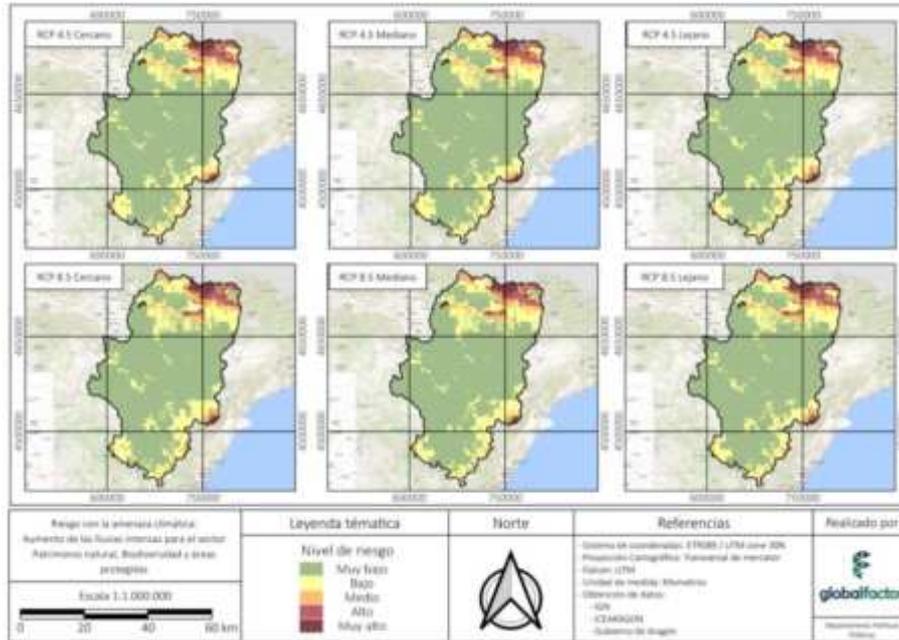


Figura 78. Riesgo climático para los escenarios climáticos RCP 4.5 y RCP 8.5 a corto, medio y largo plazo del sector Patrimonio natural, biodiversidad y áreas protegidas al aumento de las lluvias intensas en Aragón. Fuente: Elaboración propia a partir de datos del IGN, ICEARAGON y del Gobierno de Aragón

En general, el riesgo al que está sometido este sector por temperaturas elevadas y por la afluencia de olas de calor es bastante bajo. Se resalta el centro de la región, sobre todo los espacios protegidos del Valle del Ebro, y otros enclaves de la Sierra del Moncayo y del Sistema Ibérico. Algunas de estas zonas que presentan un mayor nivel de riesgo no están salvaguardadas por figuras de protección de especies y contra incendios.

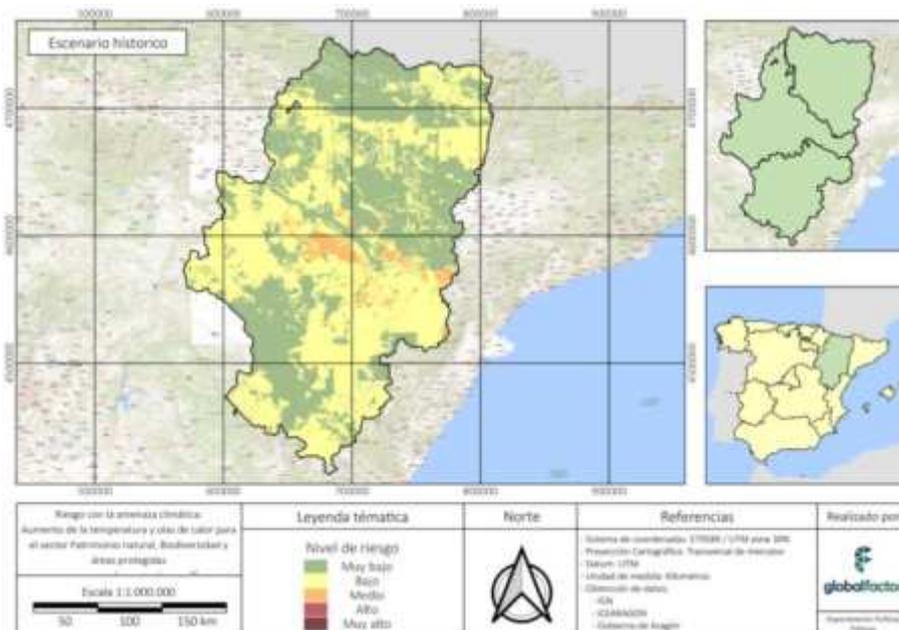


Figura 79. Riesgo climático histórico de sector Patrimonio natural, biodiversidad y áreas protegidas al aumento de temperaturas y de las olas de calor en Aragón. Fuente: Elaboración propia a partir de datos del IGN, ICEARAGON y del Gobierno de Aragón

A futuro, se espera un incremento notable del riesgo por aumento de temperaturas en Aragón. Según el escenario RCP 4.5, en las zonas anteriormente mencionadas se irán incrementado progresivamente los niveles de riesgo, llegando a alcanzar valores altos en zonas del centro de la región. Por otro lado, en las proyecciones RCP 8.5, los horizontes cercano y medio se esperan similares al escenario anterior. A largo

plazo, sin embargo, la mayoría de las áreas experimentarían un aumento generalizado del riesgo, pasando a niveles medios y altos en gran parte del Valle del Ebro y del Sistema Ibérico, así como en la zona oriental de los Pirineos.

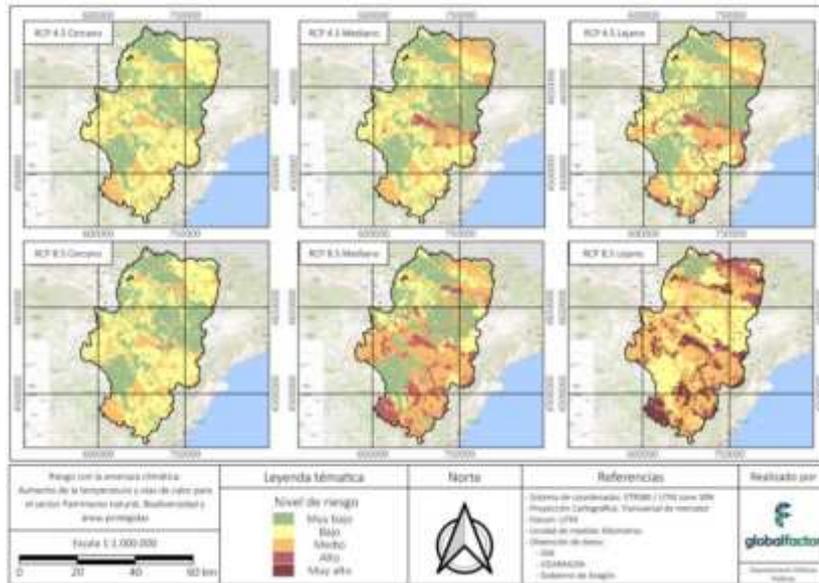


Figura 80. Riesgo climático para los escenarios climáticos RCP 4.5 y RCP 8.5 a corto, medio y largo plazo del sector Patrimonio natural, biodiversidad y áreas protegidas al aumento de temperaturas y de las olas de calor en Aragón. Fuente: Elaboración propia a partir de datos del IGN, ICEARAGON y del Gobierno de Aragón

En cuanto al riesgo asociado a sequías, los Pirineos presentan niveles de riesgo alto en la zona sur, relacionado con los patrones de precipitación abundantes que se dan en esta zona. Por otra parte, otros enclaves del centro y sur regional con niveles de riesgo intermedios y altos se ven afectados por la disminución del agua disponibles en los ríos, embalses y acuíferos que los nutren. Así, el nivel de riesgo por sequías en los espacios protegidos de Aragón es, en general, bastante alto.

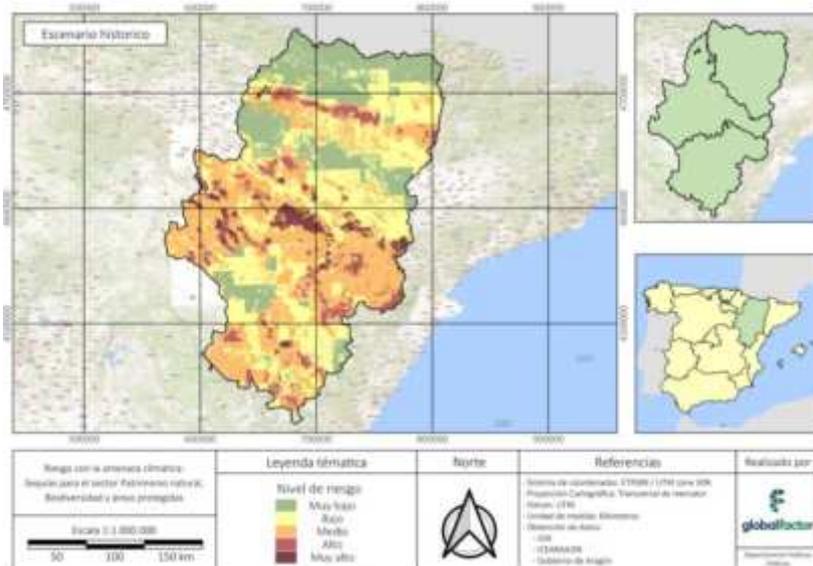


Figura 81. Riesgo climático histórico de sector Patrimonio natural, biodiversidad y áreas protegidas a sequías en Aragón. Fuente: Elaboración propia a partir de datos del IGN, ICEARAGON y del Gobierno de Aragón

En cuanto a las proyecciones climáticas RCP 4.5 y 8.5, se aprecia un aumento del riesgo centrado en aquellas zonas que ya mostraban riesgos mayores, esperándose así riesgos altos y muy altos en las zonas naturales del centro del territorio comentadas anteriormente.

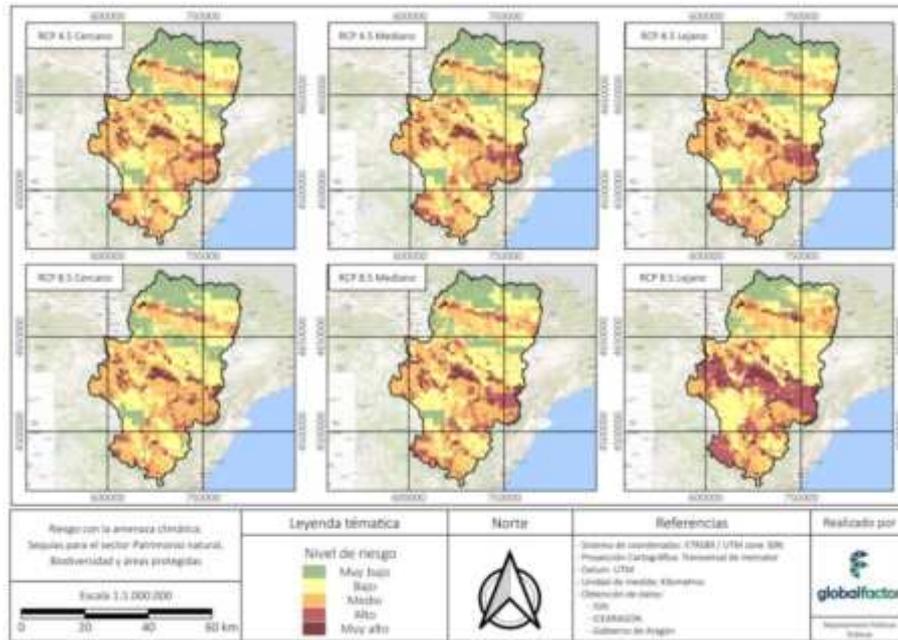


Figura 82. Riesgo climático del sector Patrimonio natural, biodiversidad y áreas protegidas a las sequías en Aragón para el período histórico y para los escenarios climáticos RCP 4.5 y RCP 8.5 a corto, medio y largo plazo.
Fuente: Elaboración propia a partir de datos del IGN, ICEARAGON y del Gobierno de Aragón

Por otro lado, el riesgo por incendios es generalmente bajo. Se destacan pequeños puntos de los Pirineos, sobre todo en su parte oriental, así como en la zona central, en especial en las inmediaciones de la capital autonómica y al sur del Sistema Ibérico. Estas zonas mencionadas sufren problemas de erosión y albergan a un gran número de especies protegidas.

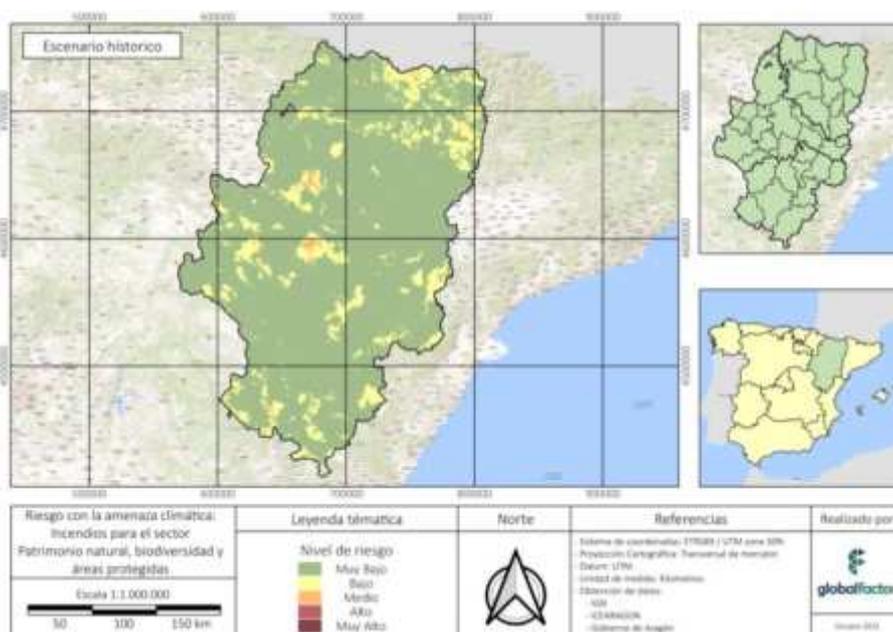


Figura 83. Riesgo climático histórico de sector Patrimonio natural, biodiversidad y áreas protegidas a incendios en Aragón.
Fuente: Elaboración propia a partir de datos del IGN, ICEARAGON y del Gobierno de Aragón

Para los escenarios futuros se denota un aumento de los niveles de riesgo en todo el territorio. Se destacan las zonas de la Red Natura 2000 cercanas a la ciudad de Zaragoza, las cuales van adquiriendo niveles de

riesgo mayores, hasta llegar en las simulaciones a largo plazo a un riesgo alto, sobre todo en el Valle del Ebro y algunas zonas del Maestrazgo y el sur de Teruel.

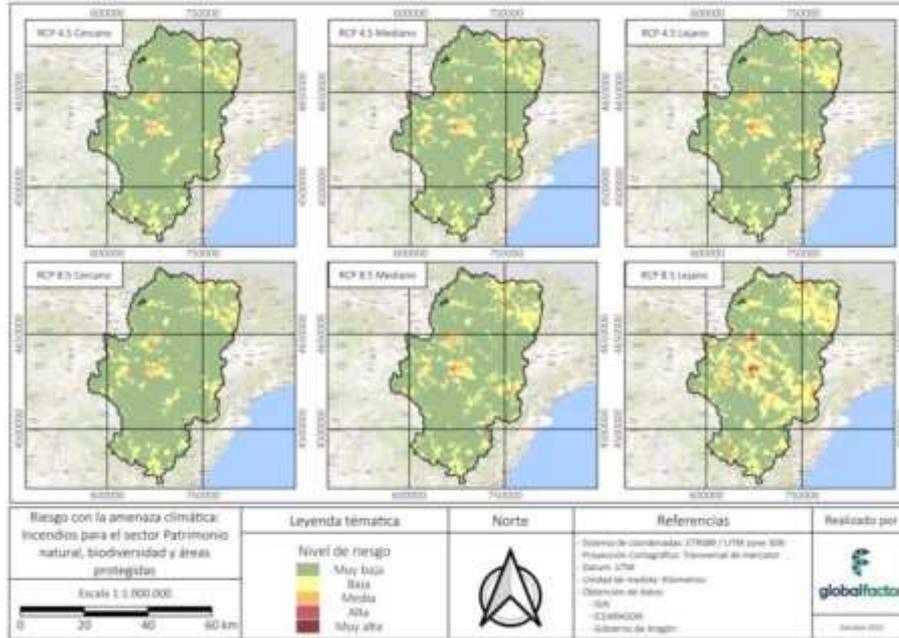


Figura 84. Riesgo climático del sector Patrimonio natural, biodiversidad y áreas protegidas a incendios en Aragón para el período histórico y para los escenarios climáticos RCP 4.5 y RCP 8.5 a corto, medio y largo plazo.
Fuente: Elaboración propia a partir de datos del IGN, ICEARAGON y del Gobierno de Aragón

Sector forestal, desertificación, caza y pesca continental

Este sector desempeña un papel crucial en Aragón al proporcionar diversos servicios ecosistémicos, entre ellos, la provisión de madera, agua, alimentos, áreas recreativas y conservación de la biodiversidad. Incluye a la superficie forestal, así como a las actividades asociadas a la misma, y a la superficie y especies habilitadas para la caza o pesca y, además, a toda la población que conforma la actividad cinegética. A su vez, este sector también se enfrenta a diversas amenazas que ponen en riesgo su sostenibilidad.

Tal y como se puede observar en la

Figura 85, son diversas las amenazas climáticas que pueden impactar en el sector. Por un lado, un aumento de los eventos de sequía implicaría una reducción de la disponibilidad de agua para los árboles, implicando un aumento del estrés hídrico y térmico en los bosques, pudiendo así afectar a su productividad. A su vez, los aumentos en la temperatura o en la duración de las olas de calor pueden contribuir al aumento del grado en el que el sector se ve impactado, pudiendo propiciar una alteración de los cauces de los ríos y/o la modificación de las condiciones del agua, así como al descenso de la resiliencia de los ecosistemas y especies frente a las plagas, afectando también a la reproducción y migración de las especies acuáticas y conllevando impactos negativos en la pesca continental

Por otro lado, un aumento de incendios forestales puede tener en este sector importantes consecuencias, causando una pérdida significativa de recursos y degradando la salud de los ecosistemas, lo cual puede suponer un peligro para las poblaciones cercanas, así como para cualquier forma de vida en general, y puede conllevar la reducción de la productividad forestal y la disminución de las especies de caza. Las inundaciones y lluvias intensas también pueden afectar negativamente al sector. La erosión del suelo y la pérdida de nutrientes pueden disminuir la salud de los bosques y afectar a las especies silvestres. Aunque se trata de dos amenazas dispares, estas podrían tener impactos similares, llegando a producir la destrucción de áreas forestales, alterando los ecosistemas y comprometiendo la regeneración natural de los bosques, así como los ciclos naturales y los procesos ecológicos, a la vez que podrían causar daños

directos a las personas que se pudiesen encontrar desarrollando esta actividad, implicando un aumento de la morbilidad en dicho grupo poblacional.

Con todo esto, existen además distintos elementos que pueden implicar un aumento de la vulnerabilidad del sector. Se pueden ver especialmente afectadas aquellas zonas que se encuentren en riesgo de desertificación, siendo esta uno de los desafíos más significativos para el sector, asociándose a la falta de agua y de humedad en el suelo. Este proceso puede implicar la pérdida de vegetación, la degradación del suelo y el aumento de la aridez. La sobreexplotación de los recursos naturales y los cambios en el uso del suelo pueden a su vez implicar una mayor vulnerabilidad sectorial. Además, la caza y la pesca continental también ejercen presión negativa sobre el sector forestal. La caza irresponsable puede reducir la población de animales silvestres, afectando el equilibrio natural de los ecosistemas y la biodiversidad. De igual forma, la pesca continental mal gestionada puede provocar no solo la desaparición o disminución drástica de poblaciones de especies, sino la contaminación en las aguas, lo que afecta a la diversidad y a la productividad de los recursos acuáticos. A su vez, aquellas masas de agua de peor calidad cuentan con una sensibilidad climática mayor.

Las especies en peligro de extinción o con poblaciones reducidas son especialmente sensibles a los impactos del cambio climático. Los eventos climáticos extremos pueden afectar a su capacidad de recuperación y aumentar el riesgo de extinción. Por otro lado, la presencia de especies invasoras en el territorio puede implicar también un aumento de la vulnerabilidad del sector, al tener que competir por los recursos con especies no existentes anteriormente.

Por último, las comunidades locales que dependen del sector forestal para su subsistencia también son altamente sensibles a los cambios en estos ecosistemas. La degradación de los bosques y la pérdida de hábitats silvestres pueden afectar a su medio de vida.

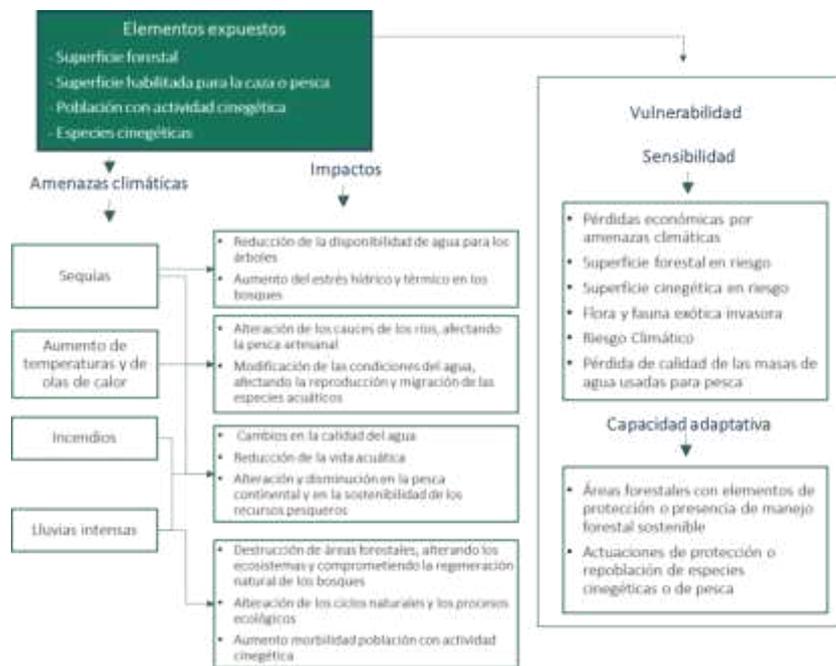


Figura 85. Cadena de impacto para el sector forestal, desertificación, caza y pesca continental en Aragón. Fuente: Elaboración propia

Existen sin embargo algunos elementos que pueden incrementar la capacidad adaptativa del sector. Los planes de conservación y protección de los ecosistemas forestales son fundamentales para la adaptación al cambio climático. Estos planes deben incluir medidas para prevenir incendios forestales, restaurar áreas degradadas y proteger hábitats clave para la biodiversidad. Además, la implementación de prácticas de

manejo forestal sostenible puede mejorar la resistencia de los bosques a las amenazas climáticas, y la prevención y respuesta rápida a incendios forestales ayudar a reducir el daño causado por estos eventos extremos. La restauración y reforestación de áreas degradadas y vulnerables aumenta la capacidad adaptativa de los ecosistemas forestales, esto ayuda a restablecer la biodiversidad, proteger el suelo y garantizar el suministro sostenible de recursos y a la proliferación de la vida en estos entornos.

En primera instancia para determinar los niveles de exposición, es necesario entender en cuánto influye este sector en la economía de la región. Así pues, el sector forestal es fundamental en la economía de Aragón, ya que contribuye significativamente al Producto Interno Bruto (PIB) de la región, representando aproximadamente el 1,3% del mismo. Además, es un importante generador de empleo, proporcionando trabajo a más de 10.000 personas en la comunidad. Entre los productos más relevantes que se obtienen destacan la madera, la leña, la resina y los frutos secos. Estos recursos naturales tienen un gran valor económico y cuentan con múltiples aplicaciones, desde la construcción y la fabricación de muebles hasta la obtención de productos alimentarios y químicos.

La superficie forestal de la región cuenta con 2.608.312 hectáreas, por lo que ocupa el 54,7% del total de la superficie regional. La zona forestal más extensa se halla en la zona del pirineo aragonés, al norte de la comunidad autónoma. Por otra parte, la zona central, donde se encuentran grandes valles fluviales como el del Ebro, no alberga muchas zonas boscosas. Mientras que, en el sur de la región, bien es cierto que no es comparable al del norte, hay un amplio desarrollo forestal.



Figura 64. Superficie forestal de Aragón.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de ICEARAGON, 2023

A su vez, las zonas habilitadas para la práctica de la caza y la pesca se dividen, en terrenos cinegéticos¹⁸ y en terrenos de pesca, respectivamente. Los primeros mencionados abarcan a casi todo el territorio aragonés, a excepción de grandes núcleos urbanos como pueden ser las capitales de provincia y de comarca, en especial la ciudad de Zaragoza y sus inmediaciones. Las zonas aptas para la pesca se encuentran distribuidas en dos sectores: sector norte de la margen izquierda del Ebro en los Pirineos y el sector sur en las cuencas del Tajo y del Júcar.

¹⁸ Cotos de Caza, Reservas de Caza, Cotos Sociales, Cotos Intensivos, Vedados de Caza, Granjas Cinegéticas y Zonas Voluntarias No Cinegéticas



Figura 86. Izquierda: Terrenos cinegéticos de la comunidad autónoma de Aragón. Derecha: Zonas habilitadas para el ejercicio de la pesca en Aragón.
Fuente: Elaboración propia a partir de datos de ICEARAGON, 2023

En cuanto a la distribución de los animales terrestres aptos para la caza estos se encuentran concentrados en la zona del Pirineo, donde predominan los jabalíes y los muflones, y en las zonas de mayor altitud, donde se encuentran gamos y cabras montesas. En la depresión del Ebro las especies que se encuentran son jabalíes y en menor medida, muflones. Estos últimos están muy extendidos en todo el Sistema Ibérico aragonés, en el cual el resto de las especies se encuentran solamente en pequeños enclaves.

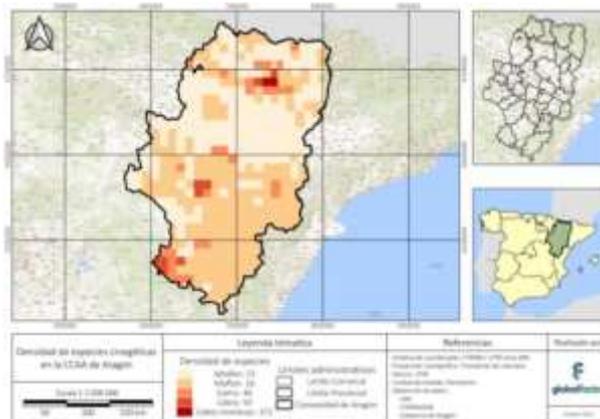


Figura 87. Densidad de especies cinegéticas en el territorio aragonés
Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Departamento de Agricultura, Ganadería y Medio Ambiente del Gobierno de Aragón, 2023

Así pues, las zonas más expuestas se corresponden, en su mayoría, a pequeñas áreas forestales catalogadas como zonas cinegéticas y de práctica de la pesca, por la gran densidad de especies aptas para el ejercicio de las mismas. Salvo pequeñas localizaciones, como es la ciudad de Zaragoza, en la cual no se puede cazar y pescar, el resto, considerando que está permitido el ejercicio de la primera mencionada en casi todo el territorio aragonés, tienen un nivel de exposición medio.

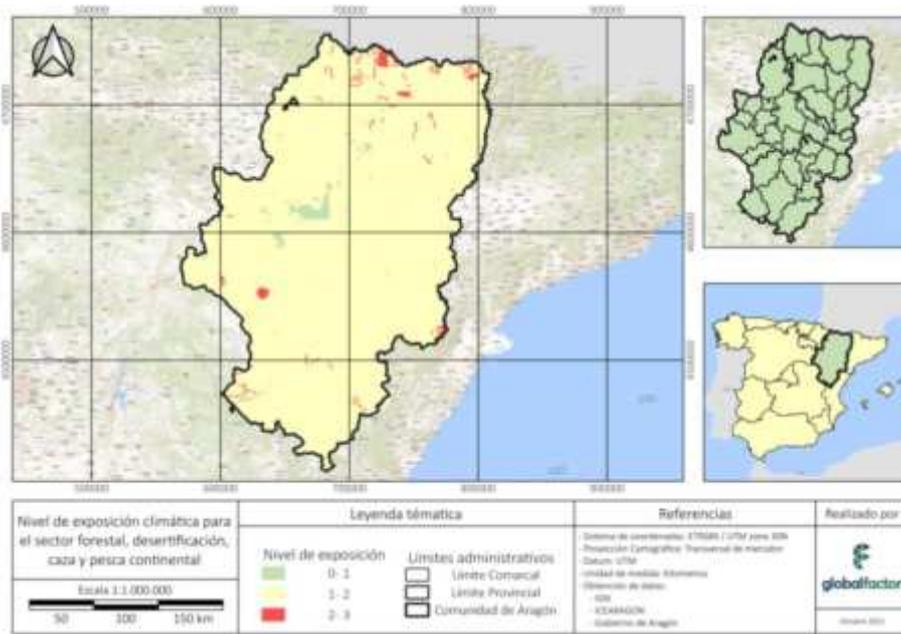


Figura 88. Nivel de exposición climática de las zonas forestales y de práctica de la caza y pesca continentales. Fuente: Elaboración propia a partir de datos del IGN, ICEARAGON y del Gobierno de Aragón

Una mayor vulnerabilidad de este sector se debe en gran parte a procesos y aspectos de origen natural, como es la heterogeneidad mostrada en la distribución espacial del régimen de precipitaciones en Aragón. Las superficies forestales que no están en riesgo de aridez son las del norte de los Pirineos, por ser las zonas que más pluviosidad registran, siendo así las menos sensibles. En cuanto a la desertificación, nuevamente la zona norte del Pirineo aragonés no se ve afectada, ya que gran parte de la provincia de Huesca cuenta con un clima húmedo, donde solo un 19% de este territorio está en riesgo de desertificación, mientras que las zonas centrales de la región, correspondientes a la margen derecha del Ebro y al Sistema Ibérico son las más perjudicadas, presentando las provincias de Zaragoza y Teruel un 50% de su territorio en riesgo de desertificación medio o alto.

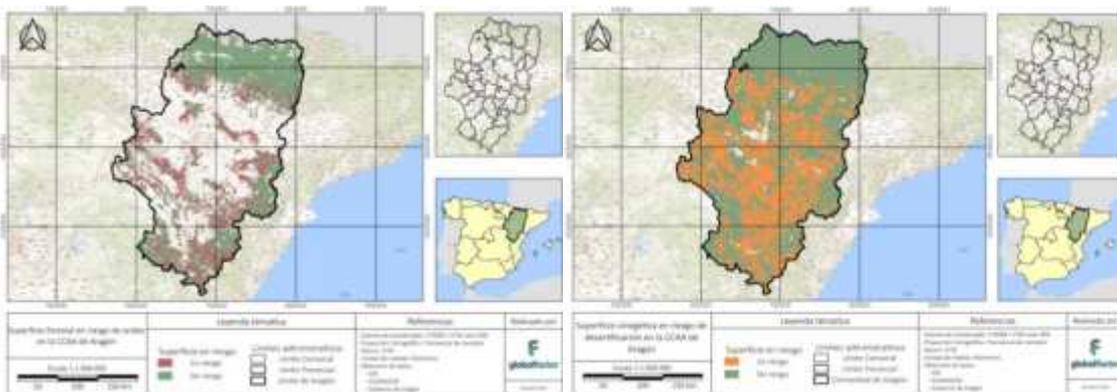


Figura 89. Izquierda: Superficie forestal de Aragón en riesgo de aridez. Derecha: Superficie cinegética de Aragón en riesgo de desertificación. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de ICEARAGON de 2023 y del Atlas Climático de Aragón de 2022

Las zonas forestales afectadas por incendios en la comunidad autónoma de Aragón se concentran en el Valle del Ebro, donde se han reconocido 2 enclaves gravemente dañados de entre 35,9-44,9 hectáreas cada uno. Los cuales se encuentran uno en la comarca de Cinco Villas, más concretamente en la frontera con Navarra cercano a Ejea de los Caballeros y otro en el sur de la Comarca Central. En el ámbito nacional, Aragón es una de las comunidades autónomas con más superficie forestal y un mayor ratio de superficie

de la cobertura arbórea, la cual busca además la obtención de recursos forestales maderables de forma sostenible. Así pues, en la zona del Pirineo y del Prepirineo se han plantado especies autóctonas de pino, abeto, haya, acebo, roble y enebro, en el Valle del Ebro se han introducido especies autóctonas de coníferas mediterráneas y chaparros y en las zonas del Sistema Ibérico y las Sierras de Albarracín y de Gúdar se han plantado árboles de las familias de las cupresáceas y rosáceas, especies de pino autóctonas y encinas.

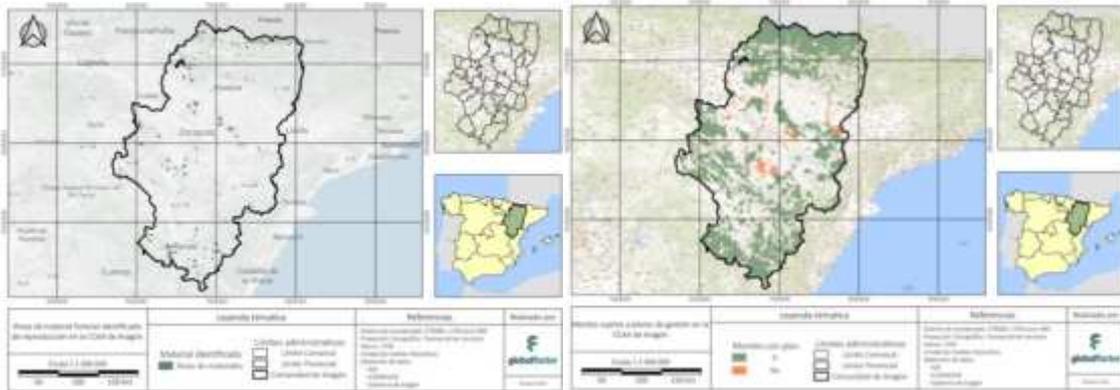


Figura 92. Izquierda: Áreas de Aragón de material forestal identificadas como zonas de reproducción. Derecha: Zonas de montaña de Aragón sujetas a planes de gestión.
Fuente: Elaboración propia a partir de datos de ICEARAGON, 2023

La dote presupuestaria de Aragón para la financiación del dispositivo de prevención y extinción de incendios forestales se ajusta al gasto medio por comunidad autónoma para este tipo de dispositivos. En Aragón está casi toda superficie regional amparada bajo este plan de gestión y protección, con la salvedad de la zona central del Valle del Ebro.

En las zonas con riesgo alto de incendios, el gobierno de Aragón ha instaurado una serie de medios de prevención y extinción de este tipo de eventos. Los efectivos desplegados consisten en cuadrillas terrestres, donde los trabajadores de cada una de ellas hacen labores de mejora de las condiciones de defensa frente a incendios forestales, o en autobombas forestales. Estos se concentran principalmente en la zona norte de la región, en los márgenes del Ebro y al sur de la provincia de Teruel. Por otra parte, los planes de ordenación de montes comprenden los procesos de identificación y gestión de los recursos forestales de la región con el fin de garantizar la sostenibilidad y el orden en la explotación de los recursos. Los cuales están extendidos en el territorio de Aragón, con la salvedad de pequeñas zonas del Valle del Ebro y otras de origen similar de los afluentes de la margen izquierda del río mencionado.

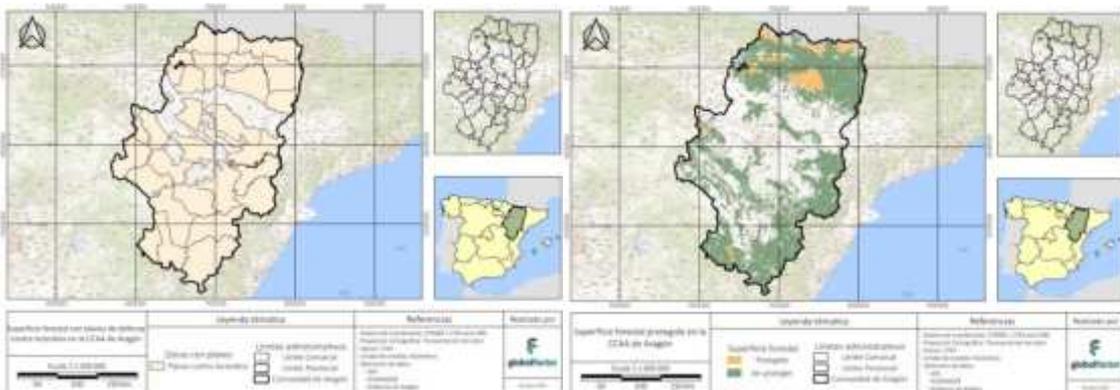


Figura 93. Izquierda: Superficie forestal salvaguardada por planes de defensa contra incendios. Derecha: Superficies forestales de Aragón protegidas.
Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Gobierno de Aragón y de ICEARAGON, 2023

Así, gracias a la amplia implementación de planes y medidas de protección de los bosques y montes, la mayoría del territorio regional muestra un nivel de vulnerabilidad bajo. Se destacan con una alta

vulnerabilidad el Valle del Ebro y ciertos enclaves de los Pirineos y del Sistema Ibérico, siendo estas zonas donde los dispositivos de prevención y extinción de riesgos naturales no están tan extendidos y que, además, se ven afectadas en gran medida por eventos de inundación.

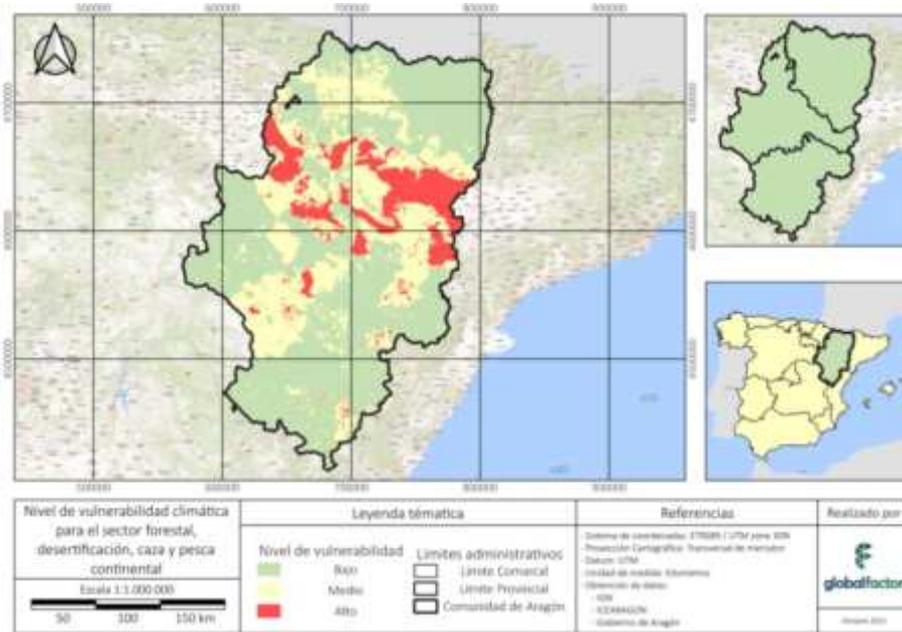


Figura 94. Nivel de vulnerabilidad climática para el sector forestal, desertificación, caza y pesca continentales en la comunidad autónoma de Aragón.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del IGN, ICEARAGON y del Gobierno de Aragón

Al comprender la vulnerabilidad climática en el sector forestal, desertificación, caza y pesca continentales, se pueden identificar áreas críticas, esenciales a la hora de tomar decisiones en los planes de adaptación para garantizar la sostenibilidad de los recursos forestales, prevenir la expansión de la desertificación y promover prácticas sostenibles en la caza y pesca continental en Aragón. El sector forestal está muy desarrollado en la región, en la que, además, debido al amplio desarrollo de espacios naturales, existe una gran tradición y ejercicio de la caza y la pesca continental. Por lo que es necesario estudiar e identificar como el aumento de las precipitaciones, de las temperaturas y los periodos de sequía ligados al cambio climático repercuten en la práctica de estos.

Así pues, en general Aragón presenta un nivel de riesgo muy bajo ante el aumento de las lluvias intensas. El cual aumenta en los Pirineos y en algunas localizaciones del sur del Sistema Ibérico. Estas zonas albergan áreas donde se ha extendido un nivel de riesgo más alto, de bajo e incluso a medio en algunos tramos, debido a que el régimen de lluvias es alto. Se destaca a su vez el Sistema Ibérico, donde existe un mayor riesgo la erosión hídrica.

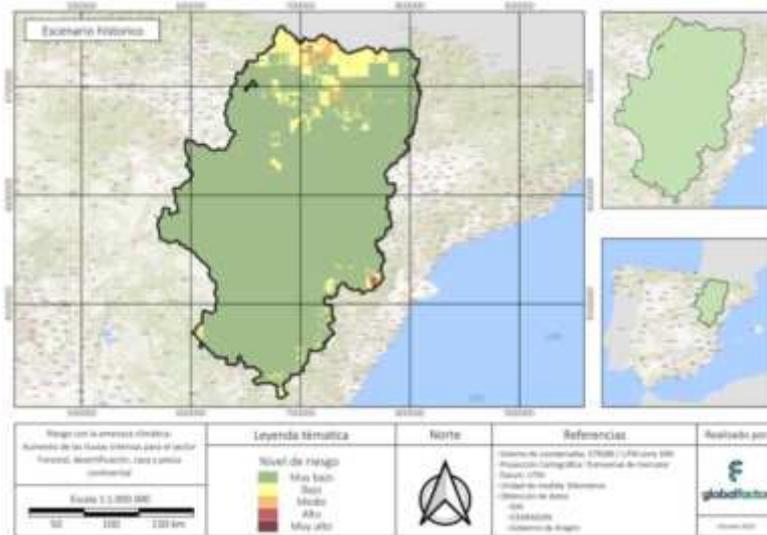


Figura 95. Riesgo climático histórico del sector forestal, desertificación, caza y pesca continental al aumento de lluvias intensas en Aragón.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del IGN, ICEARAGON y del Gobierno de Aragón

En cuanto al riesgo futuro, las proyecciones climáticas RCP 4.5 y 8.5 prevén la expansión de niveles de riesgo mayores por el territorio en aquellas zonas de riesgo bajo cercanas a otras que contaban con un riesgo medio en el período histórico. En ambos escenarios la zona del noroeste fronteriza con Francia sería la más afectada y donde más se incrementa el nivel de riesgo, pudiendo llegar a ser alto. Para el escenario RCP 8.5, en la parte oriental del Sistema Ibérico y la zona sur del Valle del Ebro existirían puntos de nivel alto de riesgo.

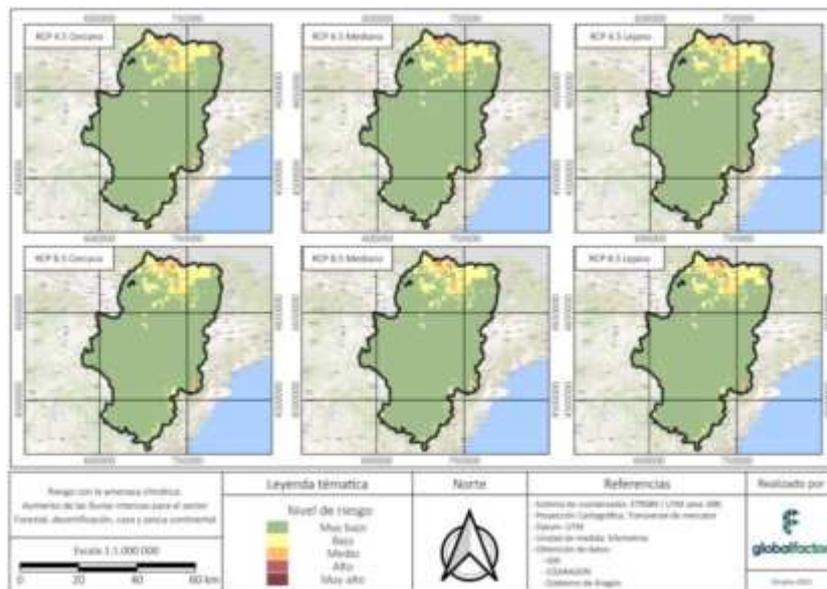


Figura 96. Riesgo climático para los escenarios climáticos RCP 4.5 y RCP 8.5 a corto, medio y largo plazo del sector del sector forestal, desertificación, caza y pesca continental al aumento de las lluvias intensas en Aragón.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del IGN, ICEARAGON y del Gobierno de Aragón

En cuanto al riesgo por incrementos de temperatura y de las olas de calor se observa que este es muy bajo y bajo en el período histórico, destacándose los valores más elevados en la zona central de la región, en especial en el Valle del Ebro, zona en la que se desarrollan fenómenos notables de erosión y aridez que afectan a los ecosistemas.

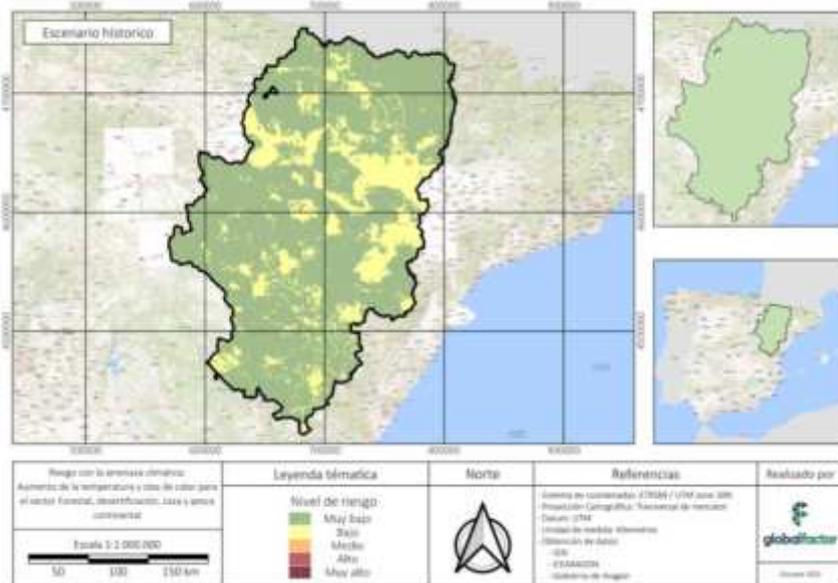


Figura 97. Riesgo climático del sector forestal, desertificación, caza y pesca continental al aumento de las temperaturas y de las olas de calor en Aragón para el período histórico y para los escenarios climáticos RCP 4.5 y RCP 8.5 a corto, medio y largo plazo. Fuente: Elaboración propia a partir de datos del IGN, ICEARAGON y del Gobierno de Aragón

Respecto a las proyecciones a futuro según los escenarios RCP 4.5 y 8.5, el primero mencionado prevé de manera generalizada que el territorio de la región irá adquiriendo un mayor nivel de riesgo, pasando de valores muy bajos a bajos, apareciendo nuevas pequeñas áreas con nivel de riesgo medio en aquellos puntos donde también hay un desarrollo importante de los fenómenos de aridez y erosión, así como una notable presencia de especies invasoras. A largo plazo el aumento en el escenario RCP 8.5 es destacable.

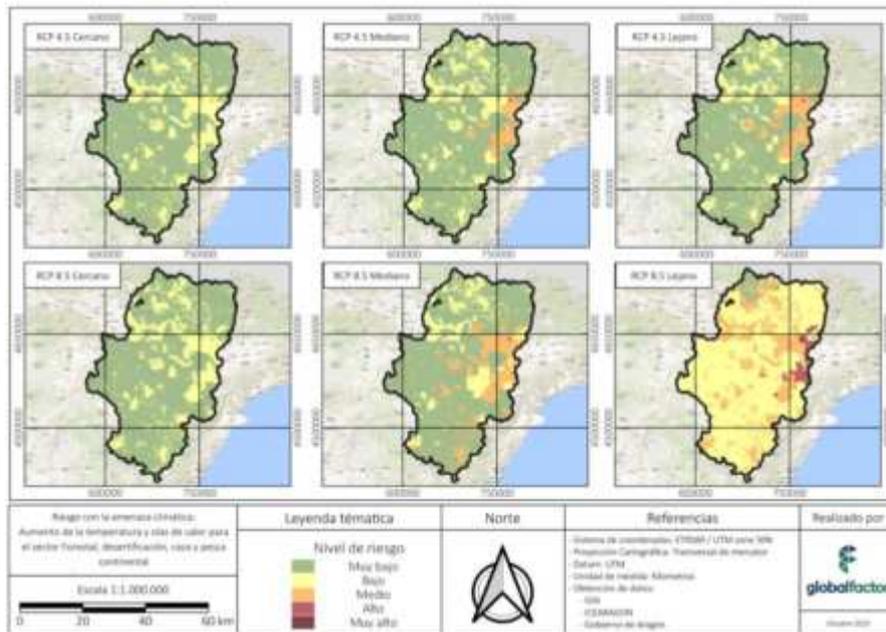


Figura 98. Riesgo climático para los escenarios climáticos RCP 4.5 y RCP 8.5 a corto, medio y largo plazo sector forestal, desertificación, caza y pesca continental al aumento de las temperaturas y de las olas de calor en Aragón. Fuente: Elaboración propia a partir de datos del IGN, ICEARAGON y del Gobierno de Aragón

En cuanto al riesgo por sequías, se observa un nivel de riesgo destacable en el período histórico para todo el territorio. En este sentido, es preocupante la desertificación de dichas áreas comprometidas, en especial aquellas de la zona oriental del Valle del Ebro. Ahí, a los efectos nocivos de la erosión y la aridez se les suma

un empeoramiento de las masas de agua ligado al descenso de los caudales y, por lo tanto, a la alteración de los ecosistemas fluviales y acuáticos que pueden derivar en la invasión de especies exóticas. En términos generales, el nivel de riesgo por sequías para este sector en Aragón es bajo e incluso muy bajo en el norte de los Pirineos y en algunas zonas del Sistema Ibérico.

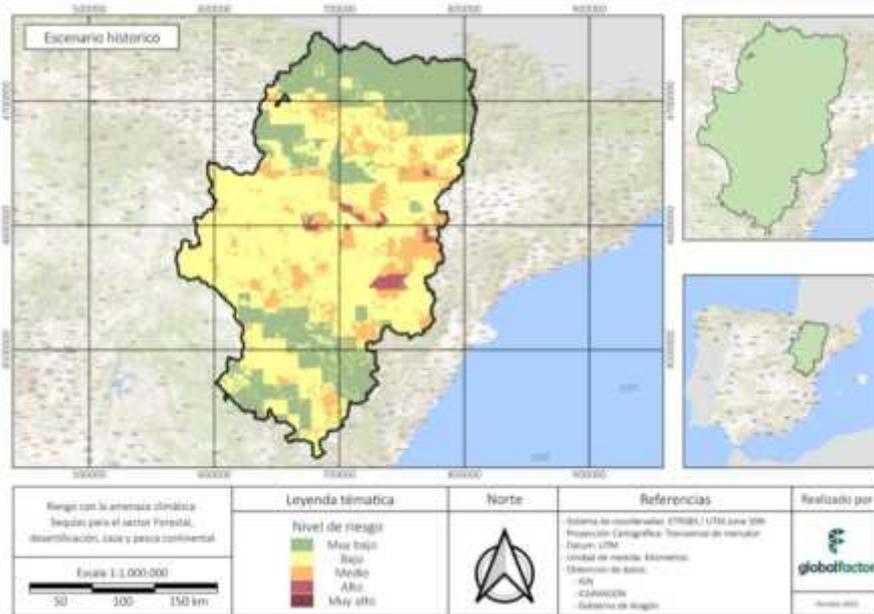


Figura 99. Riesgo climático histórico del sector forestal, desertificación, caza y pesca continental a las sequías en Aragón. Fuente: Elaboración propia a partir de datos del IGN, ICEARAGON y del Gobierno de Aragón

En cuanto al riesgo futuro, se observa que este aumentará de forma gradual, sobre todo en el escenario RCP 8.5, centrándose en aquellos puntos de mayor riesgo. Se destaca el centro de la comunidad, donde el riesgo climático alto a sequías podría aumentar su área.

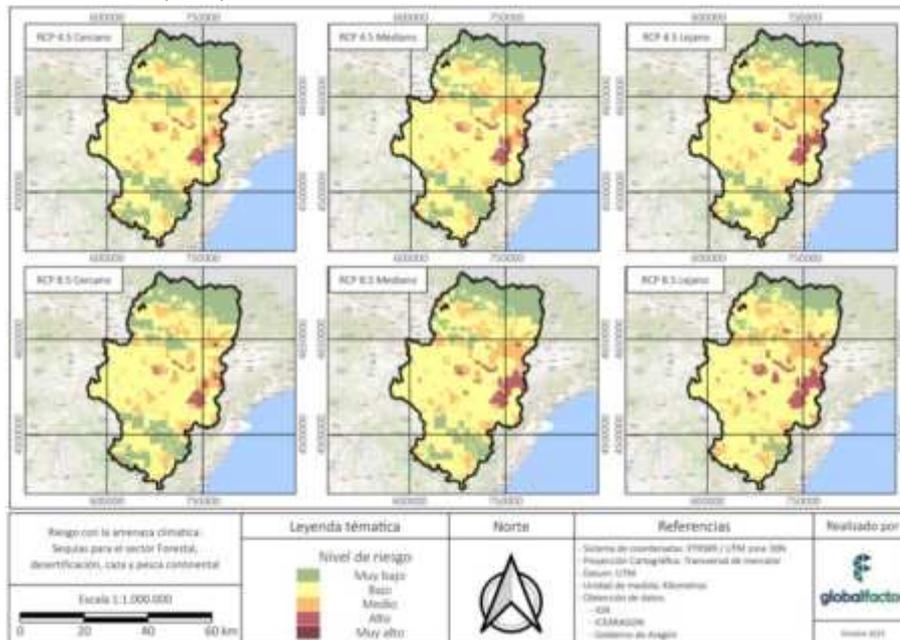


Figura 100. Riesgo climático para los escenarios climáticos RCP 4.5 y RCP 8.5 a corto, medio y largo plazo del sector forestal, desertificación, caza y pesca continental a las sequías en Aragón. Fuente: Elaboración propia a partir de datos del IGN, ICEARAGON y del Gobierno de Aragón

Respecto al riesgo de incendios que existe en este sector, se observa que para el período histórico este es muy bajo o bajo en gran parte del territorio. Se destaca la zona del Prepirineo, siendo esta la más vulnerable del territorio, así como el este de la zona central debido a que cuenta con los niveles de amenaza más altos. En dicha zona, además, se carece de planes de defensa contra incendios.

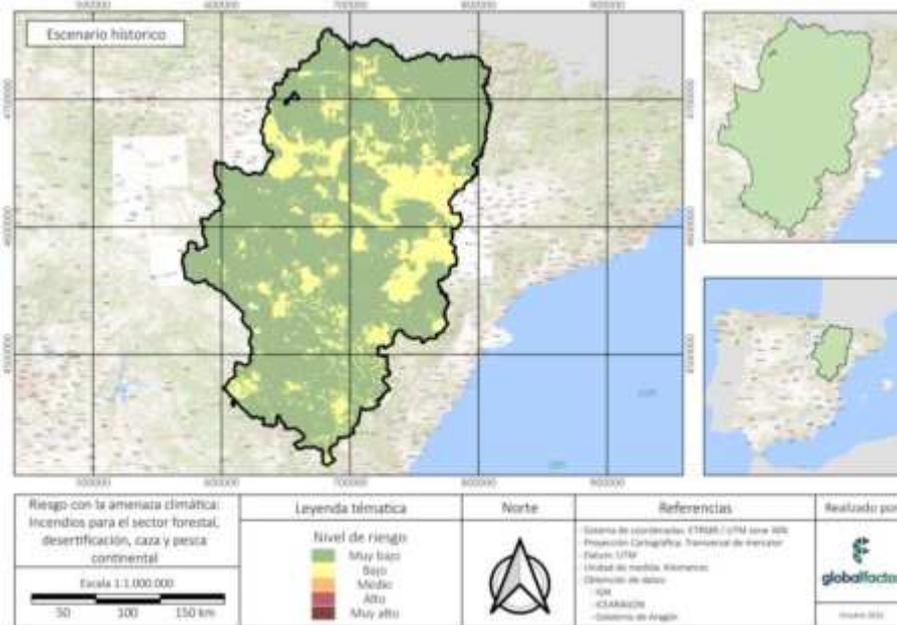


Figura 101. Riesgo climático histórico del sector forestal, desertificación, caza y pesca continental a incendios en Aragón.
Fuente: Elaboración propia a partir de datos del IGN, ICEARAGON y del Gobierno de Aragón

En cuanto al riesgo futuro, se espera que este aumente de forma gradual, sobre todo en el escenario RCP 8.5, aumentando las zonas de riesgo medio en el Valle del Ebro oriental, sobre todo en La Litera donde se podrían llegar a dar puntos de riesgo alto.

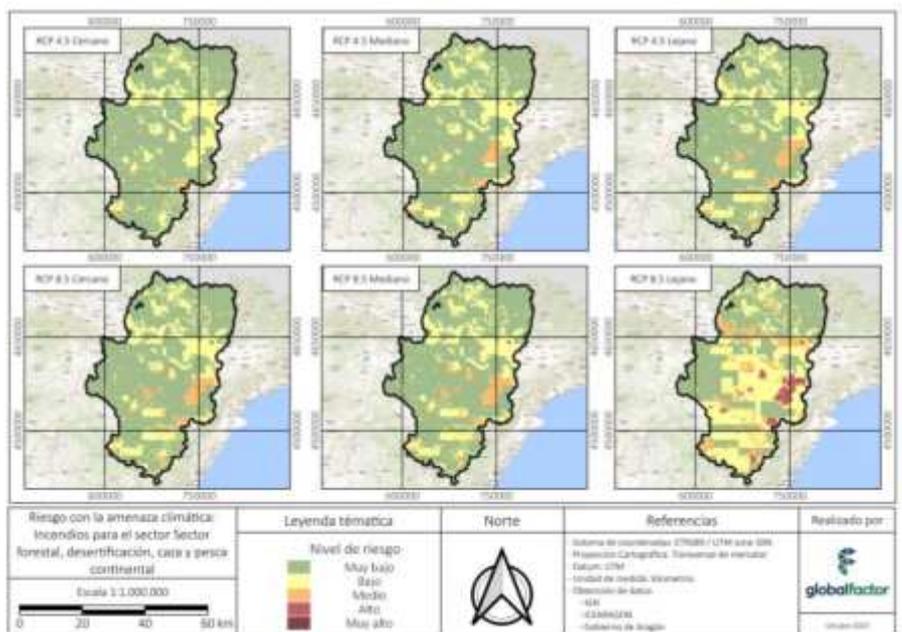


Figura 102. Riesgo climático para los escenarios climáticos RCP 4.5 y RCP 8.5 a corto, medio y largo plazo del sector forestal, desertificación, caza y pesca continental a incendios en Aragón.
Fuente: Elaboración propia a partir de datos del IGN, ICEARAGON y del Gobierno de Aragón
Fuente: Elaboración propia

Agricultura, ganadería, pesca, acuicultura y alimentación

El sector de la agricultura, ganadería, pesca, acuicultura y alimentación juega un papel clave en la economía de Aragón, por ser grandes generadores de empleo y las principales formas de suministro de la región. No obstante, es importante tener en cuenta que se trata a su vez de un sector con un elevado impacto ambiental, consumiendo grandes cantidades de agua y energía y modificando los suelos. Asimismo, la pesca y la acuicultura enfrentan desafíos relacionados con la sobreexplotación de los ecosistemas y recursos hídricos, lo que amenaza a la sostenibilidad de estos entornos.

En cuanto a los impactos esperados en el sector, un aumento de las sequías puede conllevar un impacto directo claro en la reducción de la disponibilidad de agua para las actividades sectoriales. Esta amenaza, ligada a un posible aumento de temperaturas y de los eventos de olas de calor podría también implicar una disminución del crecimiento de los cultivos y de la producción de forraje para el ganado, una alteración de los ciclos naturales y los procesos ecológicos y tener afecciones en la reproducción y migración de las especies, lo cual afectaría al rendimiento y a la calidad de los cultivos y de las especies de pesca y ganado, implicando reducciones en la producción y pérdidas económicas asociadas.

Por otro lado, un aumento de las lluvias intensas y las inundaciones pueden dañar a las plantaciones y afectar a la viabilidad de la producción agrícola. Los sistemas de ganadería dependen del suministro de forraje y agua, lo que los hace susceptibles a los impactos de las sequías y olas de calor. La pesca y la acuicultura también dependen de ecosistemas acuáticos saludables, que pueden verse igualmente afectados por incendios forestales e inundaciones.

La cadena alimentaria y los sistemas de suministro de alimentos se ven afectados por los impactos en la agricultura, la ganadería, la pesca y la acuicultura. Los eventos climáticos extremos pueden interrumpir la producción y el transporte de alimentos, lo que afecta al acceso y a la disponibilidad para la población. Además, algunos cultivos, tipos de plantas y razas de ganado son más sensibles a las condiciones climáticas extremas, como las sequías y las olas de calor. Los cuales pueden enfrentarse a mayores pérdidas y desafíos de adaptación frente a eventos climáticos adversos.

Las comunidades rurales en Aragón que dependen de la agricultura, la ganadería, la pesca y la acuicultura para su subsistencia son altamente sensibles a las amenazas climáticas. Los impactos en estos sectores pueden afectar a la economía local, al empleo y a la seguridad alimentaria de estas poblaciones. Los impactos que sufre este sector se manifiestan de diversas formas, incluyendo daños en instalaciones e infraestructuras pesqueras, afectaciones en la reproducción y migración de especies acuáticas, disminución de la disponibilidad de alimentos, entre otros. Estas consecuencias pueden traducirse en una reducción de los ingresos para las empresas dedicadas al sector primario, debido a la disminución de la producción y las ventas.

La alteración de los ciclos naturales y los procesos ecológicos, así como la escasez de agua obligaría a adaptarse a nuevas formas de producción y de cultivos, para hacer frente a las amenazas climáticas. Además, el impacto en los precios de los alimentos es otro factor relevante. Un aumento significativo de estos puede llevar a una reducción de la demanda de los productos, afectando a la producción agrícola y a la economía en general. Además, el incremento en los costos de producción para el sector primario y los fabricantes de alimentos también se reflejaría en los precios finales para los consumidores, debido, por ejemplo, a las subidas de precio de la electricidad por aumento e intensificación de los días de calor.

La adopción de prácticas agrícolas sostenibles, como el riego eficiente, la agricultura de conservación y la diversificación de cultivos, puede mejorar la resiliencia del sector agrícola ante sequías y olas de calor. La implementación de prácticas ganaderas sostenibles y la adopción de dietas adecuadas para el ganado pueden mejorar su resiliencia frente a condiciones climáticas adversas. La gestión sostenible de la pesca y la acuicultura es esencial para conservar los ecosistemas acuáticos y aumentar su capacidad de adaptación a los impactos del cambio climático. Además, la diversificación de las actividades económicas en las comunidades rurales puede reducir su vulnerabilidad frente a los impactos climáticos. Finalmente, la

implementación de sistemas de aseguramiento agrícola y ganadero puede ayudar a mitigar las pérdidas económicas causadas por eventos climáticos extremos.

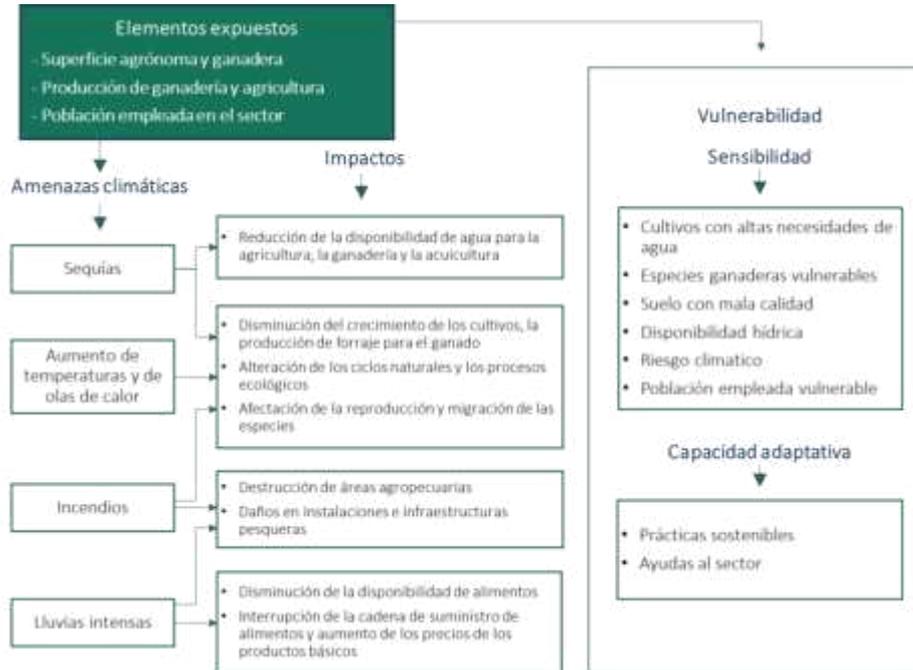


Figura 103. Cadena de impacto para el sector agricultura, ganadería, pesca, acuicultura y alimentación en Aragón. Fuente: Elaboración propia

La Comunidad Autónoma de Aragón muestra una destacada presencia de actividades económicas relacionadas con la agricultura, ganadería, silvicultura y pesca²⁰, donde este sector supone el 4,3% del total de actividades económicas de la región. Esta rama de actividad se distribuye de manera significativa entre las provincias, siendo Huesca la que concentra el mayor número de industrias con un 47,3%, seguida por Zaragoza con un 34,6% y Teruel con un 18,1%. El sector agropecuario tiene una presencia constante en todo el territorio aragonés, abarcando hasta el 77,15% de los municipios de la región. Esta diversidad espacial se manifiesta tanto en áreas urbanas dinámicas como en pequeñas localidades rurales, donde la agricultura y la ganadería desempeñan un papel crucial en la economía municipal. Estas actividades no solo contribuyen al sustento de la población en el medio rural, sino que también juegan un papel fundamental en la gestión eficiente del territorio y sus recursos, la conservación de los paisajes y la preservación de la cultura local.



Figura 104. Superficie cultivada de Aragón. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de ICEARAGON, 2023

²⁰ Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca (ATLAS DE ARAGÓN - ICEARAGON)

Los últimos datos de distribución general de tierras determinan que la superficie cultivada en Aragón es de 1.739.708 hectáreas, de las cuales el 73,6% corresponde a cultivos de secano y el 26,4% restante a regadíos, Figura 104. Por provincias, Zaragoza es la que tiene una mayor extensión de cultivos, tanto de secano como de regadío, suponiendo el 45,8% del total. Huesca y Teruel suponen, respectivamente, el 29,49 y 24,71% del total. Estas superficies de cultivo se dividen en tierras ocupadas por cultivos herbáceos, barbechos y otras tierras agrícolas no ocupadas y terrenos de cultivos leñosos.

Sistema Cultivo	Huesca		Teruel		Zaragoza	
	Regadío	Secano	Regadío	Secano	Regadío	Secano
Tierras de Cultivo	168.706	223.550	19.842	191.719	140.925	295.126
Barbechos y otras tierras agrícolas no ocupadas	13.969	55.574	10.778	148.077	21.234	224.837
Tierras de cultivos leñosos	27.694	23.694	7.057	52352	49.056	65.449
Praderas y pastizales	288	155.685	2	462158	0	434.667
Terrenos forestales	260	748.710	203	526.520	582	371.212
Otras superficies	0	144.230	0	62252	0	122595

Tabla 3. Distribución general de tierras de Aragón en hectáreas en el año 2021. Fuente: Instituto Aragonés de Estadística, 2022²¹

En cuanto a la superficie agraria útil, la provincia de Zaragoza es la que muestra los valores más altos, en especial en la zona del Valle del Ebro, seguida por Huesca en la zona del Pirineo colindante con Francia y finalmente, Teruel donde está más desarrollado en la zona sur. Por otra parte, las zonas destinadas a praderas y pastizales suman un total de 1.052800 hectáreas, de las cuales el 43,9% se hallan en la provincia de Teruel, el 41,28% en Zaragoza y el 14,82% restante en Huesca.



Figura 105. Izquierda: Superficie agraria útil media de Aragón. Derecha: Superficies de pastos en Aragón. Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Instituto Geográfico de Aragón de 2022 y de ICEARAGON de 2023

Además, según el último censo agrario llevado a cabo por el Instituto Aragonés de Estadística, el número de explotaciones agrícolas de Aragón en 2020 fue de 42.038²². Por provincias, el 46% se encuentran en Zaragoza, el 31% en Huesca y el 23% en Teruel. Las comarcas de Cinco Villas, Ribera Alta del Ebro y La Litera

²¹ https://www.aragon.es/documents/20127/1909615/20220503_DistribTierras2021.pdf/04b8c8bc-95ea-ea36-1bba-ae8945209411?t=1651571851958#:~:text=La%20superficie%20utilizada%20para%20la,nivel%20provincial%2C%20comarcal%20y%20municipal

²² https://www.aragon.es/documents/20127/1909615/20220505_Comenicad_Censo_agrario_2020.pdf/3c961fbf-67c7-8c86-b698-d5c9c00d0511?t=1651748110837#:~:text=El%20n%C3%BAmero%20de%20explotaciones%20agr%C3%ADcolas,en%20el%20censo%20de%202009.

fueron las que registraron los máximos de productividad, con 1.782.995 hasta un máximo de 26.164.362 toneladas. Generalmente las zonas del norte de la región son las que más producen, a comparación de la zona sur de la provincia de Zaragoza y todo el territorio turolense, donde algunas comarcas registran entre 140 a 8.787 toneladas.

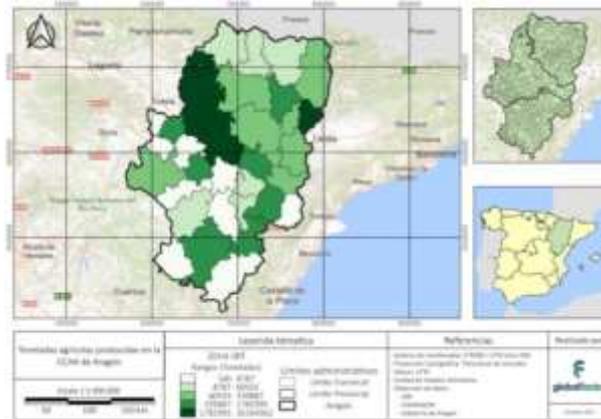


Figura 106. Producción agrícola comarcal de Aragón.
Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Gobierno de Aragón, 2022

Por otro lado, el sector ganadero aragonés comprende al ganado bovino, ovino, caprino, porcino, avícola, equino, de conejos y colmenas. Por provincias y considerando el cómputo de todos los tipos, Zaragoza es la que tiene más cabezas de ganado 13.062910, muy seguida de Huesca con 11.735.493 y finalmente, Teruel con 4.819.528. Así, la actividad ganadera está generalmente muy distribuida en toda la región, destacándose sobre todo a lo largo del Ebro.

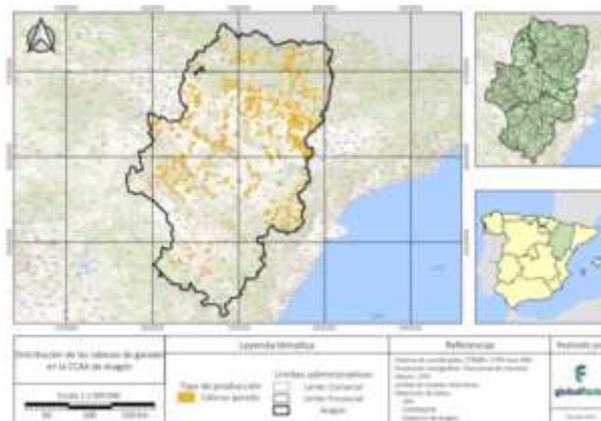


Figura 107. Distribución del ganado en Aragón.
Fuente: Elaboración propia a partir de datos de ICEARAGON, 2023

El tipo de ganado más extendido en la región es el de aves de corral. En Huesca está muy extendida además la crianza de ganado porcino, caprino y bovino, mientras que en Teruel desataca la de conejos.

	Huesca	Teruel	Zaragoza
Bovinos	282769	51.745	73.697
Ovinos	498.826	590.473	565.487
Caprinos	25.418	13.310	14.171
Porcinos	1.858.293	609.917	1.648.848
Aves de corral	9.041.156	3.485.147	10.721.943

	Huesca	Teruel	Zaragoza
Conejas	13.192	50.913	18.900
Colmenas	14.770	17.787	19.175
Equinos	1.069	236	689

Tabla 4. Censo de ganado de la comunidad autónoma de Aragón en cabezas de ganado en el año 2020.
Fuente: Instituto Aragonés de Estadística, 2022

Las afiliaciones a la seguridad social en Aragón en este sector ascienden a 36.868 según datos del 2023²³. Por provincias, las cifras más altas corresponden a Zaragoza, con 17.000 empleados de este sector, mientras que Huesca y Teruel tienen 13.437 y 6.431 afiliados respectivamente. La distribución de afiliaciones en esta región se concentra de manera preferente en el Valle del Ebro, al tratarse de la zona de la comunidad que más extensión de cultivos y granjas tiene. A su vez, las comarcas con mayor número son las del Bajo Cinca con 3.543 afiliados, la Comarca Central con 3.037 afiliados, y Cinco Villas con 2.844 afiliados.

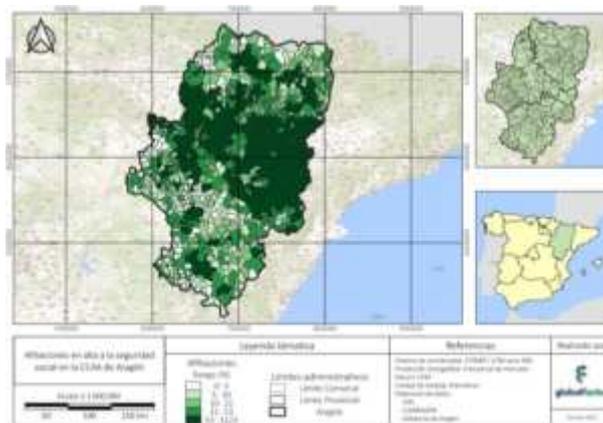


Figura 108. Número de afiliaciones a la Seguridad Social en el sector primario en Aragón.
Fuente: Elaboración propia a partir de datos de ICEARAGON, 2022

Con todo esto, debido a la gran extensión de la industria agrícola y ganadera a lo largo del territorio aragonés, la mayoría de la región tiene un nivel de exposición considerable. Como queda representado en la Figura 109, el valle del Ebro es el que se ve más expuesto, por concentrar a gran parte del sector, así como algunas zonas del norte y del sur de la región donde el ejercicio de la ganadería es importante. Por lo contrario, aquellas localizaciones del sur de la provincia de Zaragoza y de Teruel en las que los cultivos y la cría de ganado no está tan desarrollada muestran una exposición baja.

²³ <https://idearagon.aragon.es/atlas/Aragon/info/actividades-economicas/agricultura--ganaderia--silvicultura/afiliaciones-en-alta-a-la-seguridad-social-en-el-sector-agricultura--ganaderia-y-pesca>

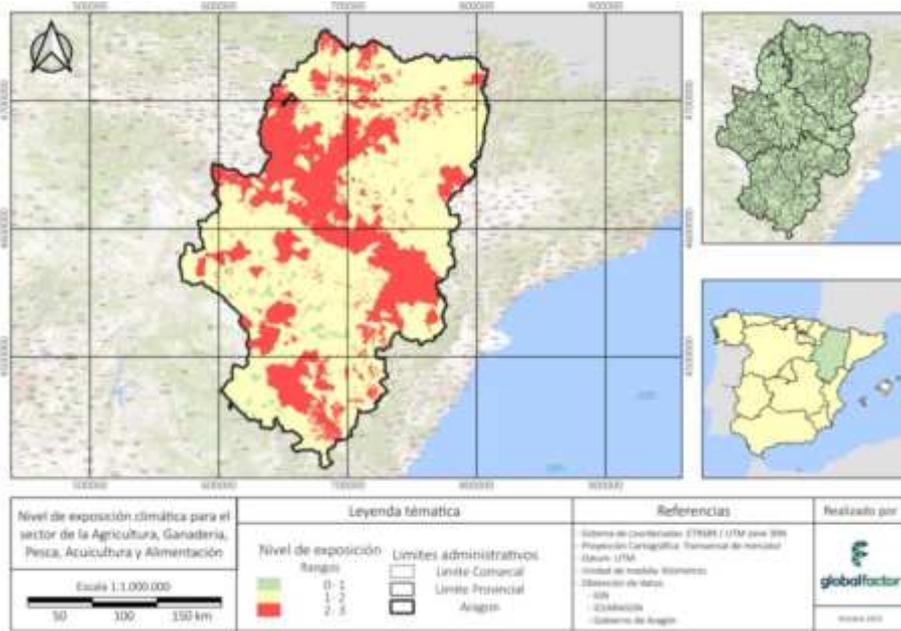


Figura 109. Nivel de exposición climática del sector Agricultura, Ganadería, Pesca, Acuicultura y Alimentación.
Fuente: Elaboración propia a partir de datos del IGN, ICEARAGON y del Gobierno de Aragón

La sensibilidad al cambio climático del sector depende de las características intrínsecas de este. Uno de los principales factores que pueden aumentar la susceptibilidad del sector a verse impactado por el cambio climático es la presencia de cultivos de regadío, altamente dependientes de la disponibilidad de recurso hídrico. Aproximadamente, el 10,5% de la superficie total de Aragón está ocupada por este tipo de cultivo, tal y como se puede observar en la Figura 110. Del total de estas 502.000 hectáreas, 230.000 de ellas están en las provincias de Zaragoza y Huesca, mientras que solo 45.000 en Teruel. Esta distribución se debe a la mayor disponibilidad de agua y a las características topográficas favorables (extensas llanuras con escasa pendiente) con las que cuentan las comarcas del Valle del Ebro y de sus principales afluentes, sobre todo los de la margen izquierda de las dos primeras provincias mencionadas. Por otra parte, la menor extensión de zonas de regadío se encuentra en las cuencas turolenses mediterráneas. Por tipo de cultivos, según los últimos datos disponibles de 2018²⁴, en la comunidad autónoma de Aragón los que consumen más agua son los herbáceos, con 1.800.565 m³, seguido por los frutales con 144.537 m³, las plantaciones de patatas y hortalizas con 50.652 m³, los viñedos y los olivares con 50.426 m³ y otro tipo de cultivos con 26.282 m³.

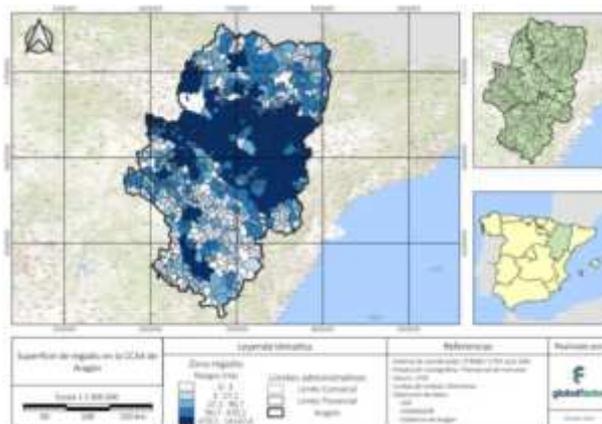


Figura 110. Superficie de regadío en Aragón.
Fuente: Elaboración propia a partir de datos de ICEARAGON, 2023

²⁴ Encuesta sobre el uso del agua en el sector agrario. Año 2018. Instituto Aragonés de Estadística (16/07/2020) <https://www.aragon.es/-/estadisticas-uso-del-agua#anchor3>

Por otra parte, la producción ganadera, sin tener en cuenta la cría de gallinas, está más concentrada en la provincia de Zaragoza, con más de 6 M de reses sacrificadas, seguida de Huesca con, aproximadamente 2 M y, por último, Teruel con 878.000. Por especies, Huesca es líder en producción bovina y caprina, mientras que Teruel en leporinos y Zaragoza se destaca por su producción porcina, avícola y ovina.

Especie	Huesca		Teruel		Zaragoza	
	Nº Sacrificios	Peso canal (Tn)	Nº Sacrificios	Peso canal (Tn)	Nº Sacrificios	Peso canal (Tn)
Bovino	97.750	28.856	788	213	26.102	7.630
Ovino	376.390	5.597	74.316	939	484.356	6.095
Caprino	15.518	142	1.314	8	5.939	44
Porcino	1.499.050	132796	802102	91.025	5.746.925	500.875
Equinos	11	2	0	0	6.463	2088
Aves	16	402.575	237	994.010	3.284	1.036.193
Conejos	0	0	1.331	1.563.468	280	335.600

Tabla 5. Producción general de ganado, año 2019.
Fuente: Gobierno de Aragón, 2019²⁵

La degradación de los suelos afecta de forma directa al correcto desarrollo del sector, por lo que es necesario considerar el efecto de la erosión. Donde su efecto es menos acusado en el valle del Ebro, sobre todo en la parte central de este, y en varios sectores del Prepirineo y el Sistema Ibérico. Correspondiendo el primer mencionado con la zona de más desarrollo agrícola de la región, por lo que gran parte de los cultivos aragoneses tienen bajo riesgo.

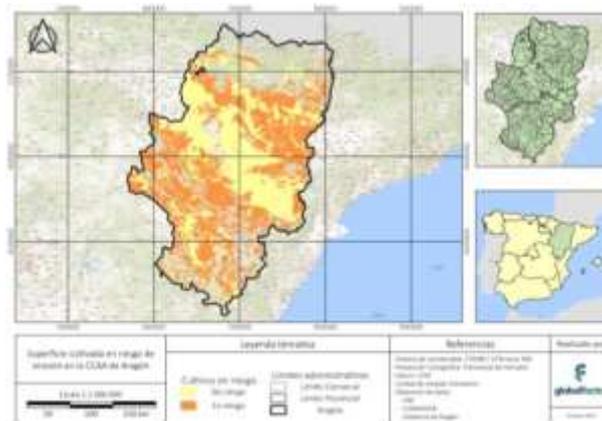


Figura 111. Afección de la erosión según litologías en los cultivos de la comunidad autónoma de Aragón.
Fuente: Elaboración propia a partir de datos de ICEARAGON, 2023

Es crucial considerar cómo y dónde afectan las sequías y la indisponibilidad de agua a la superficie agraria regional, puesto que estas afecciones impactan directamente en la producción y seguridad alimentaria. Así pues, en Aragón, las zonas agrícolas más afectadas son las del este de los Pirineos, la margen derecha del Ebro y el Sistema Ibérico.

²⁵ <https://www.aragon.es/-/producciones-ganaderas>

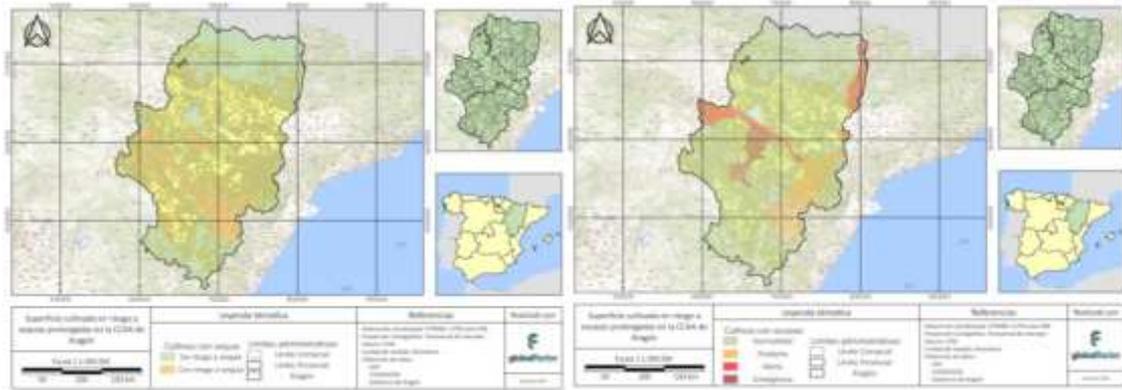


Figura 112. Superficie cultivada en riesgo por sequías y escasez de agua.

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de la Confederación Hidrográfica del Ebro, 2023

Por otro lado, la capacidad de adaptación del sector recae en las medidas llevadas a cabo por el gobierno regional. La superficie agrícola utilizada ecológica (SAU) comprende a las zonas ecológicas y a las convencionales por tipos de cultivo y/o pastos. El territorio de Aragón cuenta con 41.220 hectáreas de este tipo, un alto porcentaje respecto a la superficie agrícola total autonómica. Zaragoza es la provincia que cuenta con una mayor extensión de este tipo de espacios, lo cual corresponde al 46% del total, mientras que Huesca y Teruel representan el 31 y 23% respectivamente.

Las zonas de Aragón con vida silvestre protegida, amparadas por las subvenciones a entidades locales para fomentar y apoyar la adaptación al cambio climático (PIMA), se concentran preferentemente en el norte de la región, en el Pirineo, la zona oriental de la depresión del Ebro y en prácticamente, la totalidad del Sistema Ibérico aragonés. Por lo que si el ejercicio de la agricultura, la ganadería y la pesca necesitase de más espacio, habría que considerar y estudiar si es posible la implementación de estas nuevas zonas de uso antrópico en los hábitats de especies de flora y fauna en peligro de extinción o en un estado comprometido.

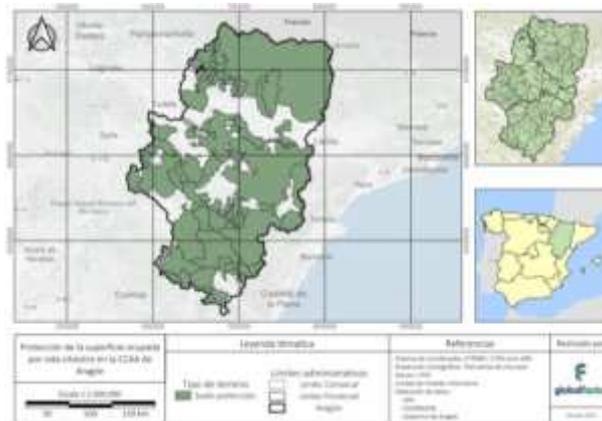


Figura 113. Zonas protegidas de vida silvestre en Aragón.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de ICEARAGON, 2023

Las ayudas y subvenciones a las actividades agrícolas, ganaderas y de la industria alimentaria son distribuidas por el gobierno aragonés, el cual para 2023 ha destinado 600.460.791 € de sus presupuestos generales para este sector, enfocándose sobre todo en la producción agraria y en la gestión de las ayudas.

A partir de todo lo expuesto, se puede observar en la siguiente figura que la vulnerabilidad sectorial en Aragón es heterogénea. Los niveles más altos se concentran en la mitad inferior de la comunidad autónoma, y en la margen izquierda del Ebro. Esto se debe a que las zonas agrícolas ubicadas en dichas localizaciones están afectadas por fenómenos de erosión y por la escasez de agua, fenómenos que impactan de sobremanera en el sector, en especial a los cultivos de regadío.

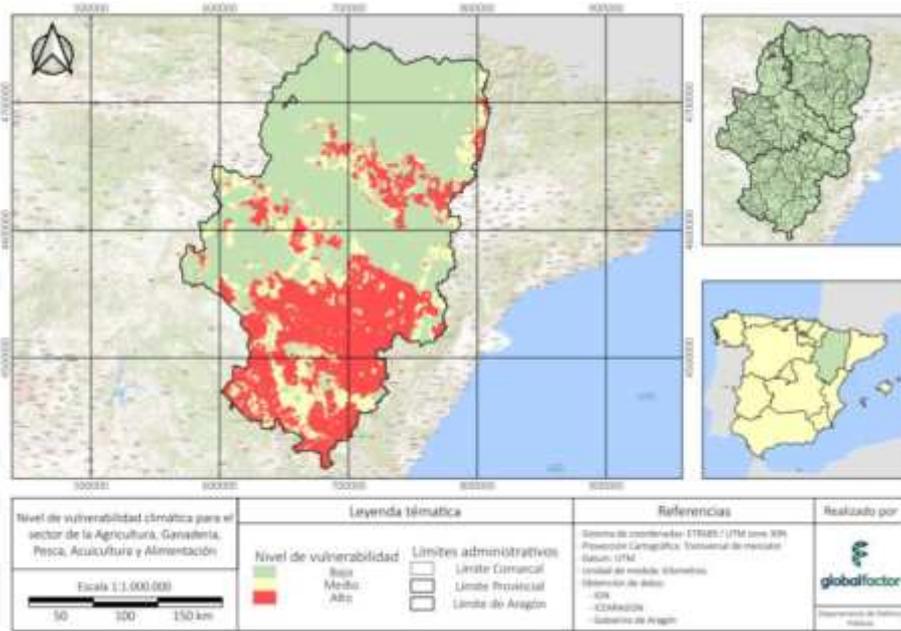


Figura 114. Nivel de vulnerabilidad climática del sector Agricultura, Ganadería, Pesca, Acuicultura y Alimentación de Aragón.
Fuente: Elaboración propia a partir de datos del IGN, ICEARAGON y del Gobierno de Aragón

Así, el riesgo para el sector primario en Aragón varía en función de la amenaza analizada. En lo referente al riesgo por un posible aumento de las lluvias intensas, se observa un riesgo histórico generalmente bajo, destacándose aquellas zonas donde las precipitaciones son mayores, con riesgos entre bajos y muy altos. Se destaca un punto concreto del mapa en el que el riesgo es muy alto, el cual se encuentra al este del territorio, en la comarca del Matarraña. Se caracteriza por tener una elevada presencia de elementos del sector, que además tiene una vulnerabilidad alta, donde la amenaza por aumento de lluvias es máxima.

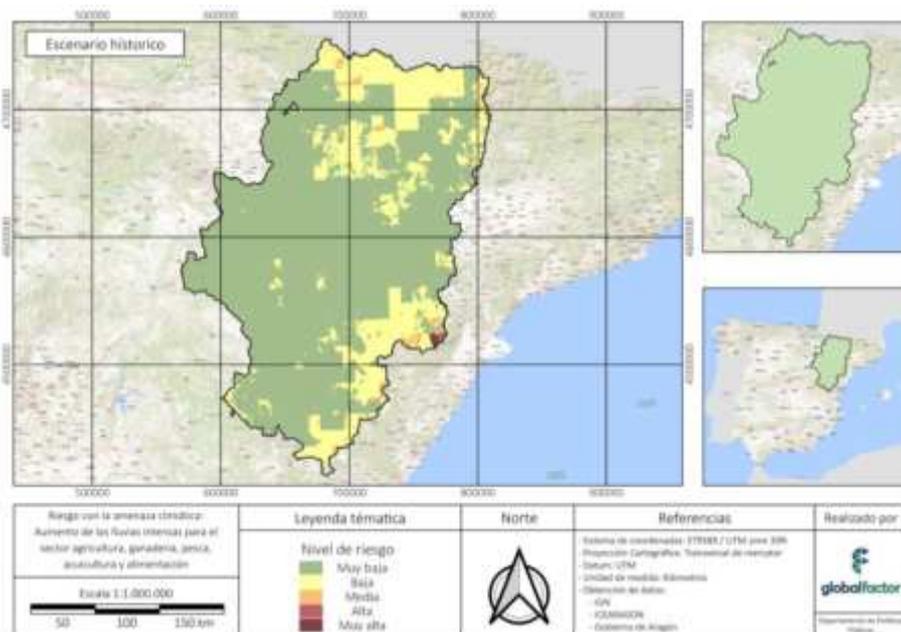


Figura 115. Riesgo climático histórico del sector sector agricultura, ganadería, pesca, acuicultura y alimentación al aumento de lluvias intensas en Aragón.
Fuente: Elaboración propia a partir de datos del IGN, ICEARAGON y del Gobierno de Aragón

En cuanto al riesgo futuro, las proyecciones muestran poca variación del mismo, no pudiendo establecerse un patrón de variación claro, manteniendo así los valores de riesgo estables en el tiempo.

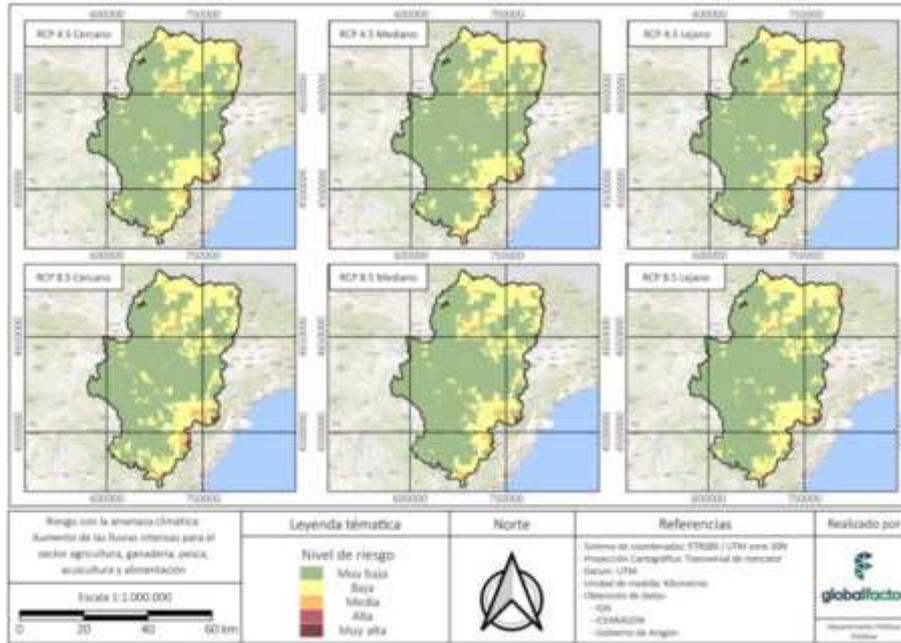


Figura 116. Riesgo climático para los escenarios climáticos RCP 4.5 y RCP 8.5 a corto, medio y largo plazo del sector agricultura, ganadería, pesca, acuicultura y alimentación al aumento de las lluvias intensas en Aragón.
Fuente: Elaboración propia a partir de datos del IGN, ICEARAGON y del Gobierno de Aragón

En cuanto al riesgo por aumento de temperaturas y eventos de olas de calor, el sector en la comunidad autónoma de Aragón se encuentra en nivel de riesgo muy bajo o bajo por el aumento de las temperaturas en el período histórico. Las zonas que presentan un riesgo mayor se concentran preferentemente en el Valle del Ebro siendo estas las más expuestas del sector de forma general, por lo que se corresponden con las que congregan a gran parte del sector.

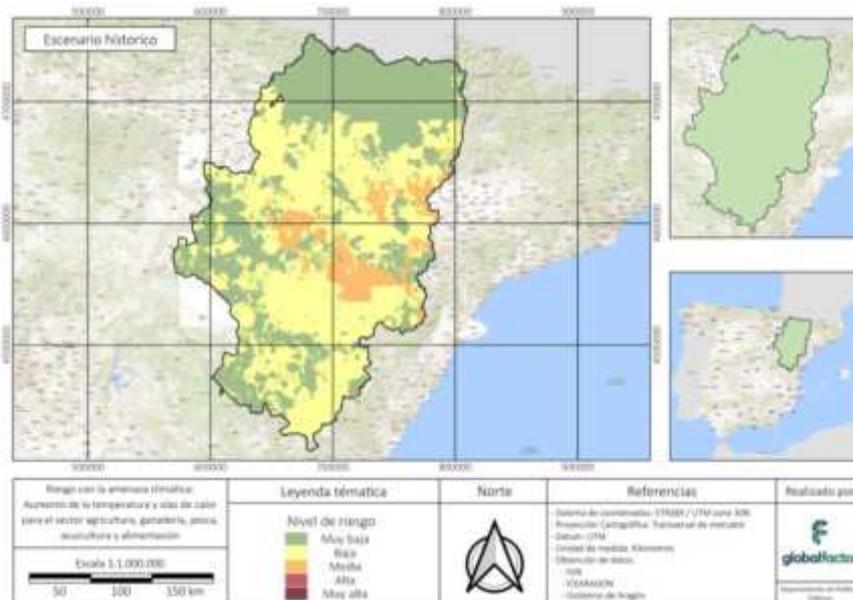


Figura 117. Riesgo climático histórico del sector sector agricultura, ganadería, pesca, acuicultura y alimentación al aumento de temperaturas y de las olas de calor en Aragón.
Fuente: Elaboración propia a partir de datos del IGN, ICEARAGON y del Gobierno de Aragón

A futuro, se espera que el riesgo aumente de forma progresiva. Hasta medio plazo, ambos escenarios muestran variaciones similares. A largo plazo, el aumento del riesgo se espera notablemente mayor en el

escenario RCP 8.5, llegando a mostrar valores de riesgo muy alto en las zonas de mayor exposición sectorial, sobre todo en la mitad inferior de la región.

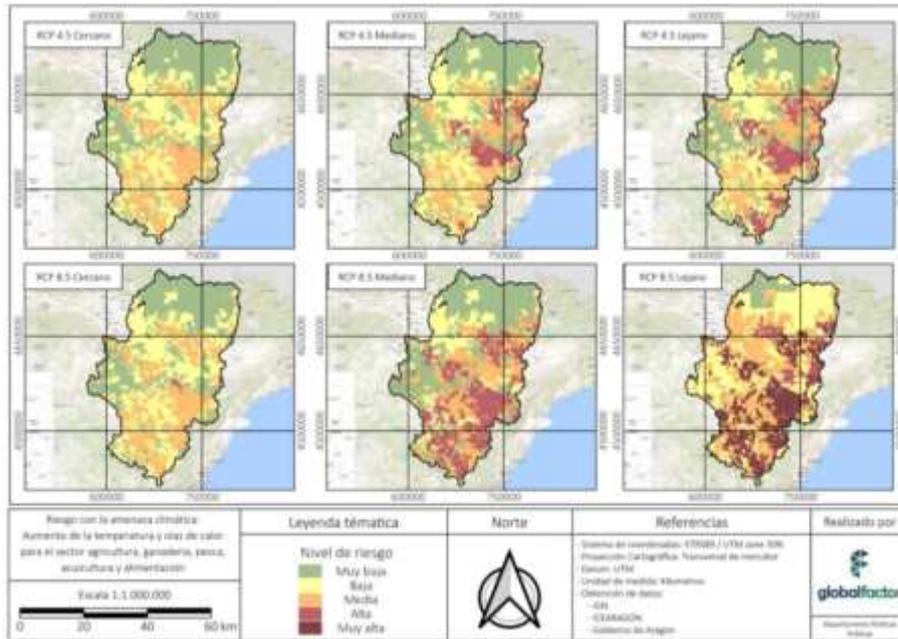


Figura 118. Riesgo climático para los escenarios climáticos RCP 4.5 y RCP 8.5 a corto, medio y largo plazo del sector agricultura, ganadería, pesca, acuicultura y alimentación al aumento de temperaturas y de las olas de calor en Aragón.
Fuente: Elaboración propia a partir de datos del IGN, ICEARAGON y del Gobierno de Aragón

Esta amenaza es muy relevante para el sector primario, el cual es muy dependiente de la indisponibilidad de agua. Se destacan niveles de riesgo muy bajos en el Pirineo gracias a que en estas zonas el régimen hídrico es mayor y por las medidas y ayudas llevadas a cabo para garantizar la producción, así como por la infraestructura hidráulica encargada de gestionar el recurso. El nivel de riesgo aumenta en el centro de la región, que cuenta con una elevada exposición, con mucho desarrollo de la agricultura de regadío. Se destaca la margen derecha del Ebro donde se alcanzan niveles de riesgo alto en extensas áreas debido a la presencia de especies muy sensibles a estos cambios y a un sector menos fortalecido.

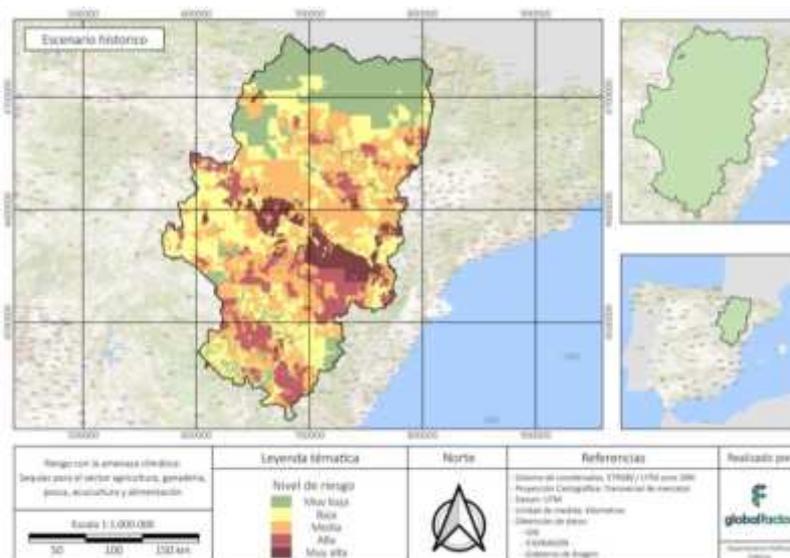


Figura 119. Riesgo climático histórico del sector sector agricultura, ganadería, pesca, acuicultura y alimentación a las sequías en Aragón.
Fuente: Elaboración propia a partir de datos del IGN, ICEARAGON y del Gobierno de Aragón

A futuro, se prevé un aumento generalizado del riesgo en toda la región, en especial en la margen derecha del Ebro, la cual ya presenta en el registro histórico niveles de riesgo muy alto. Donde se prevé en las simulaciones de los horizontes lejanos amplias zonas sometidas a niveles de riesgo elevados en gran parte del Valle del Ebro y del Sistema Ibérico.

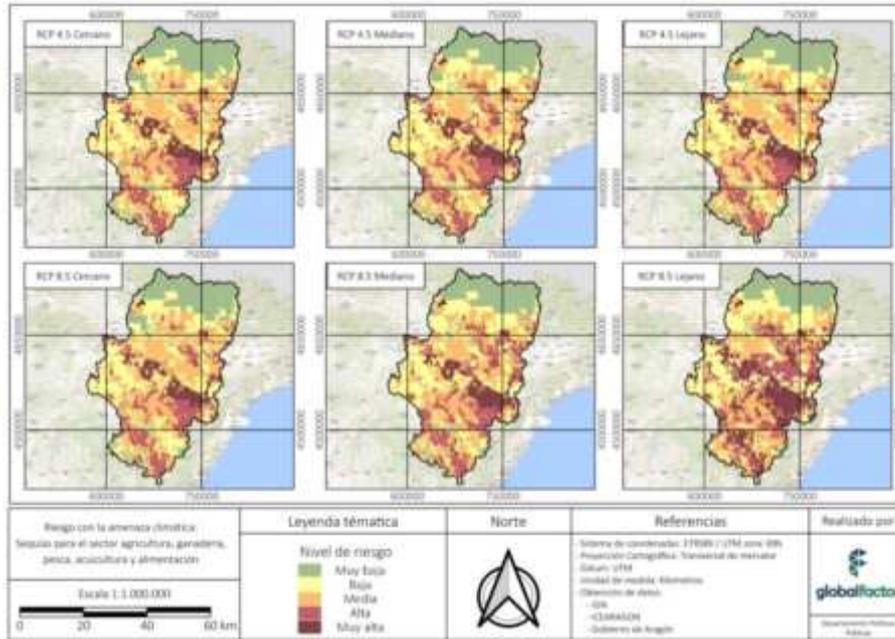


Figura 120. Riesgo climático para los escenarios climáticos RCP 4.5 y RCP 8.5 a corto, medio y largo plazo del sector agricultura, ganadería, pesca, acuicultura y alimentación a sequías en Aragón.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del IGN, ICEARAGON y del Gobierno de Aragón

En cuanto al riesgo de incendios, se observan valores generalmente bajos en la mitad superior de la región, mientras que en la inferior están más extendidos niveles superiores, encontrándose algunos enclaves sometido a altos niveles de riesgo en la provincia de Teruel, principalmente. Estas zonas son las que sufren en mayor medida los impactos de la escasez de agua y de los fenómenos de erosión.

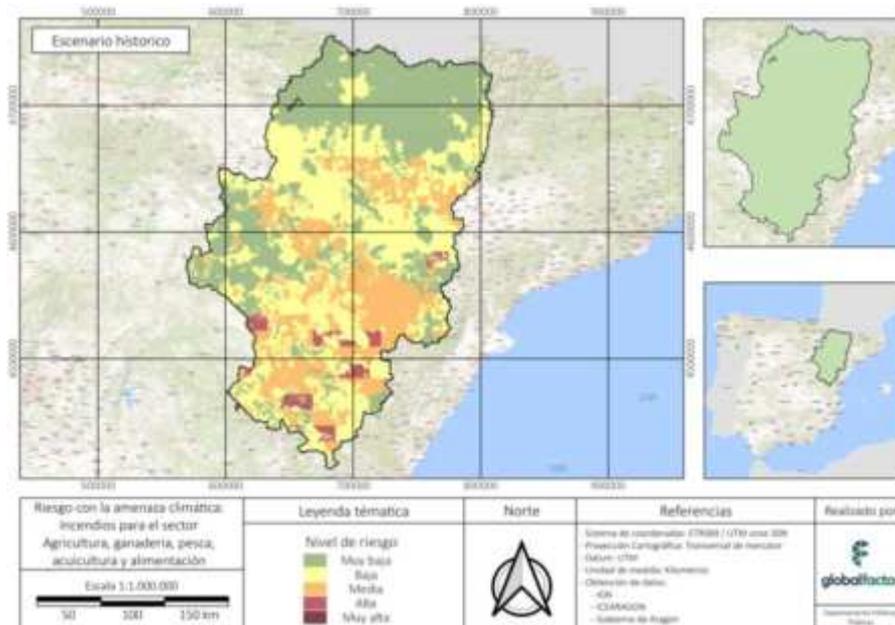


Figura 121. Riesgo climático histórico del sector sector agricultura, ganadería, pesca, acuicultura y alimentación a incendios en Aragón.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del IGN, ICEARAGON y del Gobierno de Aragón

A futuro, el riesgo puede aumentar gradualmente, sobre todo en el escenario RCP 8.5. Se destaca el aumento esperado en las comarcas de este de la región, en especial las de la mitad inferior de esta, donde se podrían alcanzar niveles de riesgo medios y altos.

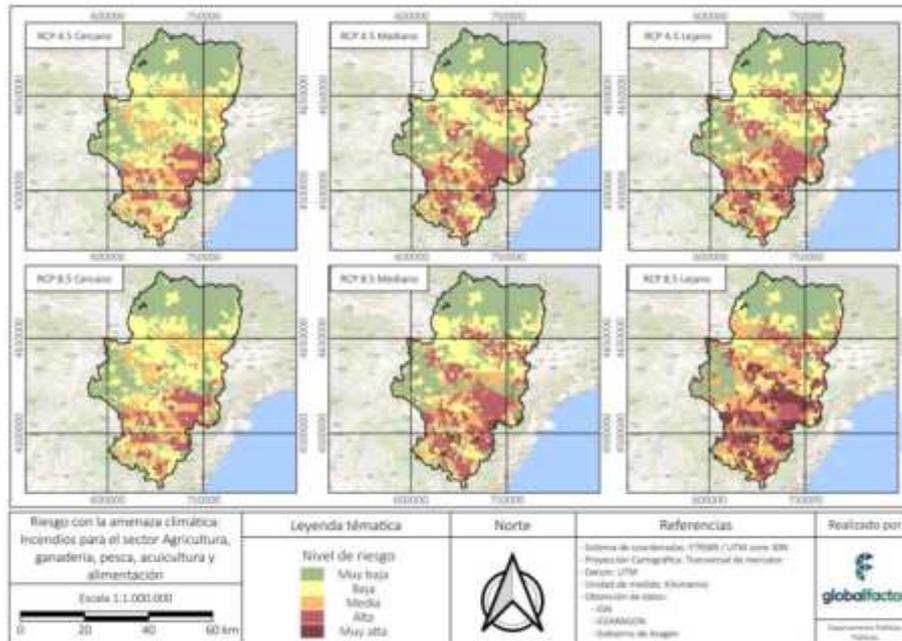


Figura 122. Riesgo climático para los escenarios climáticos RCP 4.5 y RCP 8.5 a corto, medio y largo plazo del sector agricultura, ganadería, pesca, acuicultura y alimentación a incendios en Aragón.
Fuente: Elaboración propia a partir de datos del IGN, ICEARAGON y del Gobierno de Aragón

Ciudades, urbanismo y edificación

Las ciudades y los sectores de urbanismo y edificación están interconectados. Las ciudades son el espacio físico donde se desarrolla la vida urbana, el urbanismo es la disciplina que se ocupa de la planificación y diseño de estas, y la edificación es el proceso de construcción de los edificios que las conforman. Así, se consideran que los elementos que pueden recibir los impactos para este sector incluyen el total de la población existente, las zonas urbanas y las edificaciones e infraestructura urbana existente.

Así, las decisiones sobre la gestión de los estos espacios, el urbanismo y la edificación tienen un impacto significativo en el medio ambiente, la economía y la sociedad. Ya que afectan directamente a la calidad del aire, el agua y el suelo, así como el uso de energía y de los recursos. Del mismo modo, las decisiones sobre los materiales utilizados en la construcción de los edificios pueden influir en la creación de espacios más sostenibles y resilientes, donde se deberían de favorecer el establecimiento de zonas verdes urbanas ante el actual escenario de cambio climático.

Los impactos que el sector puede recibir son diversos. Por un lado, un aumento de las temperaturas y una disminución de las precipitaciones podrían conllevar un aumento de la presión sobre la infraestructura existente, conllevando daños en carreteras y estructuras, además de un aumento de necesidades de refrigeración y un aumento de los costes asociado. Además, los espacios públicos y áreas verdes urbanas muestran baja resiliencia ante las sequías y olas de calor, lo que puede provocar la pérdida de vegetación y, por lo tanto, verse reducida la calidad de vida de los habitantes, además del aumento de la concentración de gases de efecto invernadero en las urbes.

Un aumento de precipitaciones extremas, por otro lado, podría afectar al funcionamiento de los sistemas de drenaje y alcantarillado, así como propiciar daños en la infraestructura existente, poniendo en riesgo la salud de la población.

Las redes de suministro eléctrico y servicios públicos pueden sufrir daños durante incendios forestales, inundaciones y lluvias intensas. Los cortes en el suministro eléctrico y de otros servicios esenciales pueden afectar la vida diaria de la población urbana.

Además, se dan distintas características en el territorio que pueden hacer que el sector sea más sensible. La infraestructura urbana mal diseñada o anticuada puede ser más susceptible a los impactos del cambio climático. La falta de adaptación y resiliencia en las infraestructuras aumenta el riesgo de daños durante eventos climáticos extremos. Además, las comunidades con bajos recursos económicos y sociales pueden tener menos capacidad para hacer frente a dichos impactos de las amenazas climáticas. La falta de recursos puede dificultar la adaptación y recuperación después de eventos climáticos extremos. El uso inadecuado del terreno y la falta de planificación urbana pueden aumentar la exposición de las ciudades a las amenazas climáticas. La ocupación de zonas propensas a inundaciones o incendios forestales puede aumentar el riesgo para la población y las infraestructuras.

Por otro lado, la implementación de planes de adaptación y resiliencia urbana son fundamentales para hacer frente a las amenazas climáticas. Estos planes deben abordar la gestión del riesgo, la infraestructura de calidad y la protección de la población vulnerable. Además, la mejora en la infraestructura urbana y de la edificación, como sistemas de drenaje más eficientes y edificios con estándares de construcción sostenibles, puede aumentar la resiliencia de las ciudades frente a eventos climáticos extremos. De igual forma, la eficiencia energética en las ciudades puede reducir la demanda de energía y minimizar los impactos climáticos relacionados con la producción y el consumo de este recurso. Finalmente, el diseño de espacios verdes y áreas públicas con vegetación adecuada puede ayudar a mitigar los impactos del calor urbano y a mejorar la calidad del aire, además de servir como espacios de retención de las aguas durante inundaciones.

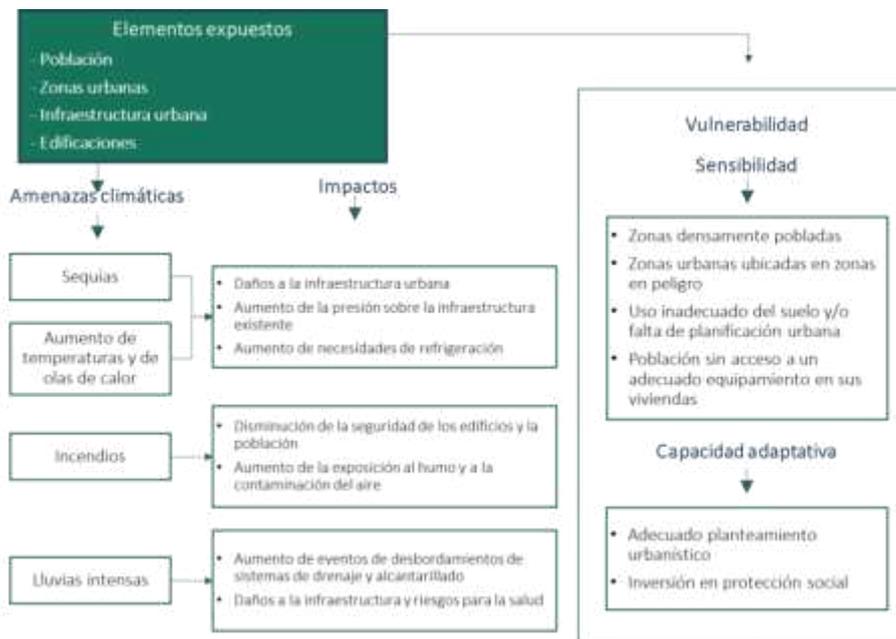


Figura 123. Cadena de impacto para el sector ciudades, urbanismo y edificación en Aragón. Fuente: Elaboración propia

El sector ciudad, urbanismo y edificación viene definido por los núcleos urbanos. Por un lado, la densidad poblacional de Aragón revela dos aspectos fundamentales. En primer lugar, se observan cifras de densidad bajas. Aragón cuenta actualmente con una densidad de población de apenas 27,8 hab/km², y diferencias provinciales importantes. Destacan Huesca y Teruel, con 14,4 y 9,1 hab/km² respectivamente. Zaragoza, siendo su capital el principal núcleo poblacional importante en la región, resultado de los intensos procesos

migratorios campo-ciudad, muestra una densidad de 55,9 hab/km², manteniendo una cifra ligeramente superior a las dos anteriores.

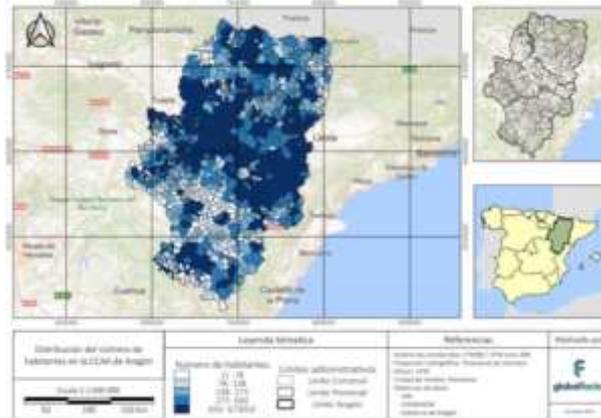
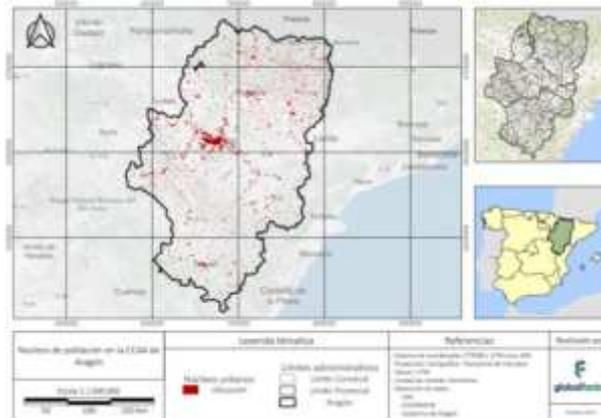


Figura 124. Número de habitantes en Aragón por municipio.
Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Instituto Geográfico de Aragón del 2022

Así pues, la Comunidad Autónoma de Aragón cuenta con una población de 1.351.492 habitantes que se concentra mayoritariamente en 3 núcleos poblacionales: las capitales de provincia. Destaca la ciudad de Zaragoza con 673.010 habitantes, lo cual supone un 49,8% del total de la población de Aragón. A su vez, Huesca cuenta con 53.305 habitantes y Teruel con 35.900 habitantes. Los demás municipios son notablemente de menor tamaño, aglutinando tan solo un 43,6% del total de las personas que viven en esta comunidad autónoma. Generalmente, las comarcas del Valle del Ebro son las más pobladas de toda la región aragonesa y las que albergan a los principales núcleos de población.



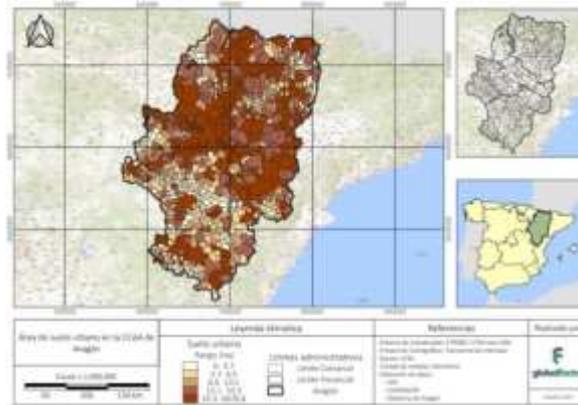


Figura 126. Hectáreas de suelo urbano por municipio en Aragón.
Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Instituto Geográfico de Aragón, 2022

Por otra parte, como se aprecia en la Figura 127, el número de viviendas de uso residencial habitual por cada 1.000 habitantes en las tres provincias aragonesas es muy parecido, teniendo de media Zaragoza 407, Huesca 400 y Teruel 398. A escala comarcal, cabe destacar las zonas de la Sierra de Albarracín, Cinco Villas, La Jacetania o Campo de Belchite con 473 hasta 1.000 viviendas por cada 1.000 habitantes. Esto se debe a que en muchos casos son viviendas turísticas.

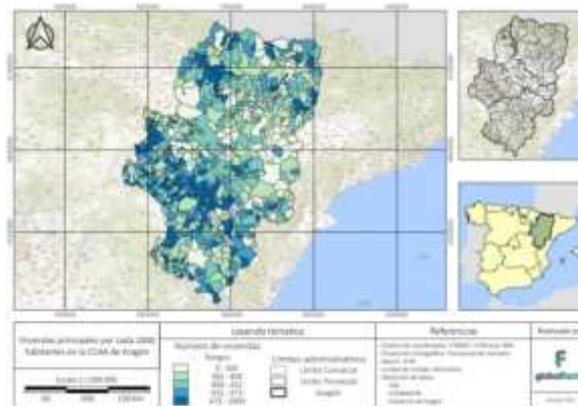


Figura 127. Número de viviendas por cada 1.000 habitantes en Aragón.
Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Instituto Geográfico de Aragón

En cuanto a la red de transporte de energía de alta tensión, Las provincias de Zaragoza y Huesca son las que cuentan con una mayor cobertura, sobre todo la capital autonómica, la margen izquierda del río Ebro y el sector norte de la parte aragonesa del Sistema Ibérico.



Figura 128. Red de transporte de energía de Aragón.
Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la Confederación Hidrográfica del Ebro

Así pues, el nivel de exposición de las zonas urbanas se rige por la extensión de las mismas, el número de habitantes que albergan y la distribución de la infraestructura urbana y las edificaciones. Atendiendo a lo descrito, como se presenta en la Figura 129, casi la totalidad del territorio aragonés presenta un nivel de exposición medio o alto, concentrándose en aquellos núcleos poblaciones donde el ratio de viviendas por cada 1.000 habitantes es bajo, mientras que las zonas con una distribución desigual de la población y de la red de abastecimiento de energía presentan un nivel de exposición media.

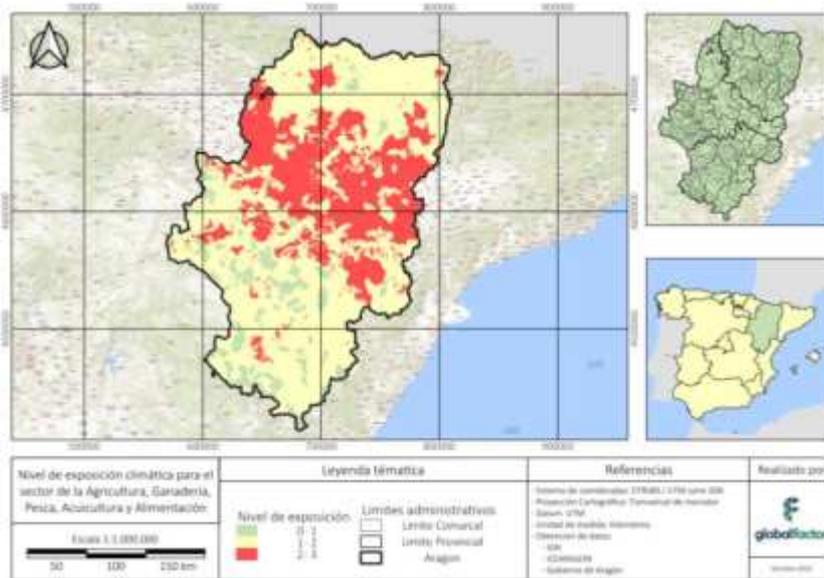


Figura 129. Nivel de exposición climática del sector Ciudades, Urbanismo y Edificación. Fuente: Elaboración propia a partir de datos del IGN, ICEARAGON y del Gobierno de Aragón

En cuanto a la sensibilidad del sector, esta está regida por diversos factores, los cuales incluyen las zonas densamente pobladas, el uso inadecuado del suelo, la falta de planificación urbana y habitantes sin acceso a adecuados equipamientos en sus viviendas.

Por un lado, como se ha mencionado anteriormente, el Valle del Ebro comprende a los principales núcleos poblaciones y a la ciudad más grande de la región, siendo así la zona con mayor densidad poblacional y con una alta sensibilidad asociada. Esta es, además, junto a las zonas de las inmediaciones del Jiloca, la zona de Aragón que más se ve afectada por las inundaciones, tal y como puede observarse en la Figura 130 derecha. Por otro lado, las regiones menos sensibles en estos aspectos se encuentran en los sectores sureste de Teruel y el norte del Pirineo aragonés.



Figura 130. Izquierda: Densidad de población de Aragón. Derecha: Zonas urbanas afectadas por inundaciones en Aragón. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de ICEARAGON, 2023

A su vez, para estimar la calidad de vida de los entornos urbanos es necesario atender a los niveles de contaminación del aire en las ciudades. Así pues, la Red de Calidad del Gobierno de Aragón (RCGA) lleva a

cabo estudios de zonificación. Para ello se han definido 5 zonas diferentes atendiendo a las características orográficas y a los focos de emisores, las cuales son Pirineos, Valle del Ebro, Bajo Aragón, Cordillera Ibérica y zona de Zaragoza. Donde la capital autonómica es la que presenta los valores más altos en monóxido de carbono, benceno, metales pesados (cadmio, arsénico, plomo y níquel) e hidrocarburos aromáticos policíclicos²⁷. Los resultados obtenidos se complementan con la información obtenida a través de otras redes públicas y privadas, como pueden ser las del ayuntamiento de Zaragoza y las de las centrales de generación eléctrica de carbón y de ciclo combinado.

En los últimos años las zonas del Pirineo aragonés, el Valle del Ebro y la zona sur de la provincia de Teruel han ido llevando a cabo un gran evolución urbanística e infraestructural, lo cual ha necesitado de la construcción en enclaves naturales para el desarrollo urbano, lo cual podría derivar en el uso inadecuado de los suelos y en la falta de planificación urbana. Así, en dichas zonas ha aumentado el suelo artificial entre 33,3 hasta 6.676,8 hectáreas.



Figura 131. Evolución de la artificialización de los suelos.
Fuente: Elaboración propia a partir de datos de ICEARAGON, 2023

En cuanto a la población vulnerable de Aragón a los efectos del cambio climático, la cual no tiene acceso a un adecuado equipamiento en sus viviendas, esta se puede determinar a través de diferentes variables respecto a la media nacional tal y como está recogido en la Tabla 6. Aragón muestra un menor porcentaje de población incapaz de afrontar gastos imprevistos en sus hogares, cuenta con un menor número de habitantes que no pueden permitirse mantener una temperatura adecuada en sus casas y menos residentes que han tenido demoras en el pago de la hipoteca y las facturas, lo cual mejora la sensibilidad territorial del sector.

	Aragón	Media España
Sin capacidad de afrontar gastos imprevistos	26,6	35,5
No puede mantener una vivienda a una temperatura adecuada	8,4	17,7
Ha tenido retrasos en el pago de los gastos de su vivienda	6,3	10

Tabla 6. % de hogares con carencia de material en el año 2022
Fuente: Encuesta de Condiciones de Vida del INE

Por el contrario, existen actuaciones y características territoriales que pueden mejorar la capacidad de adaptación al cambio climático del sector, tales como la existencia de planes urbanísticos eficaces y resilientes. En Aragón, 731 de sus municipios ya cuentan con este tipo de medidas. De forma general, las zonas carentes de estos se relacionan a aquellas áreas menos pobladas, especialmente el Prepirineo y zonas de la Cordillera Ibérica, sobre todo zaragozana. Buena parte de las zonas turísticas del Pirineo, el eje

²⁷ Véase más información en <https://aragonaire.aragon.es/es/inicio>

central de valle del Ebro y los principales municipios turolenses disponen de un Plan General de Ordenación Urbana.

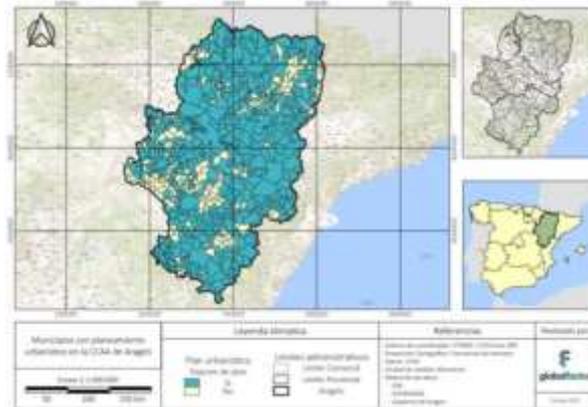


Figura 132. Municipios con planteamiento urbanístico en Aragón.
Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Instituto Geográfico de Aragón, 2023

Los municipios que tienen un Plan General de Ordenación Urbana en la comunidad de Aragón son 222, un 30,36% del total, que generalmente se corresponden a los de mayor población o con un mayor dinamismo económico. Por otra parte, los municipios que disponen de Proyectos de Delimitación del Suelo Urbano son 176, el 24,1% del total, que, si bien no es una figura de planeamiento, sí que es una modalidad transitoria que delimita lo que es suelo urbano de lo que no lo es. Un total de 72 municipios disponen de Normas Subsidiarias, lo que supone un 9,8% del total. Finalmente son 261 municipios, generalmente los de menor tamaño y dinamismo, los que no tienen ningún tipo de planeamiento, suponiendo un 35,7% del total de localidades de Aragón, aunque, estos sí que se encuentran regidos por las Normas Subsidiarias de carácter provincial.

En el año 2023 el Gobierno de Aragón ha destinado 465.318.115€ de los presupuestos autonómicos para gasto en seguridad y protección social. De los mismos, el 89,52% de dichos fondos va destinado a la gestión y desarrollo de los servicios sociales, mientras que el 10,48% restante se asigna a los servicios generales de Ciudadanía y Derechos Sociales, a Relaciones Laborables y a políticas integrales de Apoyo a las Familias y de Igualdad. Estos presupuestos, respecto a todas las comunidades autónomas, se sitúa en el valor medio nacional, al igual que otras regiones como Navarra y Asturias. El gasto por municipio en la región alcanza su máximo en las localidades del Valle del Ebro, como Zaragoza y Caspe, en el resto de las capitales de provincia y en algunos municipios del noroeste del Pirineo Aragonés, como Jaca. Por otro lado, los municipios de las comarcas rurales, en especial los de la provincia de Teruel, son los que presentan presupuestos municipales más bajos, hasta 270.972 euros.

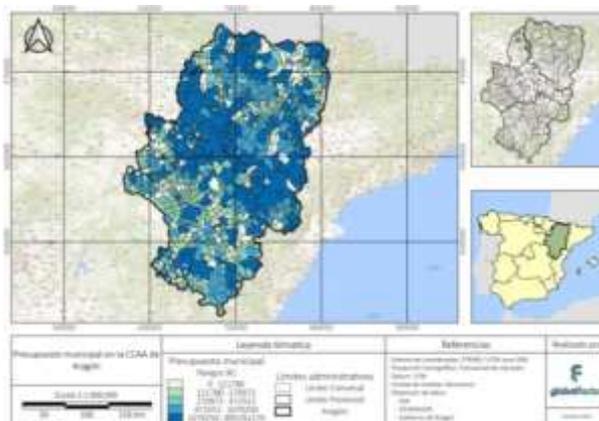


Figura 133. Gastos municipales de Aragón.
Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Gobierno de Aragón, 2023

Considerando todos los elementos de vulnerabilidad del sector, se identifican a lo largo del territorio aragonés varias zonas altamente vulnerables. Estas se concentran sobre todo en las comarcas del noreste y en las del centro de la región, como pueden ser La Ribagorza y la Comunidad de Calatayud. Estas zonas cuentan, generalmente, con densidades de población bastante elevadas, gran pérdida de suelo natural a favor del urbano, el cual además está en riesgo de inundación. En las poblaciones afectadas que además no tienen integrados planes de gestión urbanística y no reciben la dote presupuestaria suficiente, ya sea de fondos autonómicos o municipales, la vulnerabilidad es especialmente elevada. Así pues, gran parte de las zonas urbanas del Valle del Ebro aragonés, debido a las inundaciones, se encuentran como mínimo en una situación de vulnerabilidad media. Por otro lado, el norte y sur de la comunidad autónoma cuenta con una vulnerabilidad baja, al estar menos pobladas y por contar con planes y fondos suficientes.

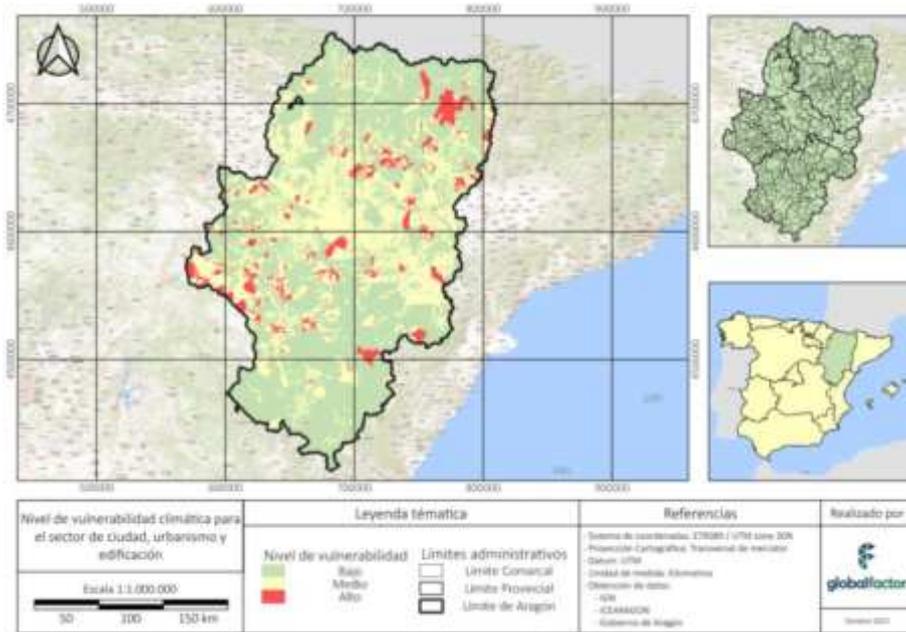


Figura 134. Nivel de vulnerabilidad climática del sector Ciudad, Urbanismo y Edificación. Fuente: Elaboración propia a partir de datos del IGN, ICEARAGON y del Gobierno de Aragón

En cuanto al riesgo climático a las amenazas analizadas, se observa que el riesgo por aumento de lluvias intensas en Aragón es muy bajo en la mayoría del territorio, salvo en zonas urbanas que se encuentran en los Pirineos. Se destaca, con riesgos históricos muy altos para el sector, los núcleos urbanos a lo largo de la frontera con Francia, así como algunas poblaciones al este en el Sistema Ibérico. En dichas zonas en las que las lluvias son recurrentes, los núcleos urbanos más grandes son los que mostrarán los valores de riesgo más elevados.

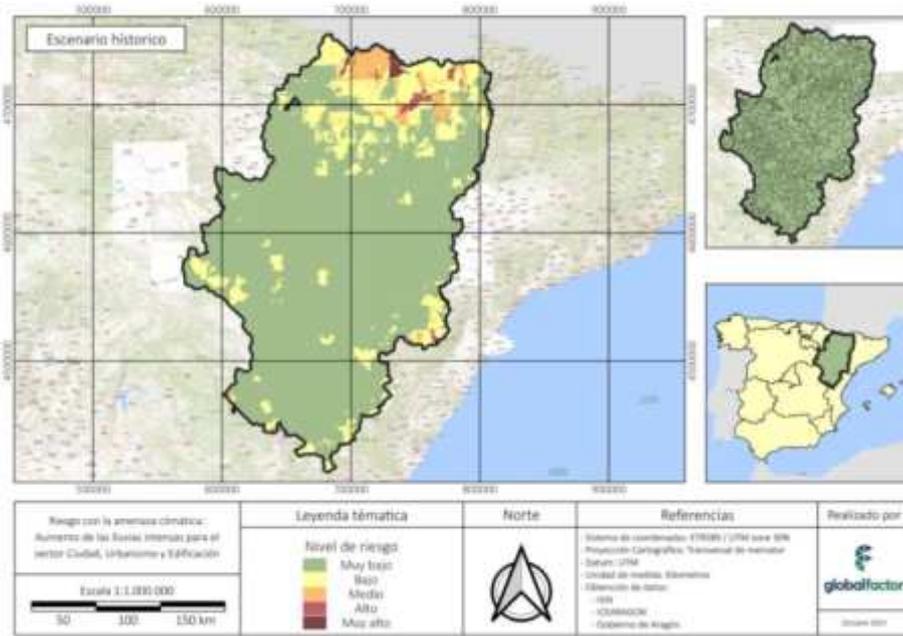


Figura 135. Riesgo climático histórico del sector ciudades, urbanismo y edificación al aumento de las lluvias intensas en Aragón.
Fuente: Elaboración propia a partir de datos del IGN, ICEARAGON y del Gobierno de Aragón

En cuanto al riesgo futuro, no se prevén cambios significativos, pues las proyecciones climáticas no muestran un patrón claro en relación con el aumento o disminución de lluvias torrenciales.

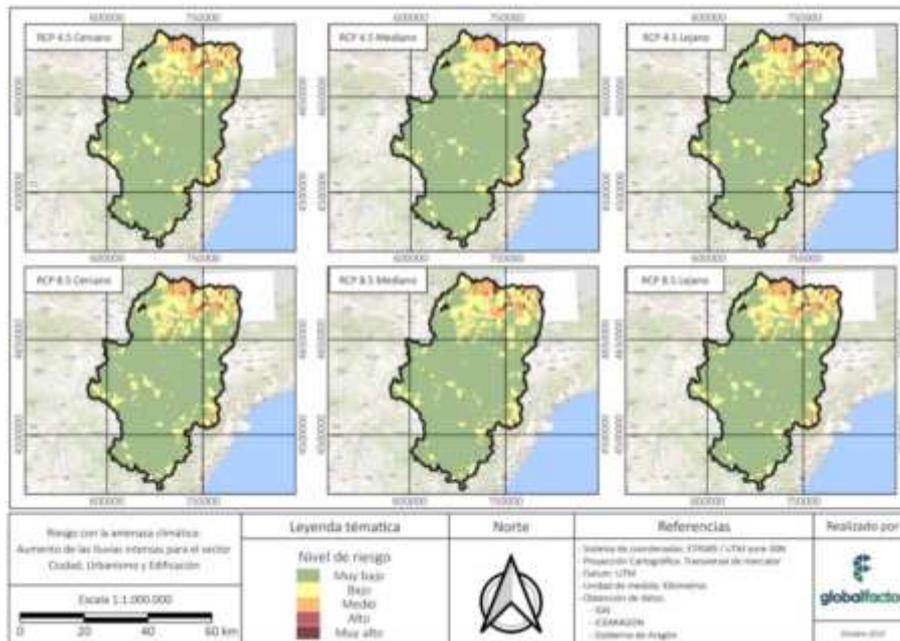


Figura 136. Riesgo climático para los escenarios climáticos RCP 4.5 y RCP 8.5 a corto, medio y largo plazo del sector ciudades, urbanismo y edificación al aumento de las lluvias intensas en Aragón.
Fuente: Elaboración propia a partir de datos del IGN, ICEARAGON y del Gobierno de Aragón

El nivel de riesgo histórico en Aragón al que se ven sometidas las zonas urbanas por aumento de las temperaturas y de las olas de calor es relativamente más alto en la franja central del territorio, siendo muy bajo en gran parte de los Pirineos y en la provincia de Teruel. Se destacan, con riesgo medio, aquellas zonas del centro de la región que están más pobladas y/o disponen de menos recursos para combatir el incremento de las temperaturas.

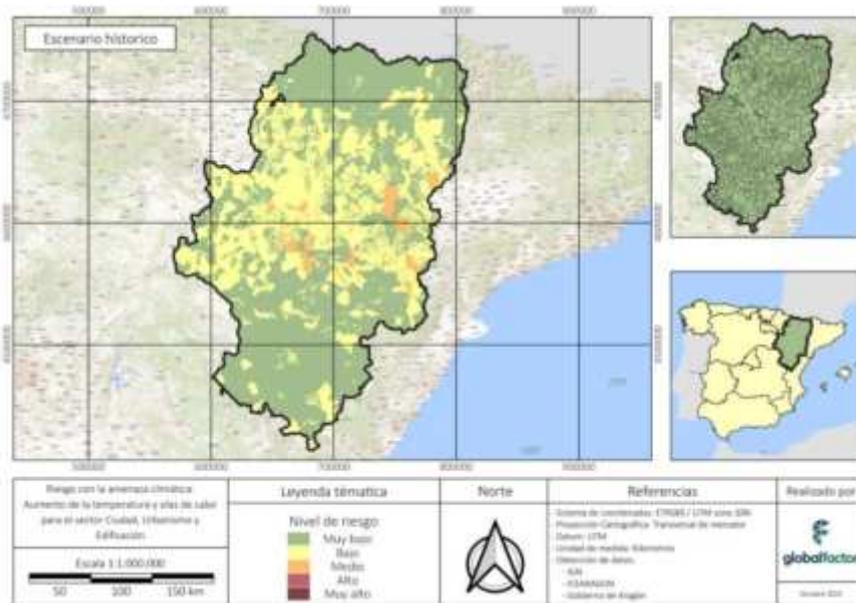


Figura 137. Riesgo climático histórico del sector sector ciudades, urbanismo y edificación al aumento de temperaturas y de las olas de calor en Aragón.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del IGN, ICEARAGON y del Gobierno de Aragón

A futuro, sin embargo, se espera un incremento importante del riesgo a esta amenaza, destacándose los principales núcleos urbanos de la Comunidad Autónoma. Es necesario, a su vez, destacar el escenario RCP 8.5 a largo plazo, en el cual se podría contar con un nivel de riesgo importante en gran parte del territorio, donde nuevamente es el Valle del Ebro e incluso algunas localidades de los Pirineos y de Sistema Ibérico presentarían riesgos más altos.

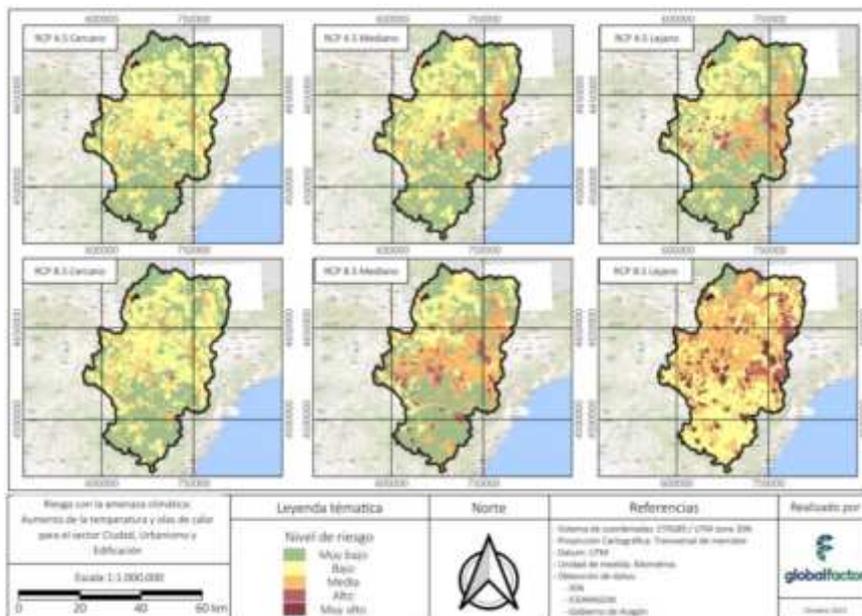


Figura 138. Riesgo climático para los escenarios climáticos RCP 4.5 y RCP 8.5 a corto, medio y largo plazo del sector ciudades, urbanismo y edificación al aumento de temperaturas y de las olas de calor en Aragón.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del IGN, ICEARAGON y del Gobierno de Aragón

El riesgo por sequías es importante para el sector, en especial en aquellas zonas densamente pobladas, sobre todo las del Valle del Ebro, donde las precipitaciones son menores y los ayuntamientos se enfrentan al reto de asegurar el abastecimiento de agua. Así, es en los municipios del centro de la región que están

muy poblados y que han experimentado evoluciones considerables de la urbanización del terreno donde ya en el período histórico se observan valores de riesgo muy altos.

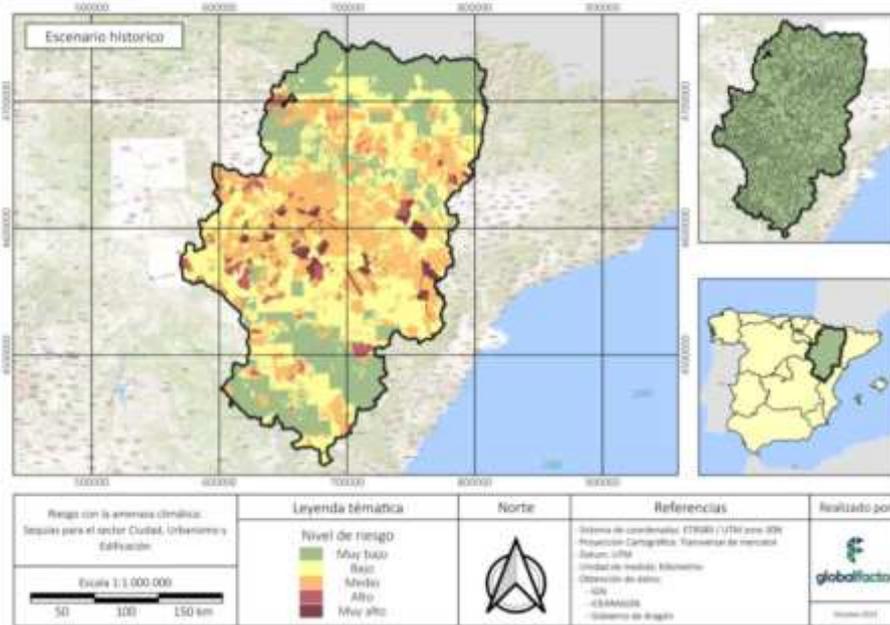


Figura 139. Riesgo climático histórico del sector sector ciudades, urbanismo y edificación a las sequías en Aragón.
Fuente: Elaboración propia a partir de datos del IGN, ICEARAGON y del Gobierno de Aragón

A futuro, se espera que el nivel de riesgo bajo se pueda expandir por los Pirineos y el sur de la región, aumentando en el centro y suroeste de la región. Se destaca a largo plazo el escenario RCP 8.5, en el cual se podría tener un riesgo alto en toda la franja central de Aragón, coincidiendo en la zona en la que los efectos de las sequías serán más graves.

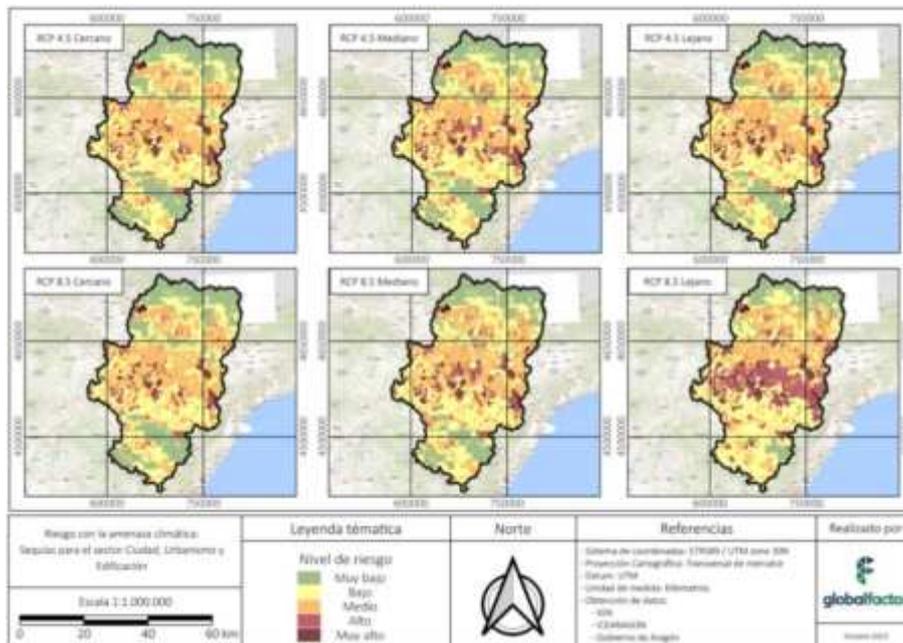


Figura 140. Riesgo climático para los escenarios climáticos RCP 4.5 y RCP 8.5 a corto, medio y largo plazo del sector ciudades, urbanismo y edificación a las sequías en Aragón.
Fuente: Elaboración propia a partir de datos del IGN, ICEARAGON y del Gobierno de Aragón

En cuanto a la amenaza por incendios, este sector muestra un riesgo histórico bajo, aunque, hay varias localizaciones del Valle del Ebro que presentan niveles de riesgo medios e incluso altos en algunos puntos reducidos. En estas zonas se ha dado una gran evolución de los suelos, los cuales han pasado de un estado natural a ser alterados por el ser humano, debido en gran medida al amplio desarrollo urbanístico que han sufrido en respuesta a una fuerte actividad económica y, por tanto, a altas densidades de población.

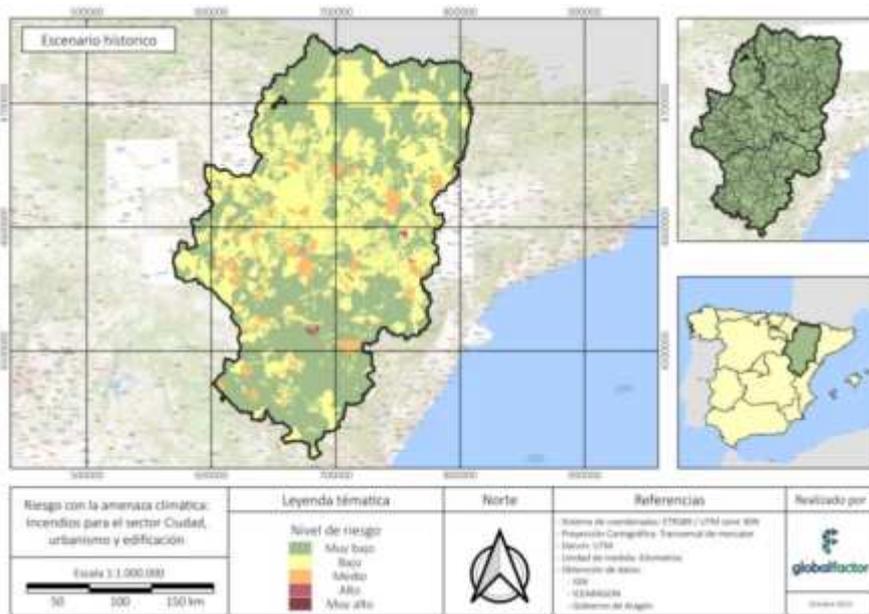


Figura 141. Riesgo climático histórico del sector ciudades, urbanismo y edificación a incendios en Aragón. Fuente: Elaboración propia a partir de datos del IGN, ICEARAGON y del Gobierno de Aragón

A futuro, se espera que el riesgo bajo se pueda extender por la zona central de Aragón. Por otra parte, las localizaciones que presentan un riesgo medio se irán multiplicando a lo largo del Valle del Ebro. Finalmente, según el escenario RCP 8.5, gran parte de la región podría presentar riesgos elevados, a excepción de algunas zonas del Pirineo y del Sur del Sistema Ibérico.

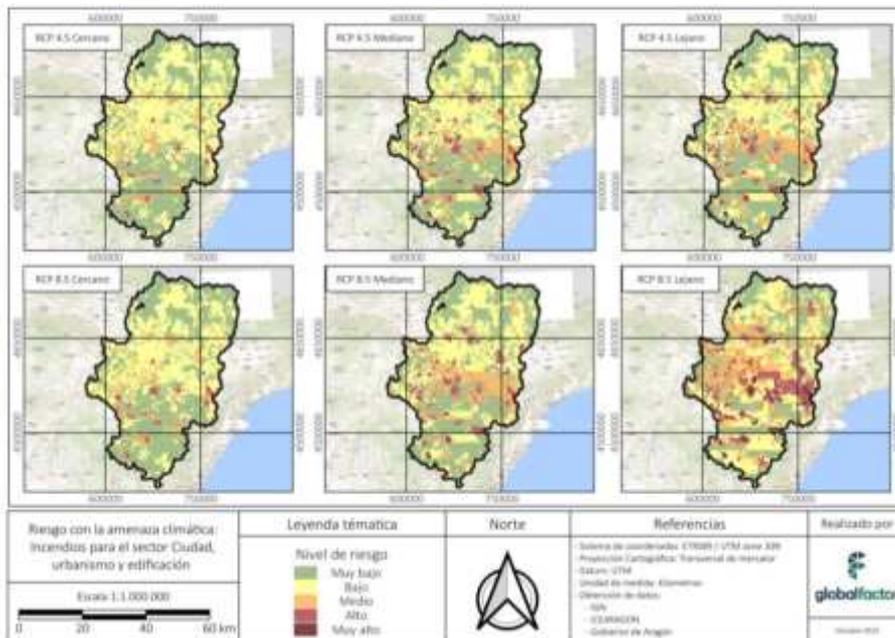


Figura 142. Riesgo climático para los escenarios climáticos RCP 4.5 y RCP 8.5 a corto, medio y largo plazo del sector ciudades, urbanismo y edificación a incendios en Aragón. Fuente: Elaboración propia a partir de datos del IGN, ICEARAGON y del Gobierno de Aragón

Patrimonio cultural, educación y sociedad

El patrimonio cultural representa el legado de generaciones pasadas y una fuente de identidad para Aragón. Comprende a una gran variedad de elementos y enclaves, como yacimientos arqueológicos, monumentos históricos, obras de arte y tradiciones, que son recursos valiosos para promover el turismo, la investigación y el desarrollo económico. Por otro lado, la educación juega un papel fundamental en el desarrollo personal y profesional de las personas. Es una herramienta clave para construir una sociedad más justa e igualitaria.

A través de la educación, las personas pueden adquirir habilidades y conocimientos, tomar decisiones informadas y participar activamente en la vida cívica, contribuyendo así al progreso de la comunidad. La sociedad aragonesa, como conjunto de personas que viven en la región, tiene la responsabilidad de preservar y valorar su patrimonio cultural, así como de promover la educación y construir un futuro mejor para todos. Esto implica trabajar de forma conjunta para identificar y abordar los desafíos y problemas que afectan a la comunidad, como la pobreza, la desigualdad y la discriminación, buscando soluciones y promoviendo la inclusión y el bienestar de todos sus miembros.

Con este antecedente, varias amenazas climáticas pueden afectar el patrimonio cultural al deteriorar estructuras históricas y monumentos debido a la deshidratación de materiales y a la erosión. Además, las altas temperaturas pueden poner en riesgo la salud de los visitantes y trabajadores en sitios patrimoniales. En el sector de la educación, constituyen un problema importante para los estudiantes que deben permanecer en centros en eventos de calor extremos, imposibilitando el correcto desarrollo de los cursos escolares, o en su defecto implicando un importante gasto en refrigeración de las aulas.

Los incendios forestales cercanos a sitios arqueológicos y monumentos históricos representan un grave riesgo para el patrimonio cultural, ya que las llamas pueden dañar o destruir estructuras históricas y valiosas piezas de arte, a la vez que pueden suponer un riesgo para la salud de los visitantes, tanto por acción directa del fuego como por los problemas asociados al humo, como posibles intoxicaciones o problemas con las cenizas.

Las inundaciones y lluvias intensas pueden causar daños estructurales y provocar el deterioro de monumentos históricos y sitios arqueológicos. Además, el aumento de la humedad puede favorecer el crecimiento de moho y hongos. Los monumentos históricos, sitios arqueológicos y museos en Aragón están expuestos a estas amenazas climáticas. El patrimonio cultural puede sufrir daños irreparables si no se toman medidas adecuadas de adaptación. Las instituciones educativas y centros de formación, especialmente aquellos ubicados en edificaciones de valor cultural, también están expuestos a los impactos del cambio climático. Por lo que, la integridad de los edificios y las actividades educativas también puede verse afectada por eventos climáticos extremos.

Algunas estructuras y materiales utilizados en monumentos históricos y yacimientos arqueológicos pueden ser más susceptibles a los efectos del cambio climático. Por ejemplo, ciertos tipos de piedra o madera pueden deteriorarse más rápidamente en condiciones climáticas extremas. A su vez, el sector de la educación se puede ver especialmente afectado en aquellos centros ubicados en zonas de riesgo, o aquellos que cuentan con poca preparación para hacer frente a eventos climáticos extremos. La tasa de abandono escolar juega también un papel relevante en la sensibilidad sectorial, siendo más elevada en aquellos centros con una alta tasa.

Por otro lado, es fundamental desarrollar planes de conservación y restauración específicos para el patrimonio cultural en Aragón considerando los impactos del cambio climático. Estos planes deben incluir medidas para proteger las estructuras y materiales vulnerables acordes a sus características, así como para la adaptación a los eventos climáticos extremos. Donde la participación de la comunidad en la protección y conservación del patrimonio cultural es indispensable para desarrollar planes de acción comunitaria que incluyan estrategias de protección y adaptación que aumenten la resiliencia del patrimonio cultural frente a los impactos del cambio climático. Finalmente, la educación ambiental y climática es esencial para crear

conciencia sobre los riesgos y oportunidades que representa el cambio climático para el patrimonio cultural. Los programas educativos pueden fomentar prácticas sostenibles y la participación de la sociedad en la protección del patrimonio.

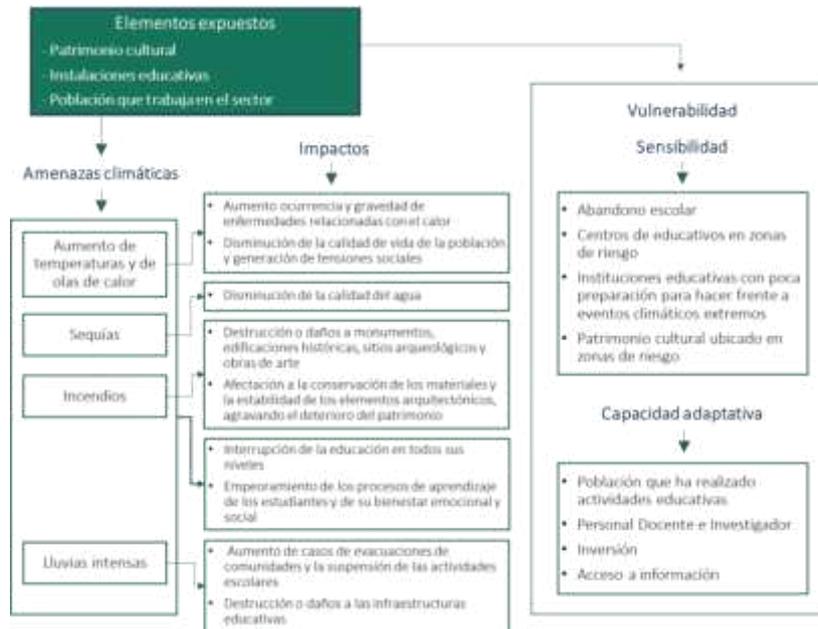


Figura 143. Cadena de impacto para el sector patrimonio cultural, educación y sociedad en Aragón. Fuente: Elaboración propia

El nivel de exposición del sector Patrimonio Cultural, Educación y Sociedad en Aragón viene definido por la distribución y localización de su patrimonio y de la red de centros de enseñanza. Así pues, la ley de Patrimonio Cultural Aragonés ampara como Conjunto de Interés cultural a toda Zona Paleontológica y Arqueológica, a los Sitios Históricos y a los Conjuntos Históricos. Según los datos de la Dirección General de Patrimonio Cultural del Gobierno de Aragón, la región consta de 23 Zonas Paleontológicas. Como se puede observar en la Figura 144, dos de ellas se encuentran ubicadas en la provincia de Huesca, tres en la provincia de Zaragoza, y 18 en la provincia de Teruel. Las zonas paleontológicas de Huesca corresponden al grupo de las icnitas (Abiego y Arén) y al de los restos de animales como dinosaurios, tortugas, cocodrilos y mamíferos (Arén). Por otra parte, en la provincia de Zaragoza hay tres zonas, cada una de ellas diferente entre sí: en Murero se encuentra uno de los yacimientos de trilobites más importantes del mundo, en Villanueva de Huerva se conservan icnitas de dinosaurio carnívoro y, por último, en Sierra de Luna, icnitas pertenecientes a mamíferos. El mayor número de zonas paleontológicas de Aragón se encuentra en la provincia de Teruel, siendo los yacimientos de icnitas los más numerosos y de mayor renombre, incluso a escala mundial.

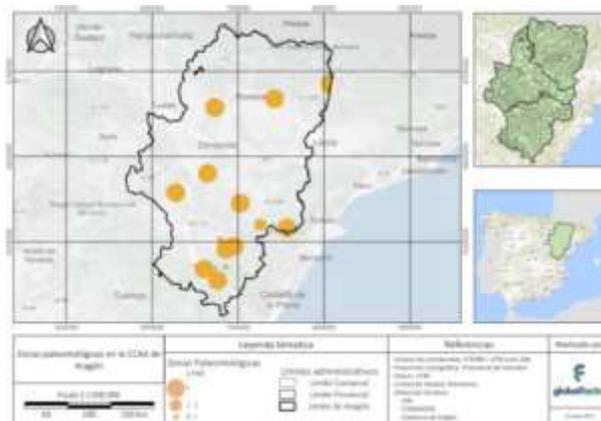


Figura 144. Zonas paleontológicas de Aragón. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de ICEARAGON, 2023

En la actualidad, Aragón también cuenta con cinco Parques Culturales que destacan por su valor patrimonial y cultural. Estos son San Juan de La Peña, Río Vero, Albarracín, Río Martín y Maestrazgo. Cuatro de estos se crearon en torno a un mismo tesoro patrimonial: las pinturas de arte rupestre levantino, las cuales fueron declaradas Patrimonio Mundial por la UNESCO en 1998. Además, se prevé que, en un futuro próximo, se añadirá un nuevo parque a esta lista, el de la Sierra Manera, el cual actualmente se encuentra en proceso de tramitación. Estos Parques Culturales son espacios únicos que preservan y protegen importantes testimonios históricos y culturales de la región, permitiendo a visitantes y residentes conocer y valorar el rico legado patrimonial de Aragón.

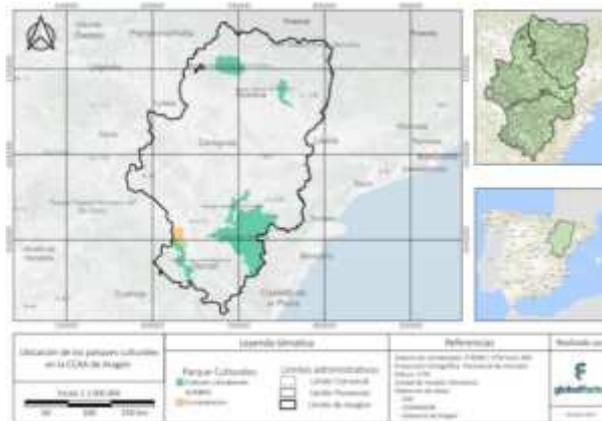


Figura 145. Localización de los parques culturales de Aragón.
Fuente: Elaboración propia a partir de datos de ICEARAGON, 2023

Tal y como se puede ver en la siguiente figura, la red de senderos de Aragón, entendida como el entramado de itinerarios señalizados, se encuentra más desarrollada en el Pirineo, que alberga el mayor número de este tipo de recorridos en la región. A su vez, las redes de senderos de la zona ibérica zaragozana y de algunos sectores de las comarcas de la Sierra de Albarracín, Gúdar-Javalambre, Maestrazgo o Matarraña también cuentan con un importante desarrollo. Por el contrario, las comarcas del Valle del Ebro y los somontanos ibéricos zaragozanos y turolenses muestran una carencia de este tipo de infraestructuras.

Los senderos, además, suelen albergar miradores y paneles informativos y divulgativos de diferentes tipos: sobre la fauna y flora del entorno, costumbres, edificaciones tradicionales, etc. En Aragón existen más de 1.000 equipamientos de las tipologías citadas. Por provincias, Huesca cuenta con 566, el 56% del total, Teruel con 171, 16,9% del total, y Zaragoza con 274, el 27,1%. La distribución de estos recursos es acorde a la disposición de la red de senderos.



Figura 146. Izquierda: Red de senderos de Aragón. Derecha: Localización de los paneles, miradores y otro tipo de equipamientos en senderos naturales de Aragón.
Fuente: Elaboración propia a partir de datos de ICEARAGON, 2023

Respecto al segmento de la educación, en la comunidad autónoma de Aragón hay un total de 624 colegios y 413 centros de Educación Secundaria Obligatoria, Bachillerato y Ciclos formativos de grado medio

públicos, los cuales se concentran preferentemente en las zonas de mayor densidad de población, como son las capitales de provincia, y en especial, Zaragoza y sus alrededores. Por lo contrario, las comarcas rurales poco pobladas cuentan con menor número de estos espacios como se ve en la Figura 147 derecha. Por provincias, respecto al segundo tipo de centros mencionados, Zaragoza es la que más tiene con 271, el 62,9% del total, seguida de Huesca con 84 centros, el 19,5% del total y finalmente, Teruel, con 58, lo cual corresponde al 13,6% del total. De los 80 municipios que cuentan con este tipo de instalaciones, 39 de ellos concentran el 90% del total de los centros de la región, estando en un entorno urbano o desempeñando funciones de cabecera o subcabecera comarcal. La capital autonómica destaca con 188 centros, lo cual supone el 45,5% de la oferta aragonesa.

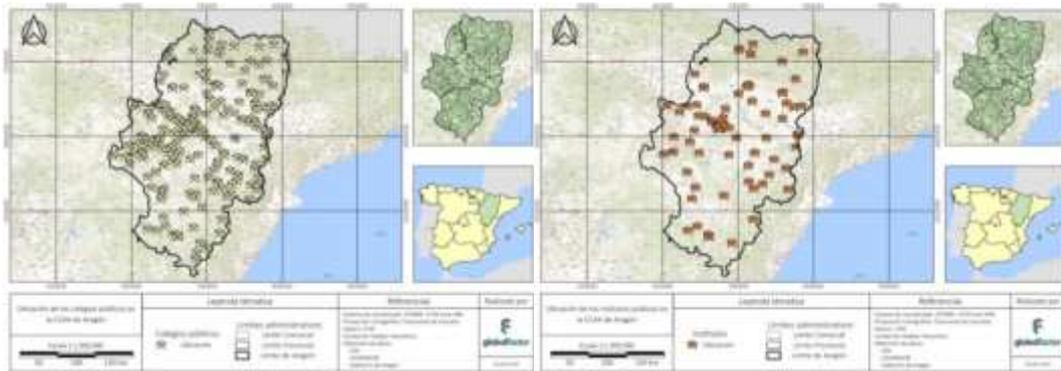


Figura 147. Izquierda: Localización de los colegios públicos de Aragón. Derecha: Localización de los institutos públicos de Aragón. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de ICEARAGON, 2023

Desde el Gobierno de Aragón se ha creado la Estrategia Aragonesa de Educación Ambiental, más conocida como EÁREA, con la que se busca mejorar la educación ambiental de los aragoneses y que sirve como un marco de referencia aplicado de manera participativa. Los equipamientos de esta iniciativa, que se dividen en granjas escuelas, aulas de naturaleza, centros de interpretación, museos, centros de información de los espacios protegidos de la región, centros de recursos, formación e investigación, infraestructuras de servicios ambientales y rutas y otros sitios de interés, se distribuyen a lo largo del todo el territorio, en especial en la provincia de Huesca y en la capital autonómica.



Figura 148. Distribución de los equipamientos de la Estrategia Aragonesa de Educación Ambiental de Aragón. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la Estrategia Aragonesa de Educación Ambiental, 2023

A su vez, la región cuenta con 2.581 instalaciones deportivas públicas según la última encuesta de Infraestructuras y Equipamientos Locales²⁸. El 51,49% de estas instalaciones se encuentran en la provincia de Zaragoza, el 25,45% en Huesca y 23,05% en Teruel. El 95% de los municipios aragoneses cuentan con al

²⁸ <https://icearagon.aragon.es/atlas/Aragon/info/servicios-y-equipamientos/educacion-y-cultura/instalaciones-deportivas-publicas>

menos una instalación deportiva y, evidentemente, los municipios más poblados son los que cuentan con un mayor número de este tipo de infraestructura.



Figura 149. Espacios deportivos de Aragón.
Fuente: Elaboración propia a partir de datos de ICEARAGON, 2023

En cuanto a la población incluida en la exposición del sector, en el curso 2021/2022 en Aragón estuvieron matriculados en enseñanzas no universitarias de régimen general 215.628 alumnos, de los cuales, 160.516 estudiaron en centros de la provincia de Zaragoza, 34.598 de Huesca y 20.514 de Teruel²⁹. A su vez, el 68,9% de los alumnos asistieron a centros públicos, el 24,6% en centros concertados y el 6,5% en centros privados no concertados.

Atendiendo a todos los factores anteriormente descritos, el nivel de exposición de este sector no es alto en la mayoría del territorio. Los valores más elevados se concentran en aquellas zonas de la región con una densa red de espacios culturales, educativos y deportivo-lúdicos, como se puede ver en la Figura 150, dentro de las que destaca la provincia de Zaragoza y el entorno de su capital, así como las ciudad de Huesca y el parque cultural ubicado al norte de la comunidad autónoma. El resto de las zonas con nivel de exposición media se corresponden a parques culturales y espacios con una red de senderos muy extendida, como son El Maestrazgo, El Bajo Aragón, El Bajo Martín y algunos enclaves del Pirineo Aragonés. En el resto del territorio, sobre todo zonas rurales que no cuentan con tantos centros educativos y culturales el nivel de exposición es menor.

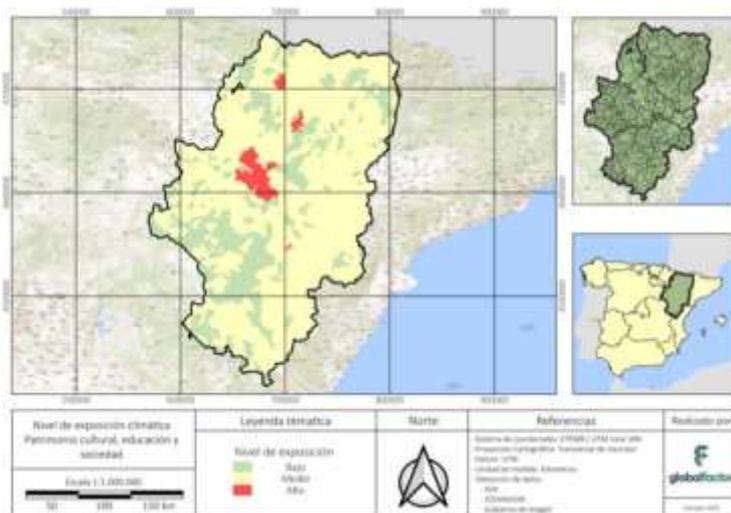


Figura 150. Nivel de exposición climática del sector de Patrimonio Cultural, Educación y Sociedad.
Fuente: Elaboración propia a partir de datos del IGN, ICEARAGON y del Gobierno de Aragón

²⁹ <https://www.aragon.es/documents/20127/1909615/Comunicado+educaci%C3%B3n+no+universitaria+21-22pdf/907d3a21-bd07-fb32-0c08-a2a3485070eb?t=1662630672142>

En cuanto a la vulnerabilidad sectorial, el nivel de sensibilidad del sector viene definido por la situación social de la región, así como por la localización en zonas de riesgo de los espacios culturales y educativos de esta. Uno de los factores que más puede afectar a la vulnerabilidad del sector es el abandono educativo temprano en Aragón, el cual se redujo significativamente en el año 2021 respecto a los datos del 2020³⁰, siendo uno de los más bajos de España (en 2021 España registró una media de abandono temprano de 13,3%, mientras que Aragón de 12,4%).

Por otro lado, como se ha comentado anteriormente, la comunidad autónoma cuenta con 23 zonas paleontológicas, de las cuales, solo una se encuentra en peligro de inundación: el centro de interpretación y yacimiento de Villanueva de Huerva, el cual se encuentra al sur de la provincia de Zaragoza. De igual forma, los Parques Culturales ubicados en la zona del Sistema Ibérico son los más afectados por eventos de inundación. En menor medida, también cuentan con enclaves en zonas de peligro de inundación aquellos ubicados en la zona del Pirineo aragonés. A su vez, dichas zonas muestran riesgo alto de erosión, aumentando así la sensibilidad de dichos elementos expuestos.

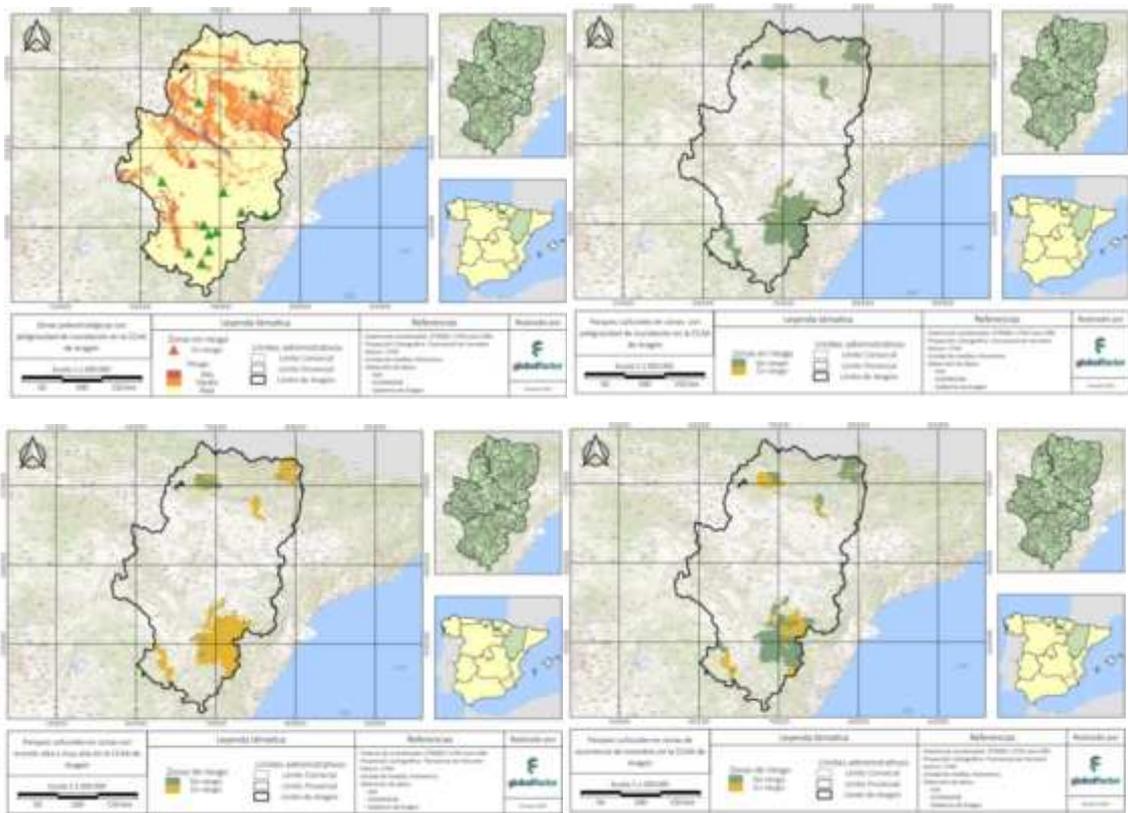


Figura 151. (a) Zonas paleontológicas de Aragón en riesgo de inundación. (b) Parques culturales en riesgo de inundación en Aragón. (c) Parques culturales de Aragón en riesgo de erosión alta o muy alta. (d) Parques culturales de Aragón situados en zonas de ocurrencia de incendios.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de ICEARAGON, 2023

En cuanto a la red de senderos, las rutas ubicadas en zonas en peligro de inundación se concentran principalmente en la zona Norte del Pirineo, Figura 152 izquierda, en lugares cercanos a cursos fluviales de ríos de ambas márgenes del Ebro, sobre todo la derecha y algunas zonas de la Sierra del Moncayo y la zona oriental del Sistema Ibérico de la región, estando libre de peligro la zona central y el sur de la provincia de Teruel.

³⁰ <https://educa.aragon.es/documents/20126/0/PPT+%28junio+22%29+Final+Presentaci%C3%B3n+Informe+2022pdf/da93ca17-cd89-041a-b01a-974578857eb2?t=1656585658313>

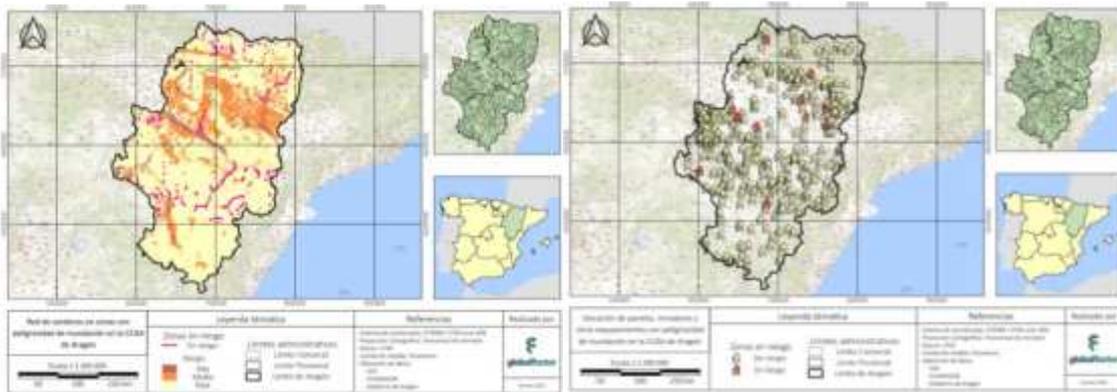


Figura 152. Izquierda: Tramos de la red de senderos de Aragón en zonas en peligro de inundación. Derecha: Paneles, miradores y otros equipamientos de la red de senderos en zonas en peligro de inundación.
Fuente: Elaboración propia a partir de datos de ICEARAGON, 2023

Referente a la capacidad de adaptación de este sector, esta se centra en la educación de los aragoneses a través de planes de ayuda que permitan la formación de las personas de la región en todos los niveles educativos, así como el desarrollo de proyectos para sensibilizar a los habitantes en materia de cambio climático. A nivel presupuestario, el Gobierno de Aragón ha destinado de los Presupuestos Generales autonómicos 1.376.457.732€ en materia de educación para el año 2023. La mayoría de los fondos van destinados a los diferentes niveles de educación: primaria, secundaria y universidad, mientras que en menor medida se destina parte del dinero para, por ejemplo, la formación del profesorado y para planes de innovación y participación. Respecto al gasto en educación por comunidad autónoma, la región aragonesa se encuentra por debajo de la media, superando a Asturias, Cantabria, Navarra y La Rioja.

Por otro lado, es importante evaluar en este contexto el nivel de educación poblacional, así como la posibilidad de acceso a la información de dicha población. En general, la mitad norte de la comunidad autónoma presenta un mayor número de personas que se han graduado de estudios obligatorios y también de personas con estudios superiores. Por comarcas, las que cuentan con más personas que han realizado actividades educativas son las que albergan a las capitales provinciales y alguna más de la provincia de Zaragoza, como Cinco Villas, Hoya de Hueca, Ribera Alta del Ebro y Comunidad de Calatayud. Al contrario que las comarcas del sur de Zaragoza y de la provincia de Teruel son las que tienen menos graduados.

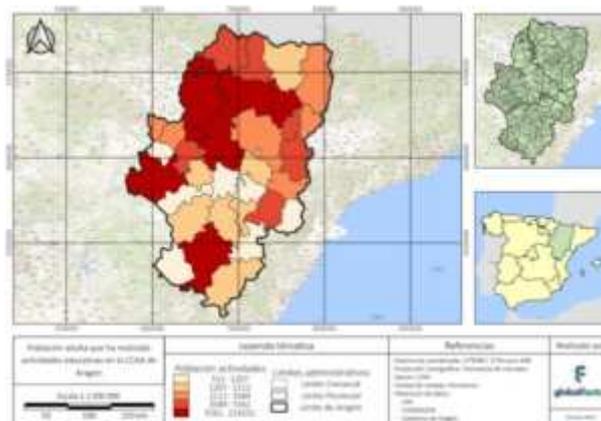


Figura 153. Número de personas adultas que han realizado actividades educativas en Aragón.
Fuente: Elaboración propia a partir de datos de los Censos de población y viviendas, 2011. IAEST

En cuanto al porcentaje de viviendas principales que no disponen de conexión a internet, en la comunidad de Aragón, es del 64,9 hasta el 84,8% en muchas comarcas del sur de Zaragoza y la provincia de Teruel, mientras que en la zona norte y central el porcentaje es menor, entre 41,9 hasta 64,9%, salvo en la capital

de la región y en los municipios colindantes, en los cuales menos del 41,9% de los hogares no tienen conexión a internet.

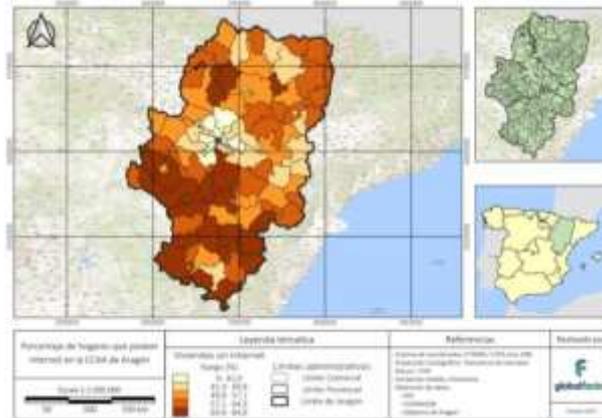


Figura 154. Porcentaje de hogares aragoneses que no poseen acceso a internet.
Fuente: Elaboración propia a partir de datos de ICEARAGON, 2023

En cuanto a los esfuerzos en materia de capacitación a la población, los puntos de la región que cuentan con programas o actividades de capacitación, concienciación y formación en materia de cambio climático se corresponden a zonas donde está implementada la iniciativa “Patios por el clima”. La cual está impulsada por el Gobierno de Aragón y que consiste en centros escolares de las capitales provinciales de Huesca y Zaragoza, tal y como queda retratado en la Figura 155, que llevan a cabo campañas de sensibilización ambiental. Con el fin de fomentar la renaturalización de los espacios educativos y su función pedagógica para la mitigación y adaptación de los efectos del cambio climático en los entornos escolares



Figura 155. Zonas de implementación de actividades y programas de capacitación, concienciación y formación en materia de cambio climático. Iniciativa Patios por el Clima.
Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Gobierno de Aragón, 2023

Con todo esto, el nivel de vulnerabilidad para la mayoría del territorio aragonés es bajo, como se ve en la Figura 156. Esto es debido a que las zonas de interés cultural, paisajístico o natural no están sometidas la mayoría a fenómenos naturales adversos, a excepción de la red de senderos del Pirineo, que sufre de inundaciones, y el parque cultural del Maestrazgo, el cual se ve fuertemente sometido a la erosión, siendo para los mismos la vulnerabilidad alta. Por otra parte, en materia de educación, es cierto que, respecto a la media española, los datos de tasa de abandono escolar son bajos, la red de centros educativos y deportivos, así como las medidas de formación y sensibilización están concentradas en las capitales de provincia y sobre todo en la ciudad de Zaragoza. Este hecho hace que pequeños enclaves rurales sean altamente vulnerables, no solo por la posible pérdida de patrimonio sino por las pocas oportunidades en materia educativa con las que cuentan.

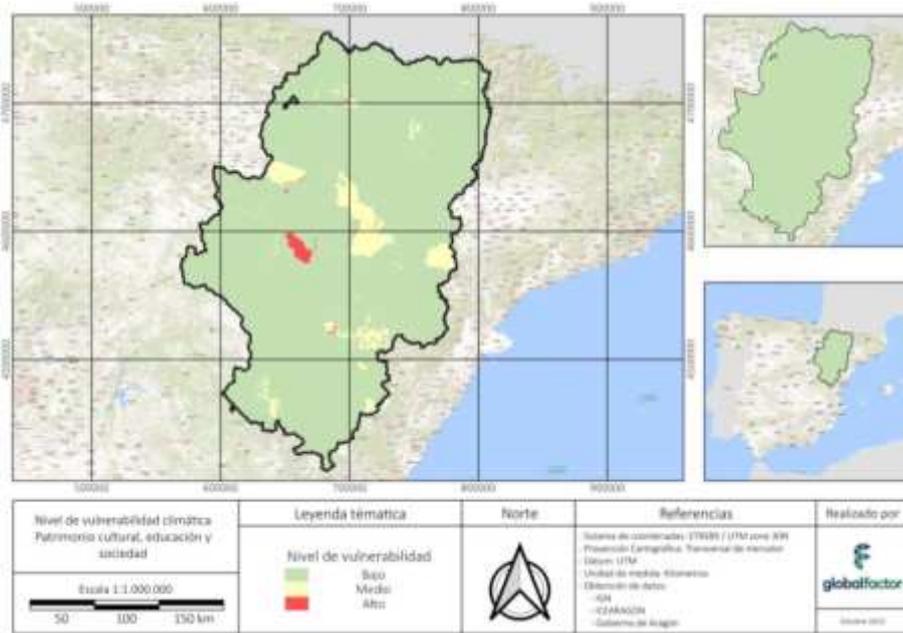


Figura 156. Nivel de vulnerabilidad climática del sector Patrimonio Cultural, Educación y Sociedad.
 Fuente: Elaboración propia a partir de datos del IGN, ICEARAGON y del Gobierno de Aragón

En cuanto al riesgo sectorial a las amenazas estudiadas, se observa que el riesgo histórico asociado al aumento de las lluvias intensas que repercute al Patrimonio Cultural, a la Educación y al ámbito social de Aragón es muy bajo o bajo. Se destaca, por su climatología, la franja de los Pirineos y la comarca de Matarraña, que muestran niveles de riesgo mayores, llegando a contar con un riesgo alto en algunos reducidos enclaves. Las zonas de mayor riesgo se corresponden a aquellos parques culturales o zonas paleontológicas ubicadas en puntos de lluvias recurrentes, como el del Maestrazgo y el del Vall de Benás, que se pueden ver más afectados por los fenómenos de inundación y sobre todo de erosión de los paisajes y de los bienes culturales.

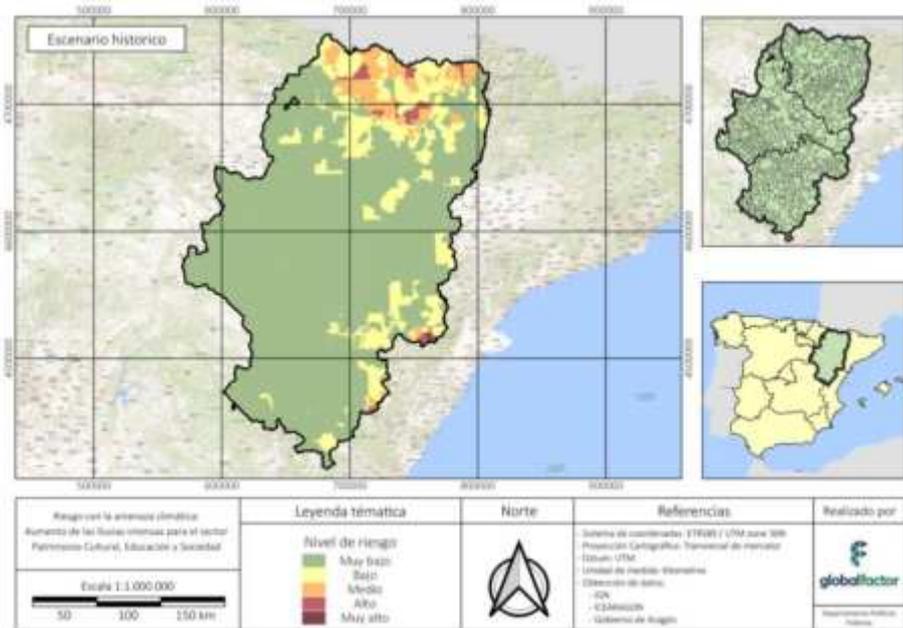


Figura 157. Riesgo climático histórico del sector patrimonio cultural, educación y sociedad al aumento de las lluvias intensas en Aragón.
 Fuente: Elaboración propia a partir de datos del IGN, ICEARAGON y del Gobierno de Aragón

A futuro, se espera que el riesgo se mantenga relativamente estable.

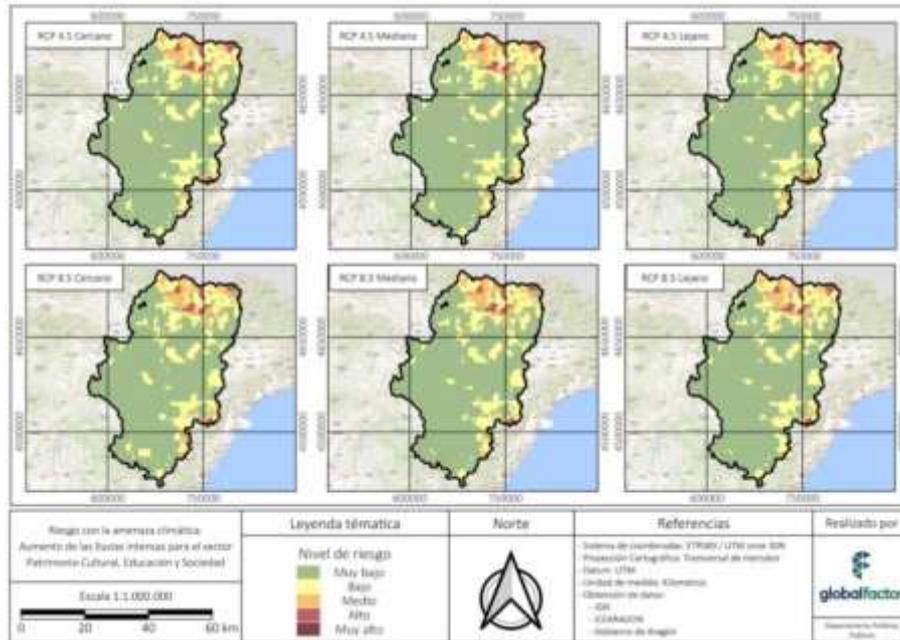


Figura 158. Riesgo climático para los escenarios climáticos RCP 4.5 y RCP 8.5 a corto, medio y largo plazo del sector patrimonio cultural, educación y sociedad al aumento de las lluvias intensas en Aragón.
Fuente: Elaboración propia a partir de datos del IGN, ICEARAGON y del Gobierno de Aragón

Asociado a un posible aumento de las temperaturas y de las olas de calor, en Aragón, debido a la orografía y a la densidad de población y por tanto al número de centros educativos y de estudiantes, el Valle del Ebro son las zonas que presentan un mayor riesgo histórico ante esta amenaza. Se destaca la zona paleontológica de Murero. En esta zona, que es de las pocas que presenta un nivel de riesgo medio ante esta amenaza, este fenómeno perjudica al disfrute y visita de este espacio al aire libre.

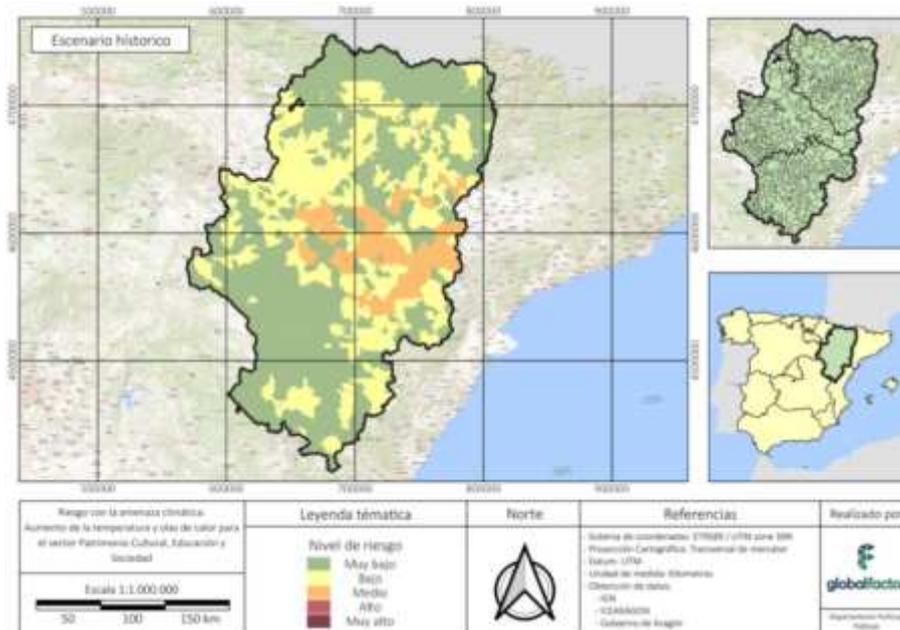


Figura 159. Riesgo climático histórico del sector patrimonio cultural, educación y sociedad al aumento de temperaturas y de las olas de calor en Aragón.
Fuente: Elaboración propia a partir de datos del IGN, ICEARAGON y del Gobierno de Aragón

A futuro, se espera un aumento del riesgo, sobre todo en el centro y sur de la región, siendo la zona paleontológica anteriormente mencionada y el parque cultural de Maestrazgo las que terminarían en riesgo alto e incluso muy alto. A largo plazo y para el escenario RCP 8.5, el riesgo podría ser muy alto también en algunas pequeñas áreas del norte y del suroeste de Aragón, así como en regiones del centro de la región que cuentan con un gran número de colegios e institutos.

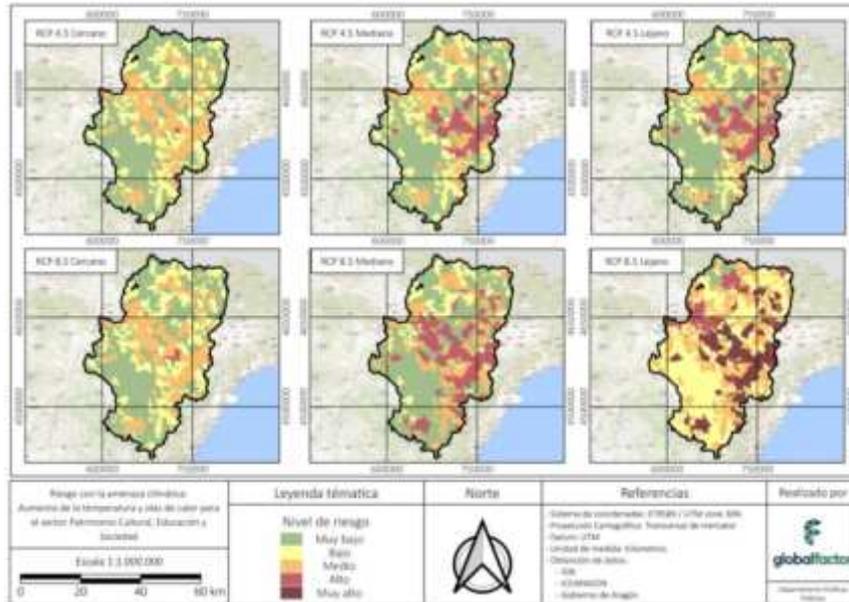


Figura 160. Riesgo climático para los escenarios climáticos RCP 4.5 y RCP 8.5 a corto, medio y largo plazo del sector patrimonio cultural, educación y sociedad al aumento de las temperaturas y de las olas de calor en Aragón. Fuente: Elaboración propia a partir de datos del IGN, ICEARAGON y del Gobierno de Aragón

Relativo a la amenaza por sequías, los valores históricos de riesgo para el sector son dispares a lo largo del territorio. Se destacan los espacios culturales y educativos del Valle del Ebro y del Sistema Ibérico, en la zona central de la región en las comarcas de Los Monegros, la Ribera Baja del Ebro, el Bajo Cinca, el Bajo Aragón, la Comarca Central, el Campo de Belchite y el Campo de Cariñena y en menor medida al suroeste de la provincia de Teruel en la comarca de la Comunidad de Teruel, la cual muestra una elevada exposición del sector.

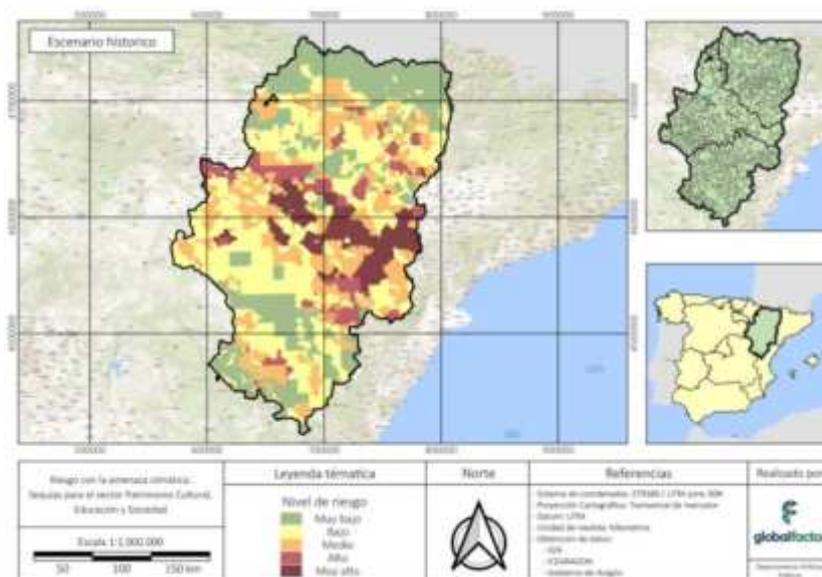


Figura 161. Riesgo climático histórico del sector patrimonio cultural, educación y sociedad a las sequías en Aragón. Fuente: Elaboración propia a partir de datos del IGN, ICEARAGON y del Gobierno de Aragón

A futuro, las proyecciones climáticas prevén un aumento mínimo del riesgo para este sector al mostrar ya niveles muy altos de riesgo en las zonas más afectadas por esta amenaza.

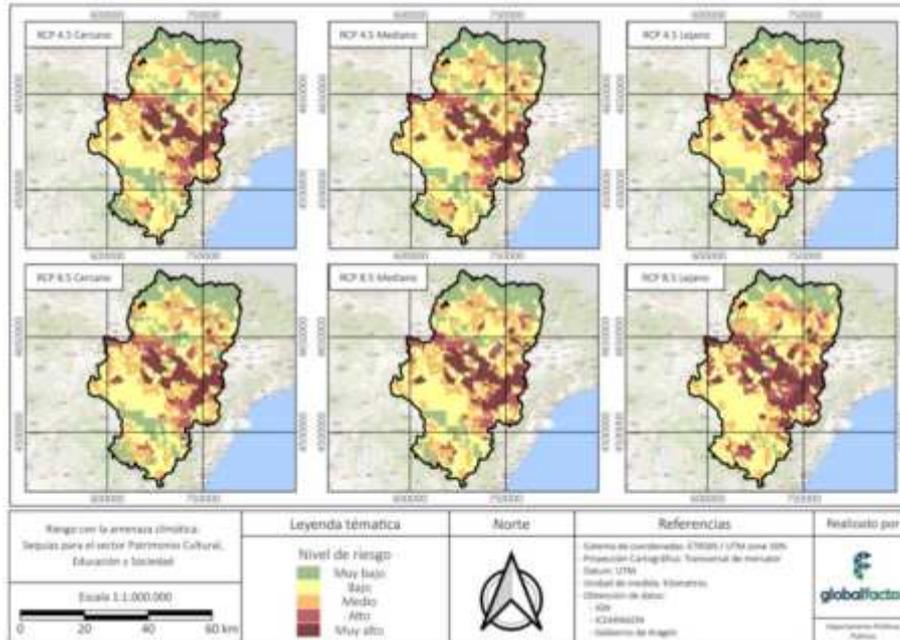


Figura 162. Riesgo climático para los escenarios climáticos RCP 4.5 y RCP 8.5 a corto, medio y largo plazo del sector patrimonio cultural, educación y sociedad a las sequías en Aragón.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del IGN, ICEARAGON y del Gobierno de Aragón

En relación con los incendios, el riesgo histórico es generalmente muy bajo o bajo. Se destacan sin embargo zonas del Parque Cultural del Maestrazgo, de la zona oriental del Valle del Ebro y de la ciudad de Teruel.

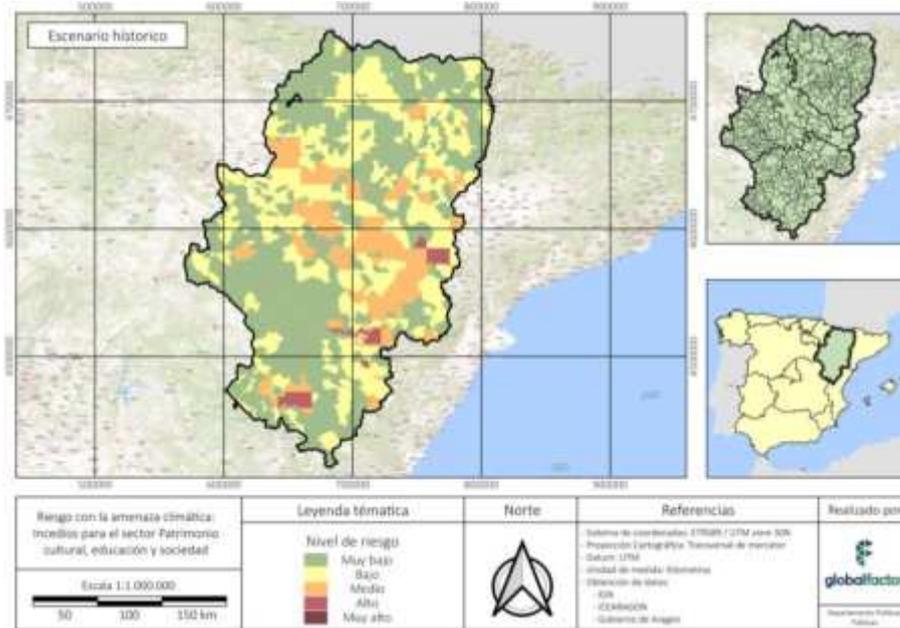


Figura 163. Riesgo climático histórico del sector patrimonio cultural, educación y sociedad a incendios en Aragón.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del IGN, ICEARAGON y del Gobierno de Aragón

A futuro, se podría dar un aumento de las zonas de riesgo medio y alto, primero en la zona oriental del Valle del Ebro y luego en gran parte de este, así como en el Parque Cultural del Maestrazgo al sureste de la provincia de Teruel, en la comarca del Matarraña. Al igual que se prevé el aumento del riesgo en la ciudad de Teruel y sus alrededores.

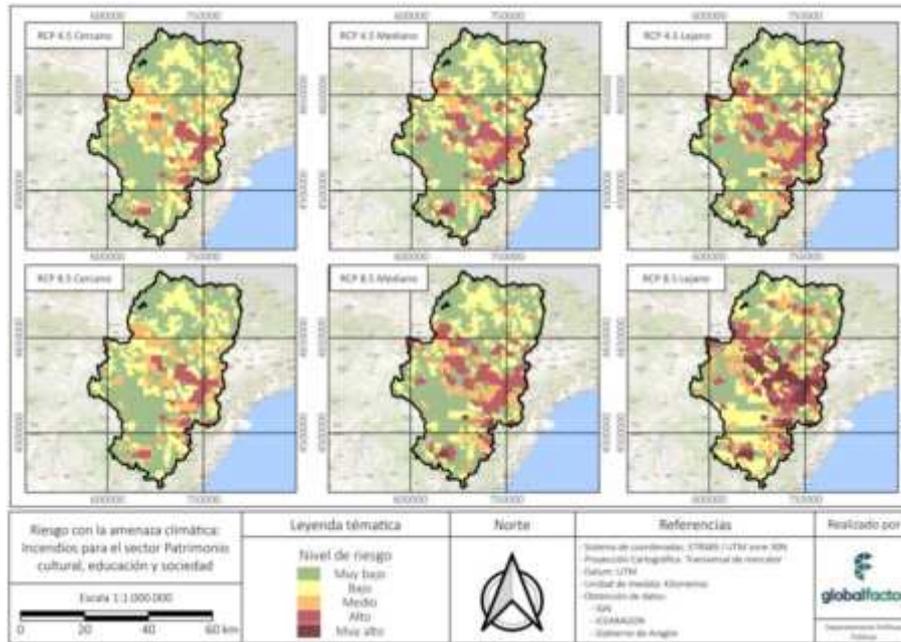


Figura 164. Riesgo climático para los escenarios climáticos RCP 4.5 y RCP 8.5 a corto, medio y largo plazo del sector patrimonio cultural, educación y sociedad a incendios en Aragón.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del IGN, ICEARAGON y del Gobierno de Aragón

Energía

El sector de la energía engloba diversas empresas dedicadas a la generación, distribución y comercialización de esta. Las empresas de generación de energía se encargan de producir electricidad utilizando distintas fuentes, como combustibles fósiles, energía nuclear y energías renovables. Por otro lado, las especializadas en la distribución son responsables de transportar la electricidad desde las plantas de generación hasta los hogares y negocios. Mientras que, finalmente, las de comercialización venden la electricidad a los consumidores.

El sector energético se ve impactado por una serie de amenazas climáticas, que incluyen inundaciones, incendios forestales, sequías y olas de calor, las cuales pueden tener consecuencias devastadoras para las infraestructuras energéticas, lo que conlleva interrupciones en el suministro de energía y costos energéticos más altos.

En el caso de las centrales termoeléctricas, estas se ven muy afectadas durante los periodos de sequía o las olas de calor, ya que requieren de grandes cantidades de agua para enfriar sus sistemas. La disminución del caudal de los ríos o la escasez de agua en los embalses puede reducir de igual manera la capacidad de generación de energía.

Los incendios forestales representan una amenaza directa para la infraestructura energética, como las líneas de transmisión y subestaciones eléctricas. Los daños en dichas infraestructuras pueden interrumpir el suministro eléctrico y afectar a la operatividad del sector.

Por otra parte, las inundaciones y las lluvias intensas pueden afectar a la infraestructura energética, especialmente a las subestaciones eléctricas. Los cortes de energía pueden ocurrir como resultado de daños en las infraestructuras. Las zonas de almacenamiento de combustibles fósiles en la región también están expuestas a las amenazas climáticas, como incendios forestales o inundaciones, lo que puede afectar el suministro y la disponibilidad de estos recursos energéticos.

Algunas centrales eléctricas pueden ser más sensibles a eventos climáticos extremos debido a su ubicación o diseño. Por ejemplo, las centrales hidroeléctricas pueden ser vulnerables a sequías prolongadas, mientras

que las centrales térmicas pueden enfrentar problemas de enfriamiento durante olas de calor. Los consumidores y la demanda de energía también son sensibles a estos fenómenos. Durante las olas de calor, por ejemplo, la demanda de energía puede aumentar significativamente debido al uso generalizado de sistemas de refrigeración.

Con el fin de incrementar la capacidad adaptativa del sector es esencial mejorar la resiliencia de las infraestructuras energéticas ante los impactos del cambio climático. Esto incluye la construcción de infraestructuras más resistentes a eventos extremos, como inundaciones o incendios forestales. A su vez, la diversificación de las fuentes de energía puede aumentar también la capacidad adaptativa del sector. La incorporación de fuentes renovables, como la energía solar y eólica, puede reducir la dependencia de combustibles fósiles y mitigar los impactos climáticos. Además, la mejora en la eficiencia energética es una medida esencial para reducir la vulnerabilidad del sector energético y el uso más eficiente de la energía puede reducir la demanda y minimizar los impactos durante períodos de alta demanda, como en olas de calor.

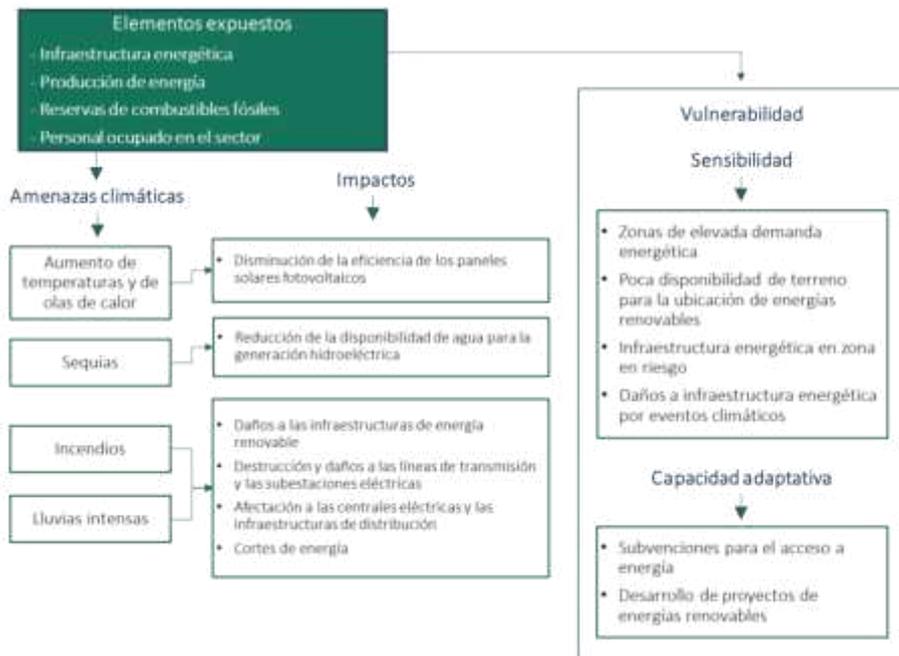


Figura 165. Cadena de impacto para el sector energía en Aragón.
Fuente: Elaboración propia

En la actualidad, el sector de la energía en Aragón se encuentra en un proceso de cambio y transición hacia las energías renovables, como la solar y eólica, buscando reducir la dependencia a los combustibles fósiles, además de disminuir el impacto ambiental. También se está mejorando la eficiencia energética. Esta evolución hacia energías más limpias y eficientes es esencial para afrontar los desafíos del cambio climático y promover un desarrollo sostenible en la comunidad autónoma, las cuales contribuirán a una mayor sostenibilidad y resiliencia en el sector de la energía en Aragón.

Así pues, los elementos expuestos del sector son todas las infraestructuras de generación, almacenamiento o transporte de energía. En la región hay 92 subestaciones eléctricas. La provincia que presenta el mayor número de estas instalaciones es Zaragoza, con 44, seguida de Huesca con 36, mientras que Teruel solo cuenta con 12. La distribución espacial de este tipo de infraestructuras se ajusta a las zonas donde se produce electricidad y donde hay mayor demanda, como se puede apreciar en la Figura 166 izquierda. Así pues, existe una gran concentración en el entorno de las generadoras de electricidad de la comarca de Andorra, en puntos del Pirineo ligados a la producción de energía hidroeléctrica y en especial, en el entorno de la capital autonómica, debido a su mayor población, mayor demanda industrial y a infraestructuras especiales como el AVE.

A su vez, la región cuenta con 11.800 Km de líneas de media tensión, donde la densidad de la red aumenta en las zonas de mayor población y densidad de actividades, por lo que las capitales de provincia y algunas comarcas son las que tienen mayor densidad, como Calatayud, Barbastro o Ejea de los Caballeros. Mientras que las zonas rurales, como el Alto Pirineo, son donde está menos desarrollada esta red.



Figura 166. Izquierda: Localización de las subestaciones de producción de energía en Aragón. Derecha: Distribución de las líneas eléctricas de Aragón.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de ICEARAGON, 2023

Por otro lado, según los datos proporcionados por el Instituto Aragonés de Estadística³¹, el subsector de energía y agua representa el 81,52% dentro de las 1.897 actividades económicas de la rama de “Suministro de energía eléctrica, gas, vapor y aire acondicionado”, lo cual corresponde al 1,13% del total de actividades económicas de Aragón. La provincia de Zaragoza concentra la mayoría de estas actividades, con 1.006 en total, lo que representa el 80,03% de todas las relacionadas con esta rama. La ubicación geográfica de estas industrias está estrechamente ligada a la localización de los recursos e infraestructuras que facilitan la generación de energía, incluyendo electricidad, hidroeléctrica, eólica, entre otras, como se ilustra en la Figura 167. En este contexto, resaltan algunos municipios con una relevancia significativa en este campo, como Sariñena, Ejea de los Caballeros, Sádaba, Tauste y Azaila.

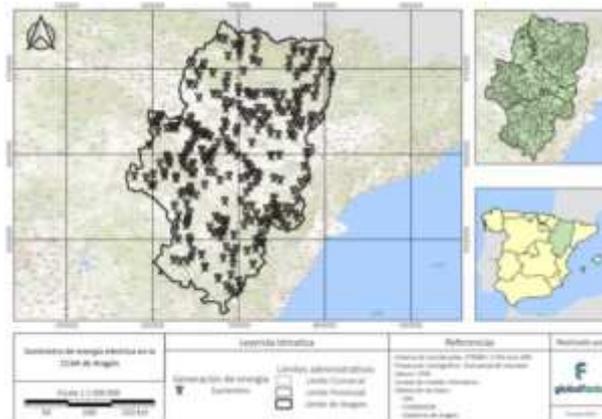


Figura 167. Estaciones de suministro de energía eléctrica en Aragón.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Instituto Geográfico de Aragón, 2023

En cuanto a la generación de energía, Aragón cuenta con 73 Parques Eólicos, los cuales producen un total de 1.821MW, lo que supone en torno al 8% de la potencia española. El desarrollo de esta energía se sustenta, en las características del medio físico, especialmente en el Valle del Ebro, tal y como se aprecia en la Figura 168 izquierda. Cabe mencionar que esta comunidad autónoma cuenta, además, con centrales térmicas o termoeléctricas de ciclo convencional, así como de un elevado número de municipios en los que

³¹ [Suministro de energía eléctrica, gas, vapor y aire acondicionado \(ATLAS DE ARAGÓN - ICEARAGON\)](#)

se produce energía solar térmica, Figura 168 derecha. A su vez, en la región también hay tres grupos de generación de energía a partir de carbón. También existen en este territorio 3 centrales de ciclo combinado y un total de 109 centrales hidroeléctricas, donde la gran mayoría de estas últimas se encuentran en la margen derecha y en el eje del Ebro. Así pues, según datos del 2023³², los valores más altos de potencia instalada se generaron por energía eólica, con 5.098 MW, y por solar fotovoltaica, con 2.408 MW. Por lo que con estos datos aprecian el gran compromiso que ha adquirido Aragón con la transición hacia energías renovables.



Figura 168. Izquierda: Localización de los parques eólicos de Aragón. Derecha: Municipios aragoneses productores de energía de solar térmica.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de ICEARAGON, 2023

El número de afiliaciones a la seguridad social en este sector varía por provincias, tal y como se muestra en la Figura 169. Las cifras más altas pertenecen a Zaragoza con 79.909 afiliados, seguida por Huesca con 13.085 y finalmente, Teruel, con solo 9.459. También son destacables los datos de empleo de este sector en la Comarca Central, con 50.207 afiliados, la Ribera Alta del Ebro, con 12.844, y Valdejalón, con 5.389. Mientras que las comarcas con los peores datos, con menos de 500 afiliaciones cada una, son las de El Maestrazgo, Sierra de Albarraacín, Campo de Daroca y Campo de Belchite, todas ellas al sur de la región. Esto coincide con la densidad de población de la comunidad autónoma, encontrándose menos afiliados en las zonas menos densamente pobladas.

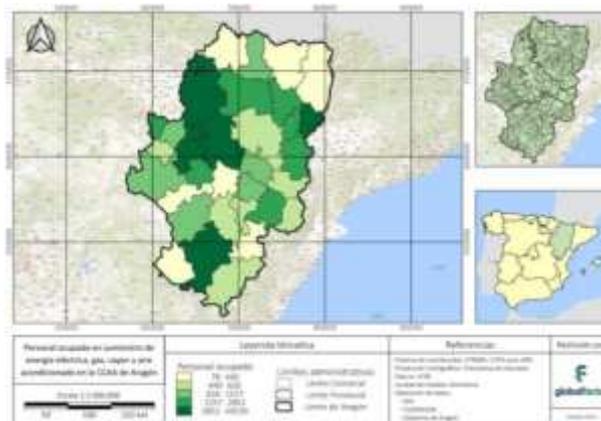


Figura 169. Número de personas ocupadas en el suministro de energía eléctrica, gas, vapor y aire.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de ICEARAGON, 2023

Así, los componentes del sector más expuestos son las zonas donde la red de producción y suministro de energía es más densa, es decir, donde hay mayor número de infraestructuras. Motivo por el cual las zonas de exposición más altas para el sector Energía en Aragón se encuentran principalmente en las capitales

³² <https://www.ree.es/es/datos/generacion/potencia-instalada>

aragonesas y sus alrededores, como se ve en la Figura 170. Destaca la provincia de Zaragoza alrededor de la capital, ya que son estos lugares donde hay una mayor demanda energética. El resto de Aragón presenta un nivel de exposición medio, ya que, si bien es cierto que la red de suministro está más o menos distribuida a lo largo del territorio, las zonas de producción de energías renovables están menos presentes en la totalidad de este, puesto que se distribuyen preferentemente por el Valle del Ebro y por la margen izquierda del mismo. Por último, las zonas poco expuestas son aquellas exentas de este tipo de infraestructuras.

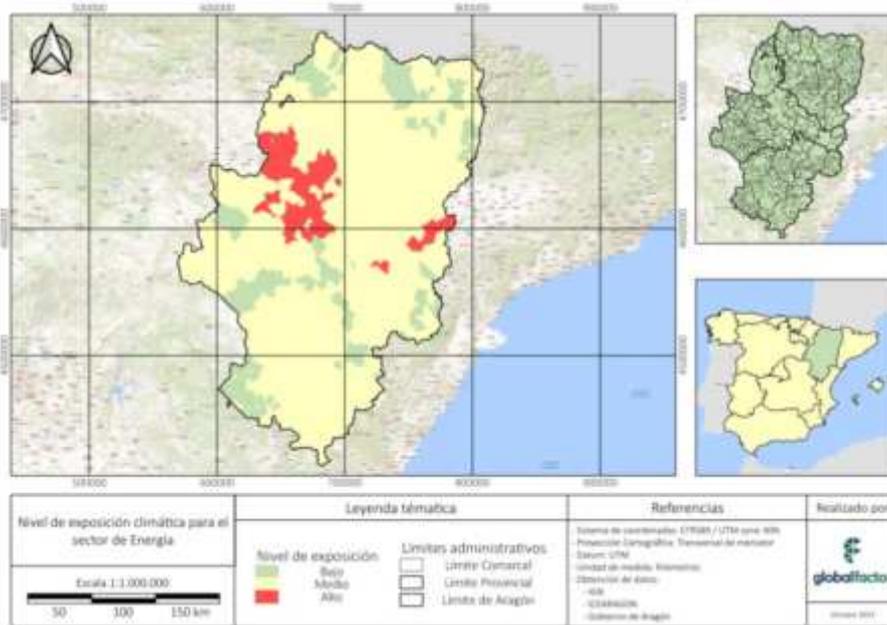


Figura 170. Nivel de exposición climática del sector energético de Aragón.
Fuente: Elaboración propia a partir de datos del IGN, ICEARAGON y del Gobierno de Aragón

En cuanto a la vulnerabilidad sectorial, las grandes variaciones en el mercado energético, ligadas a fenómenos mundiales de gran alcance, sumado a la distribución y localización desfavorables a lo largo del territorio de las zonas de producción y transporte del recurso, son los principales motivos que confieren sensibilidad al sector frente al cambio climático. En el 2020, con la crisis del COVID-19, se dio un cambio en la tendencia de ascenso del consumo de energía en Aragón como se ilustra en Figura 171. Con esto, la región aragonesa tiene un volumen de demanda inferior al de la media nacional, mientras que los consumos de energía eléctrica por unidad de PIB y por parte de la industria aragonesa se sitúan por encima de la media española.

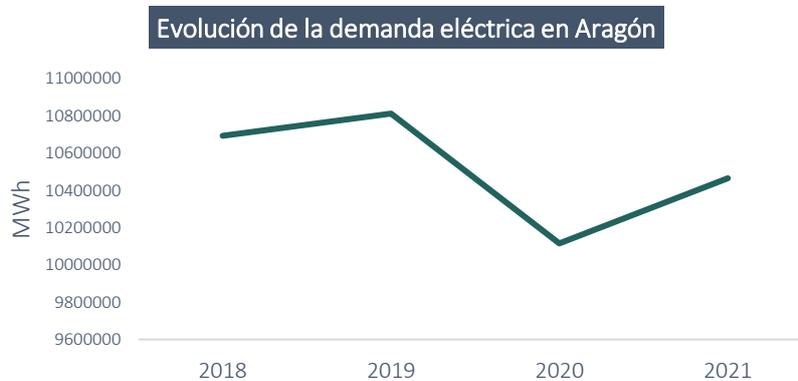


Figura 171. Evolución de la demanda eléctrica en MWh en Aragón.
Fuente: red eléctrica (Redeia)

Por otro lado, en Aragón, las áreas más favorables para la implementación de nuevos parques eólicos coinciden en gran medida con aquellas donde actualmente ya existen este tipo de infraestructuras, debido a que están ampliamente distribuidas en la región. Estas zonas ideales se localizan en el norte de los Pirineos, cerca de la frontera con Francia, en las zonas occidentales del Prepirineo, en el Valle del Ebro y en gran parte del Sistema Ibérico. Es importante destacar que estas ubicaciones son seleccionadas debido a la intensidad de los vientos, siendo más fuertes en estos lugares. Como resultado, los parques eólicos están distribuidos en las provincias de Zaragoza y Teruel.

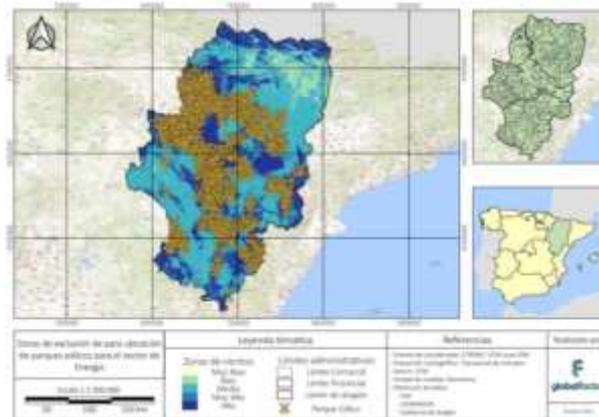


Figura 172. Zonas de exclusión para la ubicación de parques eólicos en Aragón.
Fuente: Elaboración propia a partir de datos de ICEARAGON, 2023

Debido a la gran diversidad del relieve aragonés, la radiación potencial no es igual a lo largo de todo el territorio regional, como se plasma en la Figura 173. Los valores oscilan entre un mínimo de 2.800 J/m²/día hasta un máximo de 3.600 J/m²/día, siendo el promedio de 3.200-3.400 J/m²/día en lo que se encuentra la mayor parte de Aragón. Los registros de radiación potencial más bajos se encuentran en las laderas pirenaicas y prepirenaicas con orientación dominante al norte, mientras que los más altos se dan en las zonas de exposición sur de los Pirineos, Prepirineo y, en menor medida, en la Sierra de Javalambre. Por lo tanto, aquellas zonas sensibles a la instalación de parques fotovoltaicos se hallan en las zonas anteriormente mencionadas, así como en las inmediaciones de la capital autonómica y otras localizaciones de la margen derecha del Ebro hasta llegar al sur de la región a modo de pequeñas plantas del Sistema Ibérico.



Figura 173. Zonas sensibles a la implantación de parques fotovoltaicos en Aragón.
Fuente: Elaboración propia a partir de datos de ICEARAGON, 2023

Por otra parte, las plantas de producción de energía en Aragón, concretamente algunas de la zona del Pirineo, Prepirineo, del Valle del Ebro, las cercanas a la Sierra del Moncayo y las de la zona norte del Sistema Ibérico, sufren riesgo de inundación y de erosión. Esto se debe a la situación geográfica específica de cada

instalación, de las características del terreno, así como de las medidas de protección con las que se cuentan. Por ejemplo, en las inmediaciones de Zaragoza coexisten plantas cercanas con y sin riesgo de inundación y erosión. Por otro lado, las infraestructuras del sur de la provincia de Zaragoza y de todo el territorio turolense están fuera de peligro. Aunque las zonas donde se dan estos dos fenómenos, a grandes rasgos coinciden, el riesgo de erosión es más notable en la parte oriental del Pirineo aragonés, mientras que el de inundación se da en mayor medida en la parte occidental del Valle del Ebro y de la Sierra del Moncayo.

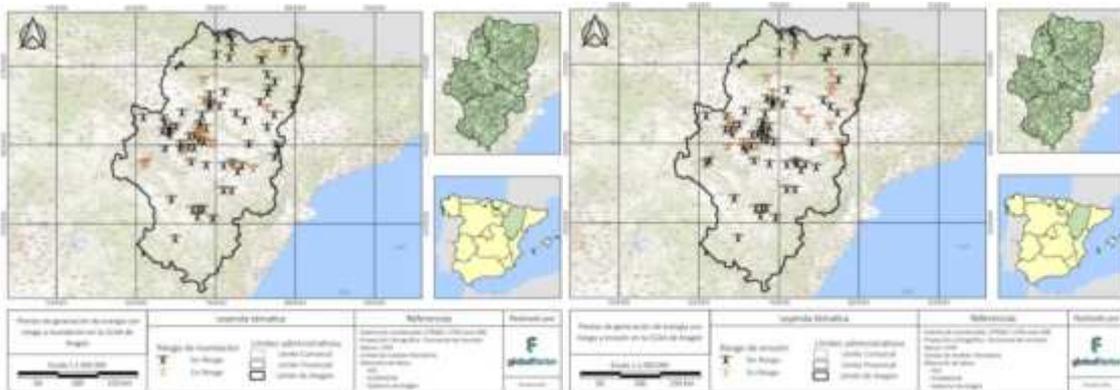


Figura 174. Izquierda: Plantas de generación de energía en riesgo de inundación. Derecha: Plantas de generación de energía en riesgo de erosión.
Fuente: Elaboración propia a partir de datos de ICEARAGON, 2023

Además, también hay que considerar el riesgo de incendios, al cual están sujetas especialmente aquellas plantas de generación de energía de Zaragoza capital y, en menor medida, las de algunos municipios cercanos.

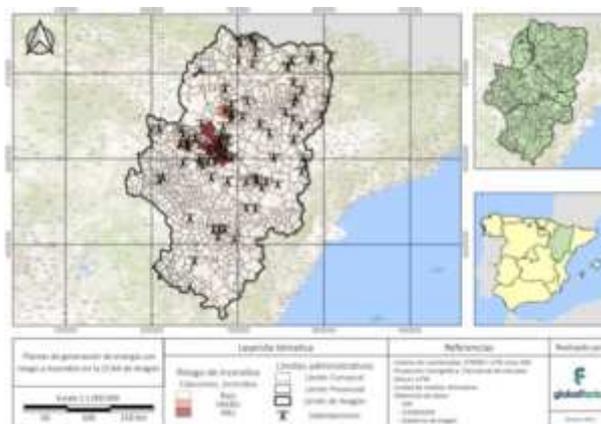


Figura 175. Plantas de generación de energía en riesgo de incendios.
Fuente: Elaboración propia a partir de datos de ICEARAGON, 2023

Las herramientas con las que cuentan las instituciones para revertir posibles efectos adversos se corresponden, precisamente, a la capacidad de adaptación que tiene el sector. Este tipo de medidas se centran en el apoyo y la extensión del autoconsumo, tanto en infraestructura pública como en el sector privado, y en la creación de comunidades energéticas, con el fin de extender prácticas que promuevan la utilización de energías renovables y el aumento de la sostenibilidad y resiliencia de la región en el actual panorama de cambio climático.

Así pues, desde el Gobierno de Aragón se están llevando a cabo medidas de autoconsumo en materia de energía eléctrica, tanto individual como colectivamente, por constituir una alternativa al consumo de energía tradicional, además de por ser más económico y respetuoso con el medio ambiente. Todo ello regulado según el Real Decreto 244/2019, del 5 de abril, en materia de las condiciones administrativas,

técnicas y económicas. Donde los municipios que tienen más capacidad de autoconsumo se encuentran principalmente en el Valle del Ebro y en los Pirineos.

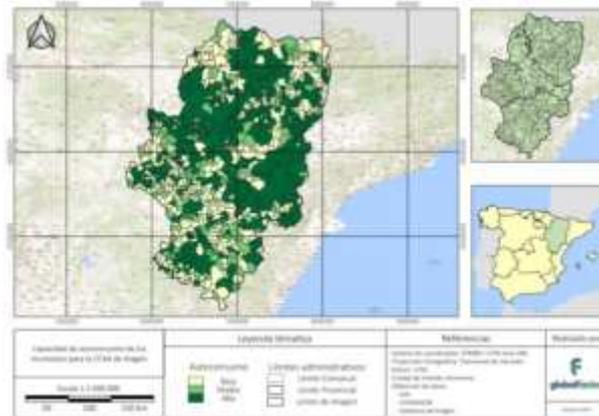


Figura 176. Capacidad de autoconsumo de los municipios de la comunidad autónoma de Aragón. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Gobierno de Aragón, 2023

Por otra parte, las comunidades energéticas promueven la generación distribuida de energía con la finalidad de asegurar el bienestar de todas las personas y el medio ambiente. Constituyendo una valiosa herramienta para ayudar a frenar la desigualdad, la pobreza energética y la crisis del cambio climático. Así pues, en Aragón se encuentran, principalmente, este tipo de comunidades en la capital autonómica y sus alrededores y en el noroeste regional, así como en otros lugares diseminados del territorio.



Figura 177. Distribución de las comunidades energéticas de Aragón. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Gobierno de Aragón, 2023

Ante lo expuesto, se puede observar que la distribución de los niveles de vulnerabilidad es muy desigual. Las zonas que presentan los índices más altos se corresponden a aquellas que son susceptibles de ver dañada su red energética por catástrofes, como los incendios y las inundaciones, y/o que no tienen implementadas medidas y proyectos que hacen que aumenten la resiliencia de las mismas, como son las iniciativas de autoconsumo y comunidades energéticas anteriormente comentadas. Por lo que se ve que, en general, las zonas rurales, como son las del norte fronterizo con Francia y las de las provincias de Zaragoza y Teruel, son las que presentan mayor vulnerabilidad. Mientras que las más densamente pobladas, en las que la red energética está más diversificada y fortalecida, presentan niveles de vulnerabilidad bajos.

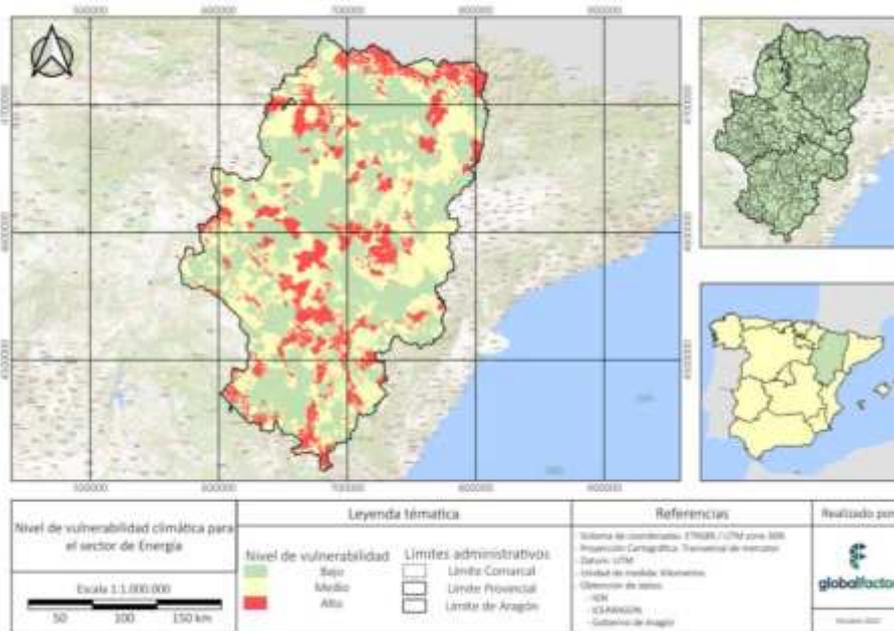


Figura 178. Nivel de vulnerabilidad climática del sector de Energía.
Fuente: Elaboración propia a partir de datos del IGN, ICEARAGON y del Gobierno de Aragón

Atendiendo a los resultados observados, el nivel de riesgo del sector Energía a un posible aumento de lluvias intensas presenta un riesgo muy bajo para el período histórico en la zona centro y sur del territorio debido a que en estas zonas el clima es menos lluvioso. Por otro lado, en gran parte del Pirineo y en el sureste de la región se llega a desarrollar niveles de riesgo considerables para este sector, en especial en las que se producen precipitaciones extremas, y donde además no existen alternativas de producción de energía, como puede ser parques fotovoltaicos o eólicos.

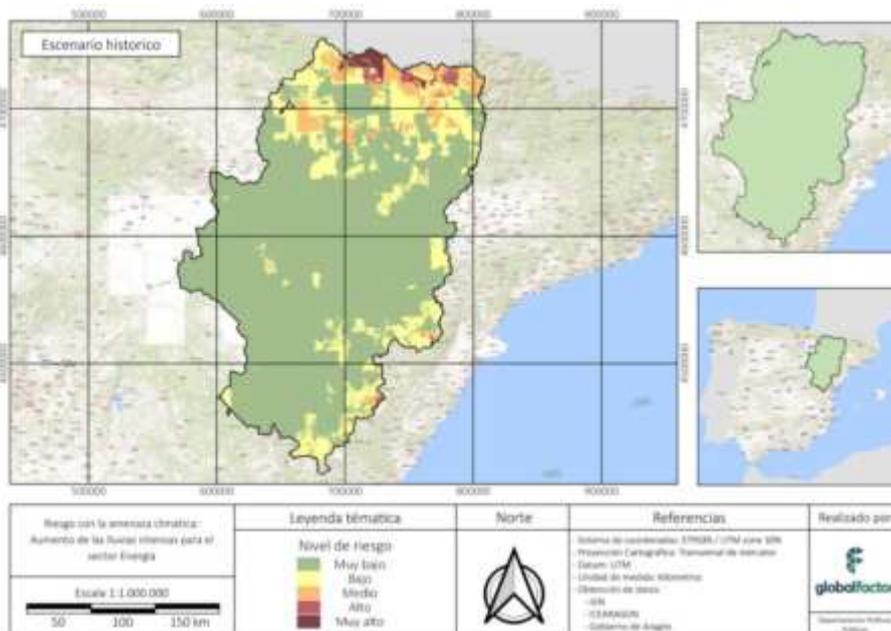


Figura 179. Riesgo climático histórico del sector energía al aumento de las lluvias intensas en Aragón.
Fuente: Elaboración propia a partir de datos del IGN, ICEARAGON y del Gobierno de Aragón

Las proyecciones climáticas futuras mostrarían pocas variaciones del nivel del riesgo.

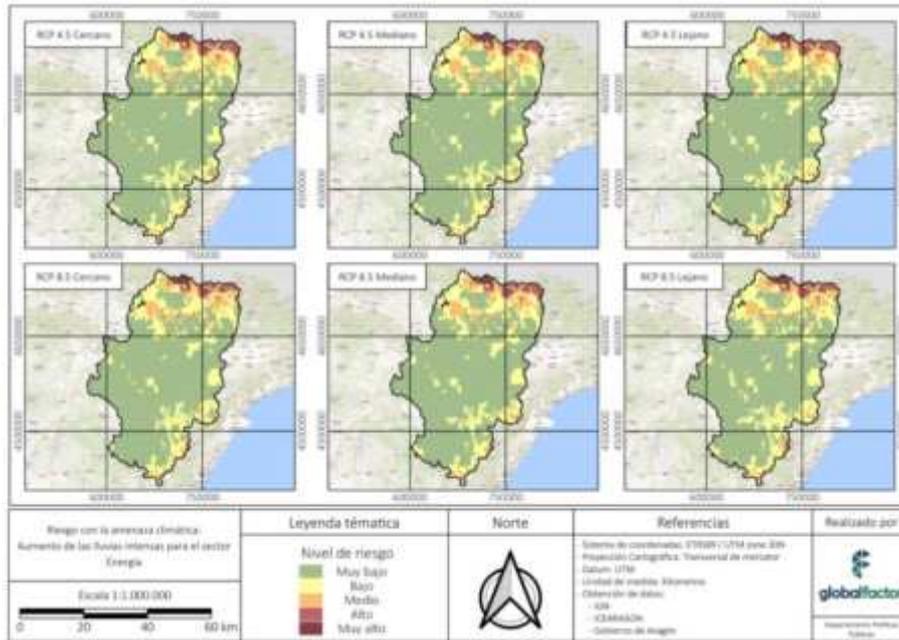


Figura 180. Riesgo climático para los escenarios climáticos RCP 4.5 y RCP 8.5 a corto, medio y largo plazo del sector energía al aumento de las lluvias intensas en Aragón.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del IGN, ICEARAGON y del Gobierno de Aragón

En cuanto al aumento de las temperaturas y de las olas de calor, riesgo histórico es generalmente bajo, con valores medios en la zona este del Valle del Ebro, debido a la disposición del terreno, el nivel de urbanismo y a la densidad de la red energética de esta parte del territorio. En el resto de la región, donde el clima es más suave y la red eléctrica se encuentra menos castigada, el nivel de riesgo ante el aumento de las temperaturas es más bajo.

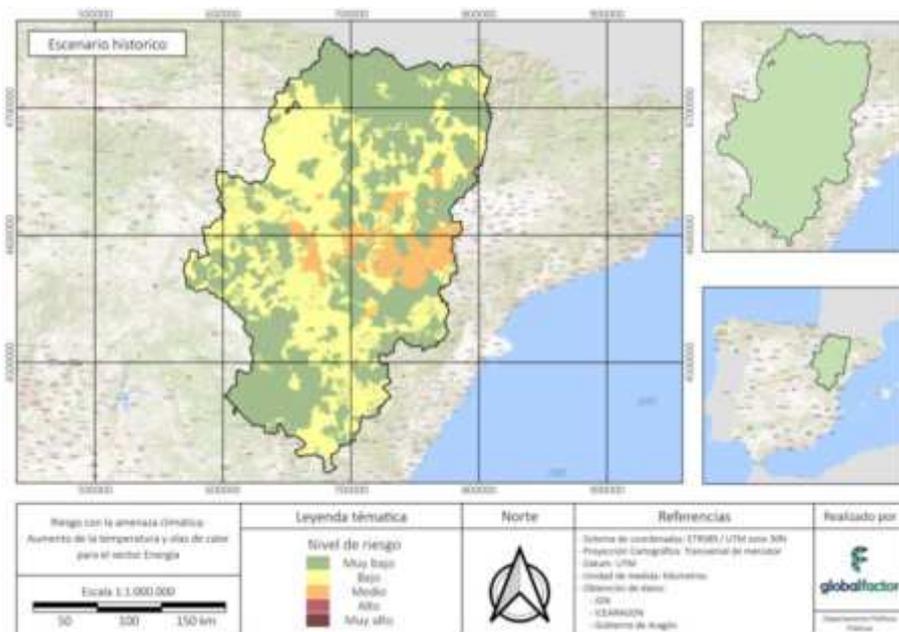


Figura 181. Riesgo climático histórico del sector energía al aumento de temperaturas y de las olas de calor en Aragón.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del IGN, ICEARAGON y del Gobierno de Aragón

Las proyecciones climáticas, sin embargo, muestran un posible aumento generalizado del nivel de riesgo del sector energético por aumento de temperaturas en toda la región, en especial en el Valle del Ebro en el escenario RCP 4.5, ya que es donde se concentra la mayor parte de la población y que, por tanto, es donde la red energética está más desarrollada. Mientras que el escenario 8.5 en la simulación a largo plazo muestra un incremento a niveles bastante altos en casi Aragón, con núcleos importantes sometidos a riesgos muy altos en la mitad inferior del territorio.

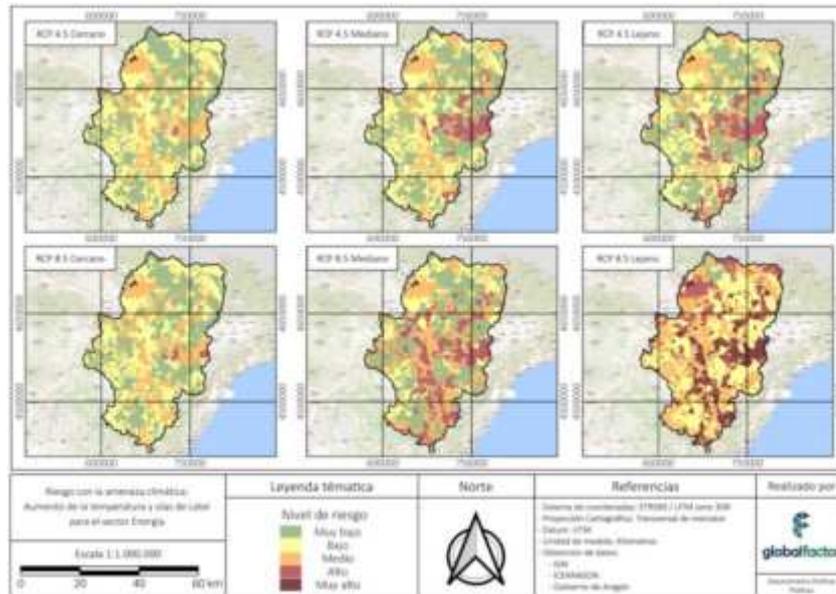


Figura 182. Riesgo climático para los escenarios climáticos RCP 4.5 y RCP 8.5 a corto, medio y largo plazo del sector energía al aumento de temperaturas y de las olas de calor en Aragón.
Fuente: Elaboración propia a partir de datos del IGN, ICEARAGON y del Gobierno de Aragón

El riesgo ligado a sequías afecta sobre todo al Valle del Ebro, que es donde más potenciada está la industria energética, por albergar a gran parte de los principales núcleos poblacionales de la comunidad autónoma. Además, algunos puntos de niveles de riesgo medio y alto están ligados al descenso de la producción en centrales hidroeléctricas, como puede ser el caso del riesgo muy alto que tiene la comarca del Matarraña a esta amenaza para el sector energético. Por lo contrario, las zonas de riesgo bajo son aquellas donde se produce menos energía y donde la red de distribución de la misma está menos extendida.

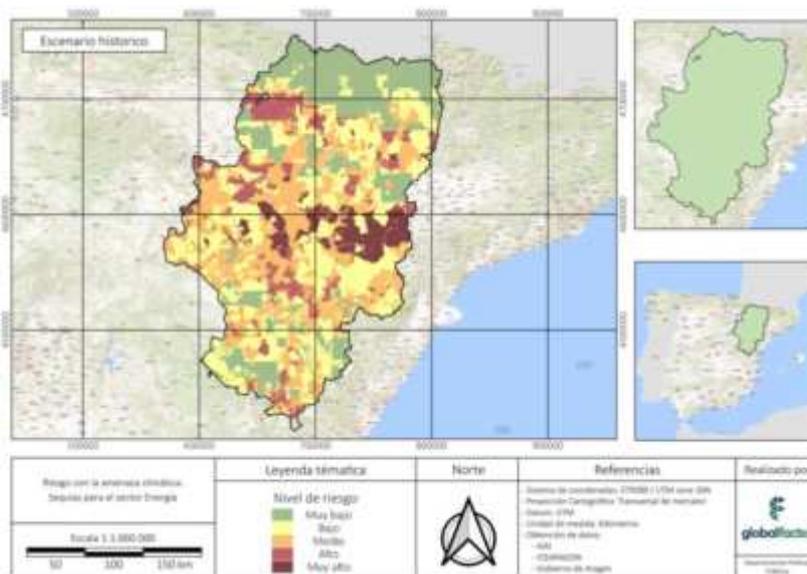


Figura 183. Riesgo climático histórico del sector sector energía a las sequías en Aragón.
Fuente: Elaboración propia a partir de datos del IGN, ICEARAGON y del Gobierno de Aragón

A futuro, se espera que el nivel de riesgo alto se vaya extendiendo a lo largo del Valle del Ebro y del sur de la región.

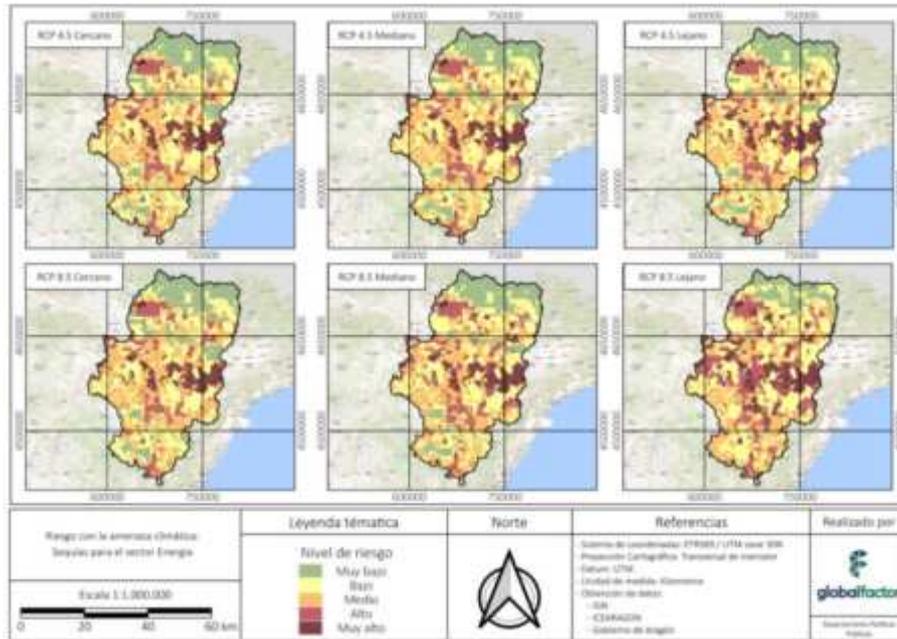


Figura 184. Riesgo climático para los escenarios climáticos RCP 4.5 y RCP 8.5 a corto, medio y largo plazo del sector energía a las sequías en Aragón.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del IGN, ICEARAGON y del Gobierno de Aragón

Por último, el riesgo por incendios en el sector energético de Aragón es relativamente bajo en el período histórico. Aunque en la mitad inferior de la región se han desarrollado zonas sometidas a niveles de riesgo medio y alto, en especial en la parte oriental del Valle del Ebro y en la provincia de Teruel. Este hecho se da porque en la zona central de la región es donde la demanda es más alta y, por ende, en donde se nuclea gran parte de la infraestructura del sector. Además, se entiende que en las zonas de riesgo alto se encuentran cerca de elementos, como pueden ser entornos forestales, que maximizan las posibilidades de propagación y generación de los incendios.

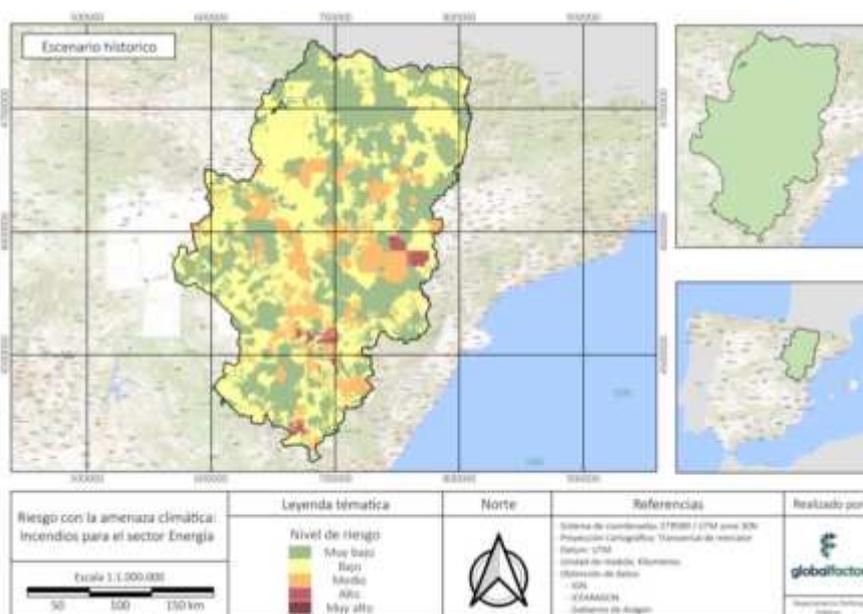


Figura 185. Riesgo climático histórico del sector sector energía a incendios en Aragón.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del IGN, ICEARAGON y del Gobierno de Aragón

A futuro, las proyecciones climáticas muestran un incremento importante del riesgo en las zonas mencionadas, donde se encuentran gran parte de la industria productora de energía, pudiendo llegar a observarse niveles en la parte en el este territorial.

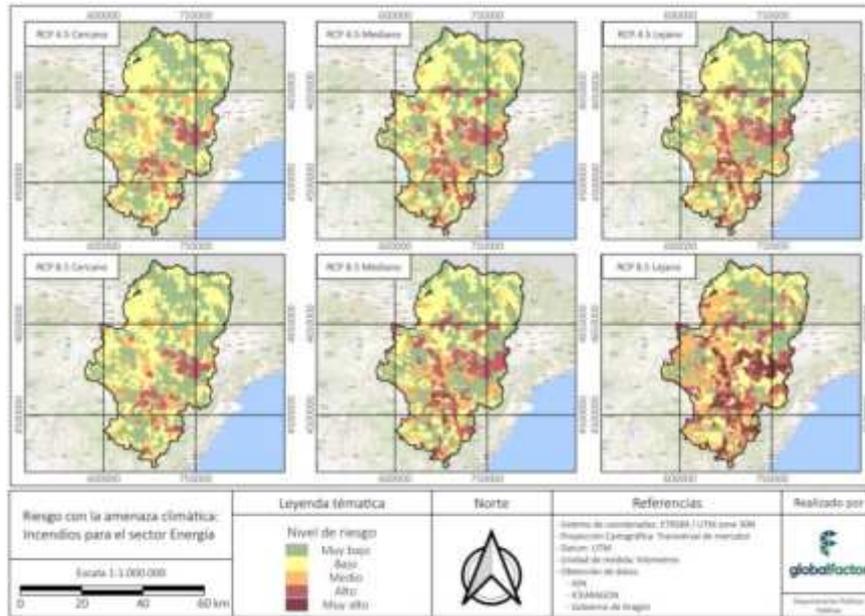


Figura 186. Riesgo climático para los escenarios climáticos RCP 4.5 y RCP 8.5 a corto, medio y largo plazo del sector energía a incendios en Aragón.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del IGN, ICEARAGON y del Gobierno de Aragón

Movilidad y transporte

El sector de la movilidad y el transporte constituye uno de los pilares fundamentales de la economía aragonesa. Contribuye al desarrollo económico y a la generación de empleo tanto directa como indirectamente, y desempeña un papel vital en la vida diaria de los ciudadanos. Además, las empresas dedicadas a la construcción y mantenimiento de infraestructuras de transporte, como carreteras, autopistas, puentes, túneles y estaciones de transporte público son esenciales para garantizar la conectividad y la fluidez del desplazamiento de personas y mercancías en la región.

El sector recibe impactos directos de amenazas como las inundaciones, los incendios forestales, las sequías y las olas de calor. Estos fenómenos pueden afectar negativamente a la infraestructura, la seguridad, la eficiencia y la sostenibilidad de los sistemas de transporte terrestre, aéreo y fluvial.

Las condiciones climáticas secas pueden afectar a la disponibilidad de agua para la población y a los vehículos que requieren de refrigeración. Además, las altas temperaturas pueden dañar a la red de infraestructuras y reducir la eficiencia de los vehículos, especialmente los que dependen de combustibles fósiles, a la vez que se da un aumento de eventos de hundimientos del suelo y daños en las carreteras, o un empeoramiento de la calidad del asfalto y deterioro de las vías.

Los incendios forestales son un riesgo significativo debido a la amplia extensión de las áreas boscosas y pastizales. Estos pueden dañar carreteras, puentes y otras infraestructuras viales, afectando la movilidad y la conectividad entre diferentes zonas. Además, las emisiones de gases y partículas durante los incendios pueden tener un impacto negativo en la calidad del aire, lo cual afecta al funcionamiento de los vehículos.

De igual forma, las lluvias intensas pueden provocar deslizamientos de tierra y dañar carreteras y vías férreas. Las infraestructuras de transporte expuestas a inundaciones pueden quedar inutilizables, afectando la movilidad y la distribución de bienes y servicios en la región, y pudiendo provocar

interrupciones en la movilidad de las personas debido a cierres temporales o desvíos de rutas, así como retrasos y dificultades en el acceso a servicios básicos y actividades cotidianas.

Los sistemas de logística y distribución pueden enfrentar desafíos durante eventos climáticos extremos. Las inundaciones y los incendios pueden interrumpir las rutas de transporte, afectando a la entrega de bienes y servicios. Además, las altas temperaturas pueden cortar la cadena de frío de ciertos productos, como alimentos perecederos.

Algunas infraestructuras de transporte y áreas urbanas se encuentran en regiones más vulnerables a amenazas climáticas, como zonas con mayor riesgo de inundación, incendios forestales o temperaturas extremadamente altas. Además, gran parte de la flota de vehículos en Aragón aún depende de combustibles fósiles, como la gasolina y el diésel. Esto los hace más sensibles a los impactos del cambio climático, ya que contribuyen a las emisiones de gases de efecto invernadero y son más susceptibles a la escasez o al aumento de precios de estos combustibles. Por otro lado, aquellos puntos con una elevada accidentalidad o en mal estado, así como las carreteras y puntos con elevado tráfico, presentan a su vez mayor sensibilidad climática, siendo más susceptibles a recibir daños por el cambio climático.

Por otro lado, las personas que dependen en gran medida de la movilidad por carretera pueden enfrentar dificultades durante eventos climáticos extremos que afectan a la infraestructura y a los servicios de transporte, lo que puede tener repercusiones en la economía y en la calidad de vida de la población.

La implementación de infraestructuras de transporte resilientes al cambio climático, así como la realización de actuaciones enfocadas en la seguridad vial, pueden ayudar a mitigar los impactos de eventos extremos. Esto incluye la consideración de futuros riesgos climáticos al diseñar y construir nuevas carreteras, puentes y sistemas de transporte público. El desarrollo y la mejora de sistemas de alerta temprana para eventos climáticos extremos, como inundaciones e incendios forestales, pueden proporcionar a las autoridades y a la población información oportuna para tomar medidas preventivas y de protección. Finalmente, promover la movilidad sostenible, como el uso de transporte público, bicicletas o vehículos eléctricos, puede reducir la dependencia de combustibles fósiles y, por lo tanto, mitigar los impactos del cambio climático. Además, el desarrollo de planes de transporte más eficientes y sostenibles puede contribuir a una mayor resiliencia frente a eventos climáticos extremos.

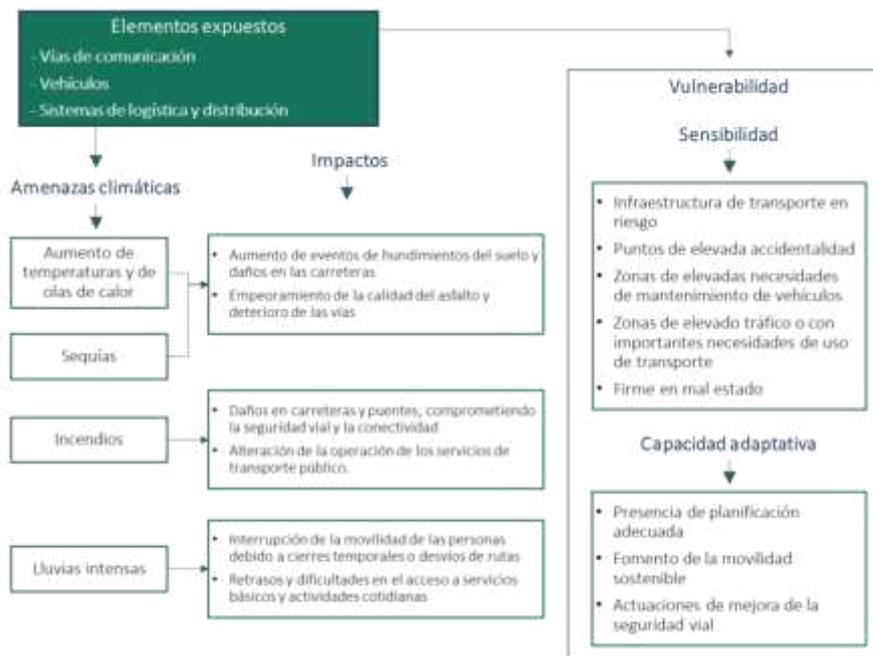


Figura 187. Cadena de impacto para el sector movilidad y transporte en Aragón.

Fuente: Elaboración propia

Con el fin de determinar los niveles de exposición del sector en la región, es necesario establecer que este, en Aragón, engloba a diferentes áreas, las cuales abarcan a diferentes empresas. La de transporte público ofrece servicios esenciales de movilidad a los ciudadanos, facilitando el desplazamiento entre las diferentes localidades de la región aragonesa, y cuenta, además, con una amplia gama de autobuses, trenes y tranvías. Por otro lado, las empresas de transporte privadas, como taxis y compañías autobuseras, juegan también un papel importante en la movilidad de las personas y efectivos. A su vez, incluye toda la red de transporte del territorio.

En Aragón, la red de carreteras es extensa y se divide en varias categorías, tal y como se refleja en la Figura 188. En total, la red suma más de 18.541 km e incluye diferentes tipos de vías. Así pues, la red Autonómica se divide en tres categorías:

- **Red básica:** 1.872 Km de extensión, esta red conecta la red estatal con las comunidades autónomas limítrofes o con Francia.
- **Red comarcal:** 2491 Km de extensión, esta red tiene como objetivo vertebrar las áreas del territorio que carecen de vías de rango superior, conectando especialmente cabeceras y subcabeceras comarcales.
- **Red local:** 1.567 Km de extensión, esta red conecta el resto del territorio con vías de rango superior y abarca accesos a muchos núcleos rurales de población.

Las principales vías, y que concentran una mayor afluencia de tráfico, son las Autopistas de peaje, la AP-2, que va desde Alfajarín hasta L.P Lleida, y la AP-68, que va desde L.P Navarra hasta Zaragoza, y las Autovías y carreteras desdobladas. En Aragón, hay un total de 917 km de autovías, entre las que se encuentran la A-23, conocida como Autovía Mudéjar, la A-22, que conecta la capital oscense con Lleida, y la A-21, que está en construcción y unirá Jaca con Pamplona. Además, en la provincia de Huesca, existen tramos de autovía en proceso de construcción, aunque muchos de ellos se encuentran detenidos o en progreso lento. Las carreteras nacionales, que son gestionadas por el Ministerio de Fomento, suman 1.966 km en Aragón.

Además, la red de carreteras de Aragón incluye 2910 km de vías dependientes de las tres diputaciones provinciales, con un rango equivalente a las carreteras comarcales y locales de la red autonómica. También existen otras infraestructuras de carreteras gestionadas por entidades como el COMENA o la Confederación Hidrográfica del Ebro, como pistas forestales o vías para facilitar el acceso a instalaciones e infraestructuras, aunque estas últimas no deben considerarse propiamente como carreteras.



Figura 188. Izquierda: Red de carreteras de Aragón. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de ICEARAGON, 2023

En cuanto a la red ferroviaria aragonesa, la cual está gestionada por el Administrador de Infraestructuras Ferroviarias (ADIF), cuenta con 1.255,78 Km de vías activas y 772 Km fuera de servicio. La disposición de esta es radial, actuando como núcleo la capital autonómica, Zaragoza. Siendo esta ciudad uno de los principales nodos ferroviarios del país.

Por tipos de infraestructuras ferroviarias, Aragón dispone de líneas de alta velocidad y de ferrocarriles convencionales. Las primeras mencionadas, las AVE, se dividen en dos: Zaragoza-Huesca y Madrid-Barcelona y suman entre ambas 367 Km. Mientras que la red convencional de ferrocarril cuenta con 885 Km, lo cual supone el 7,48% del trazado convencional nacional.

El transporte aéreo en la comunidad autónoma de Aragón cuenta con tres aeropuertos, los cuales se encuentran en las inmediaciones de las ciudades de Huesca, Teruel y Zaragoza, Figura 189. El primero mencionado opera desde 2006 y está ligado a la afluencia del turismo en los Pirineos, zona donde se encuentra. Por otra parte, la plataforma industrial aeroportuaria de Teruel no es un aeropuerto convencional, sino que ofrece las instalaciones y servicios necesarios para que el sector aeronáutico internacional satisfaga necesidades específicas. Finalmente, el de Zaragoza es el aeropuerto más importante de la región, en el que más vuelos se realizan y el que recibe a más pasajeros. Aun así, a nivel nacional es de los que menos afluencia presenta.



Figura 189. Derecha: Red de vías férreas de Aragón. Izquierda: Localización de los aeropuertos y los campos de vuelo de Aragón.
Fuente: Elaboración propia a partir de datos de ICEARAGON, 2023

En cuanto a los vehículos matriculados en Aragón, en el año 2021 fueron 914.832 según los datos aportados por el Observatorio de transporte y la logística en España. Respecto al resto de comunidades autónomas, la región se mantiene en la media del nivel de matriculaciones por año, mientras que, por provincias Zaragoza es la que ha registrado un mayor número de coches matriculados, 605.851, seguida por Huesca con 188.576 coches y finalmente, Teruel con 120.405 coches.

Así, la exposición del sector se concentra en las zonas en las que hay una elevada densidad de infraestructura del sector, así como mayor presencia de vehículos, siendo así en las zonas más pobladas de la región, es decir, la mitad superior de la misma y en especial las capitales de provincia. Se destaca Zaragoza y las inmediaciones de la misma, debido a que la primera localidad mencionada es el núcleo de la red de transporte regional, así como uno de los puntos estratégicos de la movilidad nacional, pues por ella pasan rutas ferroviarias nacionales de suma importancia como son la línea AVE Madrid-Barcelona y la conexión del norte de la península Ibérica con la costa este de la misma, por ejemplo. Por otra parte, aquellas zonas rurales de las provincias de Zaragoza y Teruel son la que está menos expuestas, ya que estas cuentan con menos oferta de transporte y, por lo tanto, con menos infraestructura.

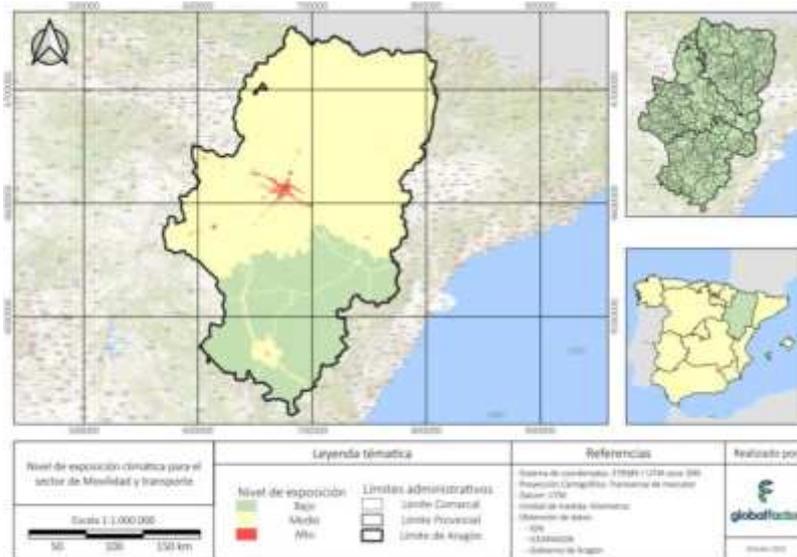


Figura 190. Nivel de exposición climática del sector Movilidad y Transporte de Aragón.
Fuente: Elaboración propia a partir de datos del IGN, ICEARAGON y del Gobierno de Aragón

En cuanto a la vulnerabilidad del sector, en Aragón el sector de la automoción es uno de los pilares de la economía regional, ya que es el principal sector industrial, con más de 28.000 ocupados, una generación de VAB equivalente al 5,5% aragonés y que supone más de la mitad de las exportaciones de la comunidad autónoma con un superávit comercial de 2.000 millones de euros. Esto implica que el territorio aragonés sea altamente dependiente de este sector, aumentando así su vulnerabilidad. Del total de las actividades industriales, el 2,77% de estas corresponde a las 299 actividades económicas de Aragón clasificadas en la “fabricación de material de transporte”. De las cuales, 218 están en la provincia de Zaragoza, el 73% del total. Mientras que Huesca y Teruel cuentan con 56 y 25 actividades de la industria de la automoción respectivamente. Siendo la capital autonómica y su entorno las que concentran un mayor número de actividades de este sector, 77 concretamente lo que supone el 26% del total regional. Otros entornos industriales importantes de la automoción son la localidad de Huesca, con 13, y Alcañiz con 7 actividades.

Además, existen puntos de la red de carreteras y de la red ferroviaria que están bajo riesgo de inundación y/o erosión. La red de carreteras se puede ver afectada por inundaciones en los tramos de la A-23 dirección Jaca y la N-330 dirección Candanchú, el tramo de la A-23 dirección Zaragoza-Calamocha, la E-90 desde Zaragoza a Calatayud, las carreteras AP-2 y A-22 en los últimos sectores aragoneses sentido Lleida, los tramos iniciales y finales comprendidos en la región de la A-23 desde Zaragoza sentido Valencia y pequeños transectos de carreteras comarcales de la zona del Pirineo, Prepirineo y, en menor medida, en el Sistema Ibérico. Siendo las partes de la red de carreteras en mayor riesgo por avenidas las de la ciudad de Zaragoza y sus alrededores. Además, los tramos mencionados también están bajo riesgo de erosión, excepto el sector inicial de la A-23 al salir de Zaragoza, así como la zona central de la ciudad mencionada.



Figura 191. Izquierda: Carreteras de Aragón en riesgo de inundación. Derecha: Red de carreteras de Aragón en riesgo de erosión.
Fuente: Elaboración propia a partir de datos de ICEARAGON de 2023 y del Departamento de Política Territorial e Interior del Gobierno de Aragón de 2023

Por otra parte, gran parte de la red férrea está en riesgo por inundaciones, aunque se ve más afectada la parte occidental de la región, sobre todo la línea Madrid-Zaragoza y la red Ancho Ibérico de Zaragoza a Teruel, y los primeros tramos desde Zaragoza de las líneas que unen dicha localidad con Cataluña.



Figura 192. Vías férreas de Aragón en riesgo de inundación

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de ICEARAGON de 2023 y del Departamento de Política Territorial e Interior del Gobierno de Aragón de 2023

Los puntos negros consisten en aquellas zonas de la red viaria de poca longitud que concentran un importante número de siniestros. Debido a que la comunidad de Aragón cuenta con tramos muy poco transitados, la posibilidad de incidencias es menor. Sin embargo, existen en la región varias zonas conflictivas, dispersadas por el Valle del Ebro, en las zonas de Monegros y el Cinca bajo, así como en el sector de La Almudia de Doña Godina y en las salidas de la capital de Huesca hacia los Monegros.

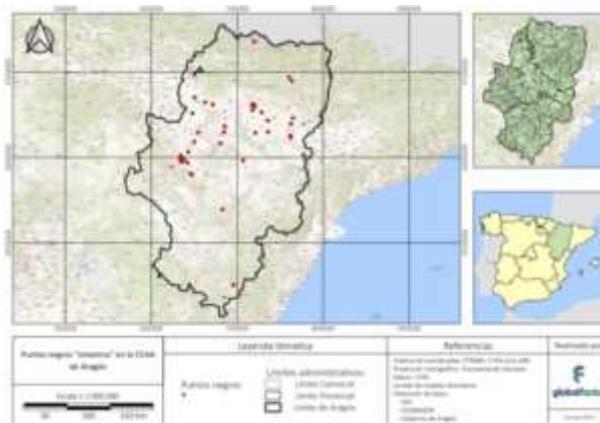


Figura 193. Localización de los puntos negros de siniestros en la región de Aragón.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de ICEARAGON, 2023

La capacidad de adaptación para el sector de movilidad y transporte recae en la venta de vehículos, donde por provincias, Zaragoza es la que más compras registra, con más de 50.394, le sigue Huesca con 13.084 y finalmente, Teruel con 8.656 ventas. Por tipo de vehículos, Figura 194, los más vendidos fueron los turismos, 51.626 unidades vendidas en toda la región, y lo que menos, los autobuses, habiéndose vendido 253 en todo Aragón.

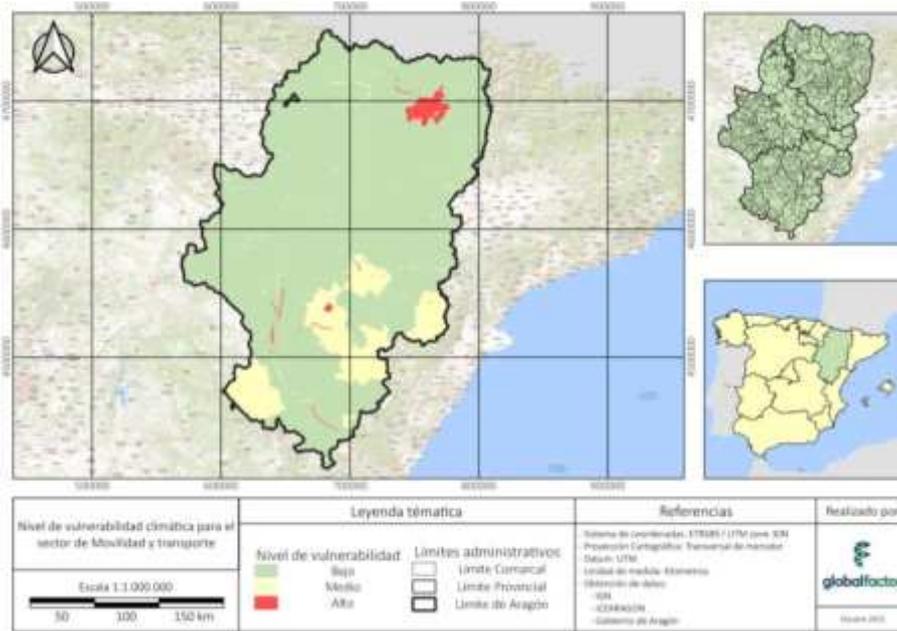


Figura 196. Nivel de vulnerabilidad climática del sector Movilidad y Transporte de Aragón.
Fuente: Elaboración propia a partir de datos del IGN, ICEARAGON y del Gobierno de Aragón

En cuanto al riesgo climático del sector, se observa que es generalmente muy bajo para el período histórico en relación a la amenaza por un aumento de lluvias intensas, solo mostrando niveles de riesgo bajo, medio o alto en aquellas zonas que registran volúmenes pluviométricos superiores a la media regional. Dichas zonas se corresponden a los Pirineos y a algunos enclaves del centro y sureste del Sistema Ibérico, en los cuales debido a las lluvias intensas se pueden dar interrupciones de la movilidad por cierre o desvío de rutas e interrupciones y dificultades en el transcurso normal de los servicios debido a procesos de erosión e inundación de las carreteras y vías férreas. Se destaca, con un nivel de riesgo alto, la zona alrededor de Aínsa, la cual muestra una elevada vulnerabilidad tal y como se ha comentado en el análisis realizado.

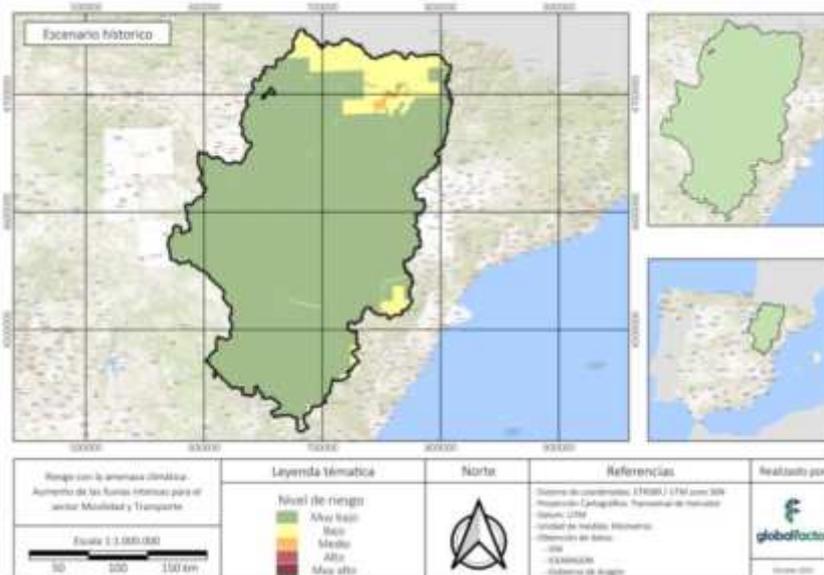


Figura 197. Riesgo climático histórico del sector movilidad y transporte al aumento de las lluvias intensas en Aragón.
Fuente: Elaboración propia a partir de datos del IGN, ICEARAGON y del Gobierno de Aragón

Respecto a las proyecciones climáticas futuras, no se espera una variación sustancial del riesgo, manteniéndose generalmente estable a lo largo del tiempo.

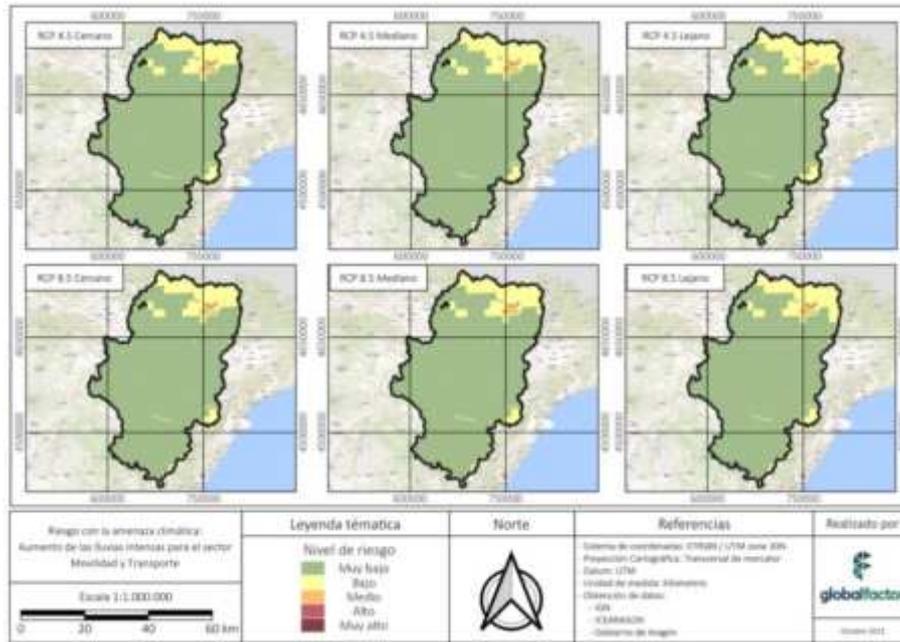


Figura 198. Riesgo climático para los escenarios climáticos RCP 4.5 y RCP 8.5 a corto, medio y largo plazo del sector movilidad y transporte al aumento de las lluvias intensas en Aragón.
Fuente: Elaboración propia a partir de datos del IGN, ICEARAGON y del Gobierno de Aragón

Por otra parte, el riesgo por aumento de temperaturas al que está sometido la red de movilidad y transporte de Aragón es muy bajo para el período histórico, destacándose algunos tramos de las principales vías de transporte de la región, sobre todo en las capitales de provincia, por donde pasan las rutas más importantes, además de otros tipos de transportes, y concentran a la mayor parte de la industria automovilística de la región.

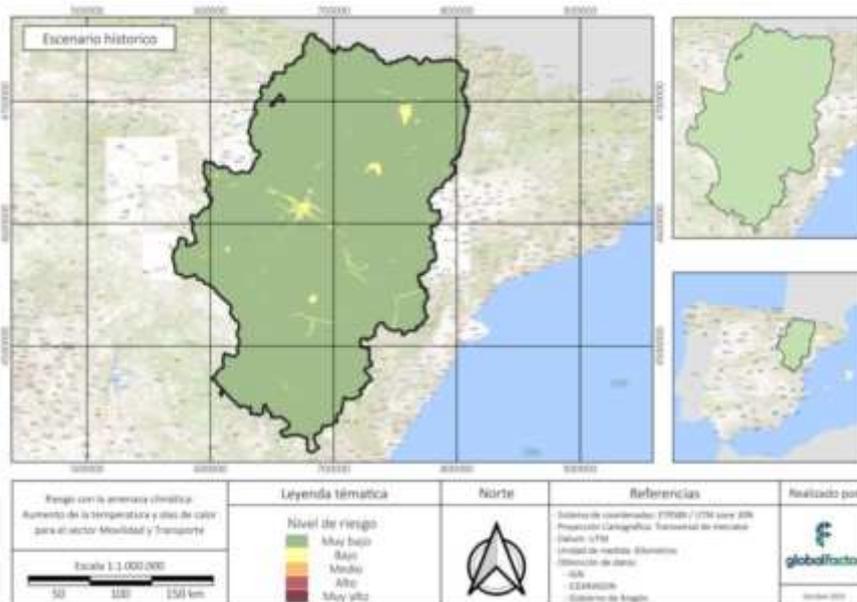


Figura 199. Riesgo climático histórico del sector sector movilidad y transporte al aumento de temperaturas y de las olas de calor en Aragón.
Fuente: Elaboración propia a partir de datos del IGN, ICEARAGON y del Gobierno de Aragón

A futuro, se espera que se pueda dar aumento generalizado del riesgo en las vías férreas y carreteras de la comunidad autónoma, en especial a su paso por Zaragoza y la Comunidad de Calatayud, así como donde

existen nexos importantes de unión de distintas vías concurridas, como puede ser el caso de la capital autonómica y en las carreteras A-23 y A-2 y las vías férreas del AVE. Se puede esperar que, en el escenario RCP 8.5, la expansión de las zonas de mayor riesgo se dé de manera más acelerada.

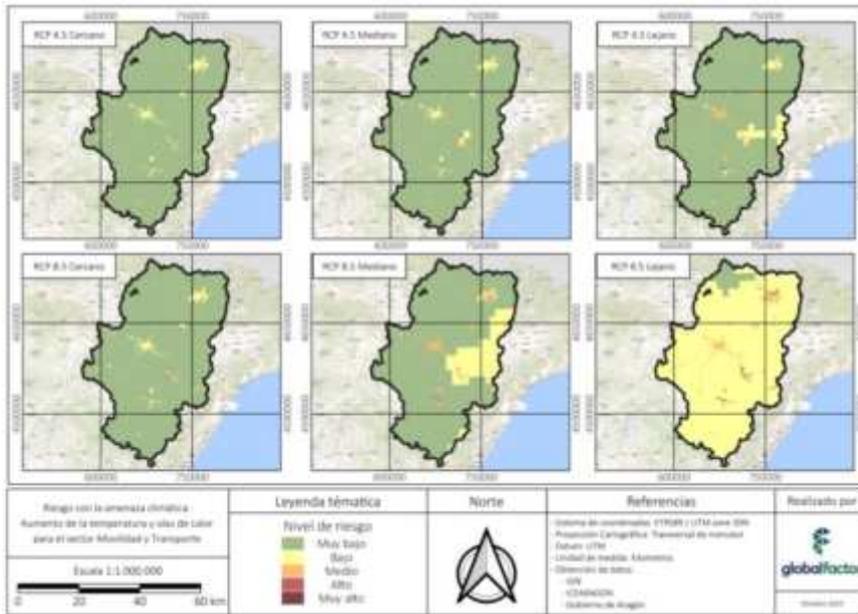


Figura 200. Riesgo climático para los escenarios climáticos RCP 4.5 y RCP 8.5 a corto, medio y largo plazo del sector movilidad y transporte al aumento de temperaturas en Aragón.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del IGN, ICEARAGON y del Gobierno de Aragón

En cuanto a la amenaza por sequías, las zonas de Aragón más afectadas por las sequías son sobre todo de la mitad inferior de la región y en especial de su capital, así como algunos tramos de las vías férreas y las carreteras que unen Zaragoza con Huesca y otras de la parte occidental de Aragón, debido a que se trata de aquellas zonas con mayor producción industrial del sector automovilístico y a que los eventos de sequía pueden afectar en mayor medida dichas regiones.

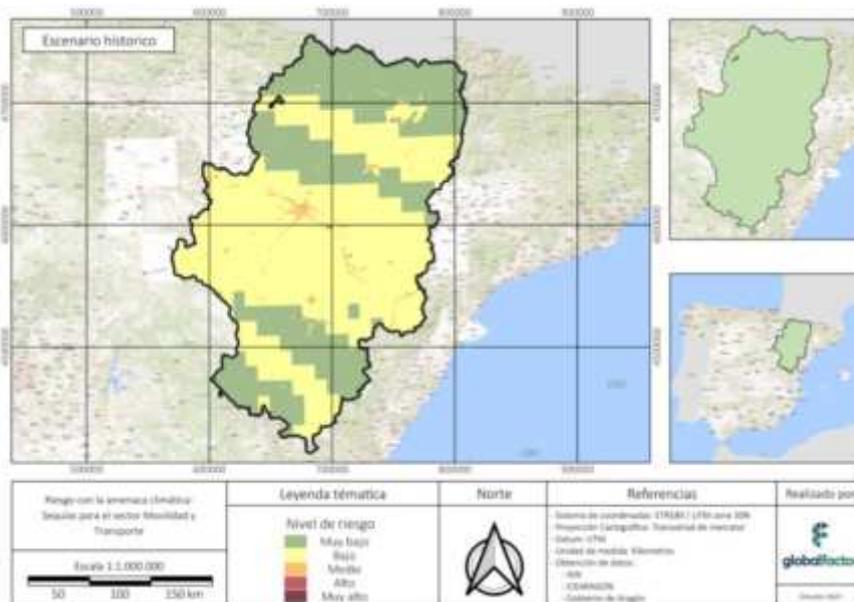


Figura 201. Riesgo climático histórico del sector sector movilidad y transporte a las sequías en Aragón.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del IGN, ICEARAGON y del Gobierno de Aragón

A futuro, no se esperan importantes cambios, salvo para el largo plazo en el escenario RCP 8.5, en el cual se podría llegar a tener niveles de riesgo muy alto en Zaragoza, donde se concentra la producción automovilística en Aragón.

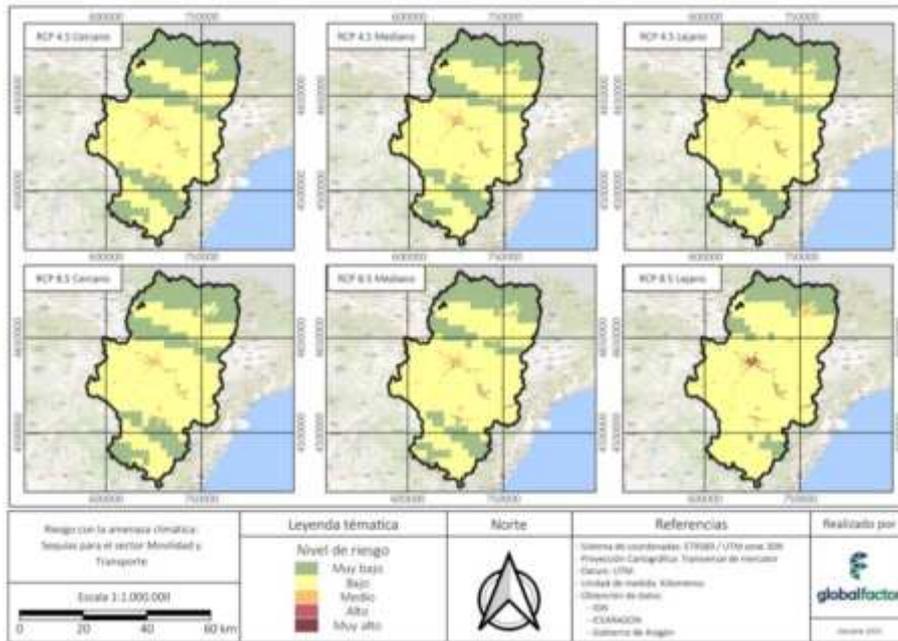


Figura 202. Riesgo climático para los escenarios climáticos RCP 4.5 y RCP 8.5 a corto, medio y largo plazo del sector movilidad y transporte a las sequías en Aragón.
Fuente: Elaboración propia a partir de datos del IGN, ICEARAGON y del Gobierno de Aragón

Por último, el riesgo por incendios en la red de transporte y movilidad se mantiene generalmente en niveles bajos para el período histórico. Esta favorable situación se da gracias a la eficiente gestión de los recursos y a las estrictas medidas de prevención implementadas por las autoridades. Aunque, en áreas de mayor afluencia, donde la infraestructura de transporte está más comprometida debido a niveles de tráfico significativos y, por tanto, a vías en peores estados, el nivel de riesgo puede aumentar debido a la mayor sensibilidad que pueden presentar dichos puntos.

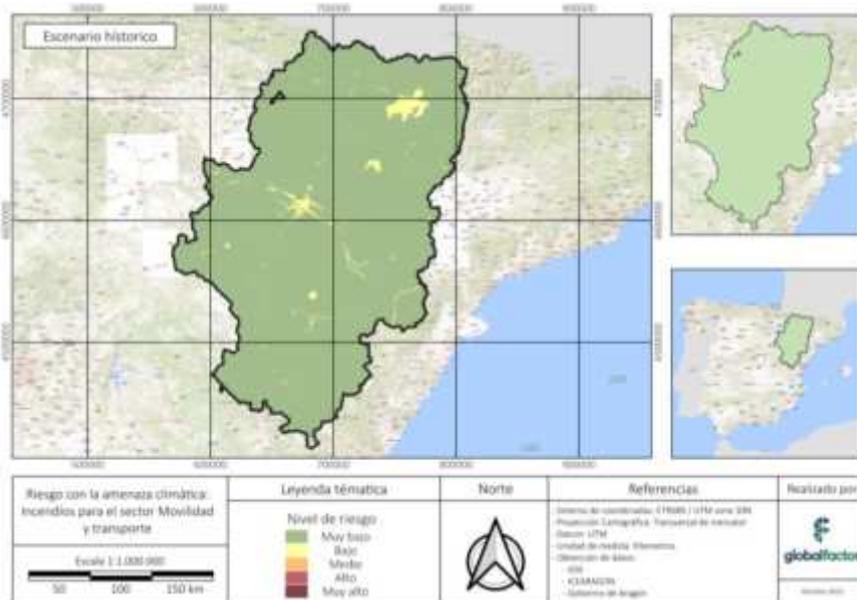


Figura 203. Riesgo climático histórico del sector movilidad y transporte a incendios en Aragón.
Fuente: Elaboración propia a partir de datos del IGN, ICEARAGON y del Gobierno de Aragón

Las proyecciones climáticas, en especial el horizonte lejano de escenario RCP 8.5, suscitan preocupaciones sobre un potencial aumento en el nivel de riesgo por incendios en las carreteras y vías férreas, especialmente en áreas de alto tráfico como la ciudad de Zaragoza y otras zonas del Valle del Ebro aragonés.

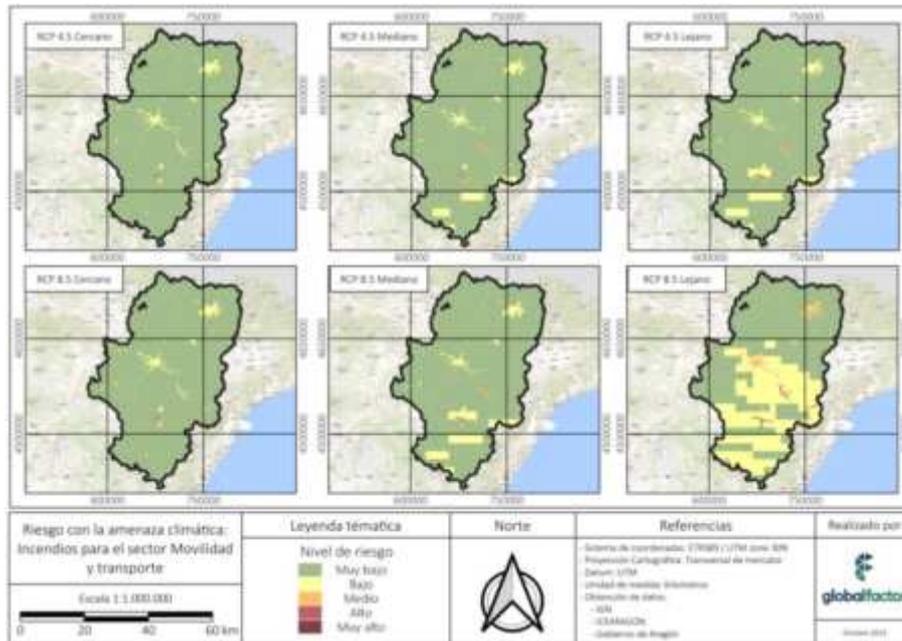


Figura 204. Riesgo climático para los escenarios climáticos RCP 4.5 y RCP 8.5 a corto, medio y largo plazo del sector movilidad y transporte a incendios en Aragón.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del IGN, ICEARAGON y del Gobierno de Aragón

Industria y servicios

El sector industrial y de servicios en Aragón es fundamental para la economía de la comunidad autónoma, ya que ambos segmentos contribuyen significativamente a la generación de empleo, riqueza y bienestar para sus habitantes. Las industrias ligadas a la automoción, aeronáutica, energía, alimentación, química y construcción desempeñan un papel clave en la producción de bienes y productos manufacturados. Por otro lado, el turismo, comercio, banca, telecomunicaciones y sanidad son esenciales para la prestación de servicios a los ciudadanos y visitantes de la región. El turismo, en particular, juega un papel importante en la generación de ingresos a través del turismo rural, cultural y natural que atrae a visitantes de diferentes lugares. Por lo que ambos sectores están estrechamente interconectados, ya que el desarrollo industrial de Aragón impulsa la demanda de servicios relacionados, como el transporte, la logística y la tecnología. Del mismo modo, un sector de servicios próspero contribuye a mejorar la calidad de vida de los trabajadores y la población en general, lo que a su vez influye positivamente en el clima de negocios para las empresas.

Las instalaciones industriales en Aragón, como fábricas, plantas de energía y centros de producción, están expuestas a los impactos de las amenazas climáticas. La ubicación de infraestructuras industriales o de servicios esenciales en áreas susceptibles a sequías, incendios, inundaciones o altas temperaturas puede poner en riesgo la producción de bienes y el buen desarrollo de la actividad. Un aumento de las temperaturas y la olas de calor supone así riesgos significativos para la producción industrial y del sector servicios debido a que la eficiencia y seguridad laboral se ven amenazadas, requiriendo medidas preventivas para proteger a los trabajadores y trabajadoras, garantizando a su vez la continuidad operativa en condiciones climáticas extremas.

Los recursos naturales utilizados en el proceso industrial, como el agua, la madera o los recursos minerales, pueden disminuir o escasear debido a las sequías y otros eventos climáticos extremos. Esto afecta a la disponibilidad y al costo de los suministros para las industrias, aumentando la vulnerabilidad sectorial.

Algunos sectores industriales son más sensibles a las amenazas climáticas que otros, en especial aquellos relacionados directamente con el medio natural para conseguir materia prima.

Los cambios en los patrones climáticos y la percepción del riesgo pueden alterar la demanda de ciertos productos y servicios en la región. Por ejemplo, el aumento de la conciencia sobre el cambio climático puede generar una mayor demanda de productos más sostenibles y resistentes a eventos climáticos extremos. La dependencia de sectores industriales sensibles al clima y la exposición a estos fenómenos pueden aumentar la vulnerabilidad económica de la región. Los impactos negativos en la producción y los servicios pueden tener efectos en cadena en la economía local y regional.

Por otro lado, la implementación de planes de adaptación climática puede ayudar a las empresas y a los servicios a identificar y abordar los riesgos asociados con las amenazas climáticas. Estos planes pueden incluir medidas para mejorar la resiliencia de infraestructuras, diversificar fuentes de suministro y reducir la huella ambiental. A su vez, la adopción de tecnologías más resistentes al clima puede contribuir a proteger las infraestructuras y los procesos industriales ante eventos extremos. Esto incluye tecnologías de eficiencia energética, sistemas de gestión de agua y soluciones de mitigación de riesgos, entre otros. Finalmente, fomentar la diversificación económica en la región puede reducir la dependencia de sectores altamente sensibles al clima. La promoción de industrias más sostenibles y menos dependientes de recursos naturales puede mejorar la capacidad de adaptación frente a los desafíos climáticos.

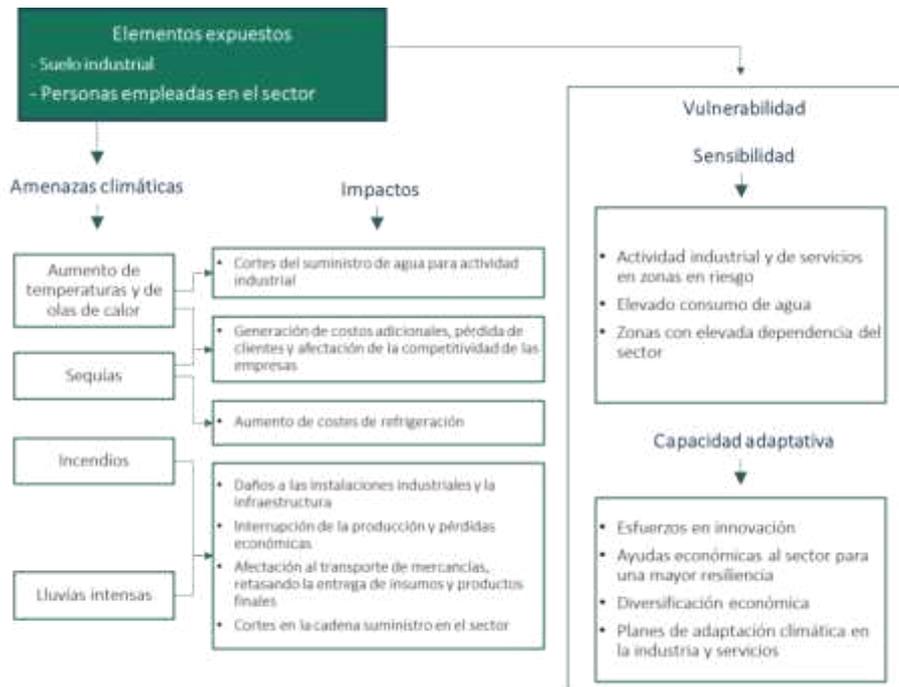


Figura 205. Cadena de impacto para el sector industria y servicios en Aragón.
Fuente: Elaboración propia

El nivel de exposición del sector industrial y de servicios de la región está regido por el nivel de desarrollo de estos en el territorio, por el número de personas ocupadas y por la distribución y extensión de las zonas industriales y comerciales. Así pues, el Instituto Aragonés de Fomento de la comunidad autónoma estima que la región cuenta con 11.595,18 hectáreas destinadas a polígonos industriales. El 69,51% de esta superficie se encuentra dentro de la provincia de Zaragoza, mientras que Huesca y Teruel disponen de un 14,99 y 15,50% del total de toda la comunidad respectivamente. Respecto a su distribución territorial, esta es muy irregular a lo largo del territorio aragonés, concentrándose en las capitales de provincia, en especial en Zaragoza y alrededores. A parte de la concentración de este tipo de estructuras en las capitales provinciales, también es evidente la concentración de los polígonos industriales y, por tanto, del suelo industrial, en zonas de fácil acceso de las infraestructuras de comunicación, en especial las de alta

capacidad, así como la nucleación de estos en zonas beneficiadas de políticas de incentivo económico e industrial, como pueden ser las comarcas de Andorra-Sierra de Arcos o las Cuencas Mineras.



Figura 206. Izquierda: Suelo industrial y comercial de Aragón. Derecha: Distribución de los polígonos industriales en la comunidad autónoma de Aragón.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de ICEARAGON, 2023

El total de empresas asociadas a este sector es de 7.604, de las cuales, 5.247 se encuentran en la provincia de Zaragoza, 1.412 en Huesca y 945 en Teruel. Mientras que las afiliaciones en alta a la Seguridad Social para este sector son 102.453, siendo también la provincia de Zaragoza la que más afiliaciones alberga. A nivel comarcal, es notable el nivel de afiliación de las comarcas que o bien contienen a la capital autonómica, o bien se son cercanas a esta.

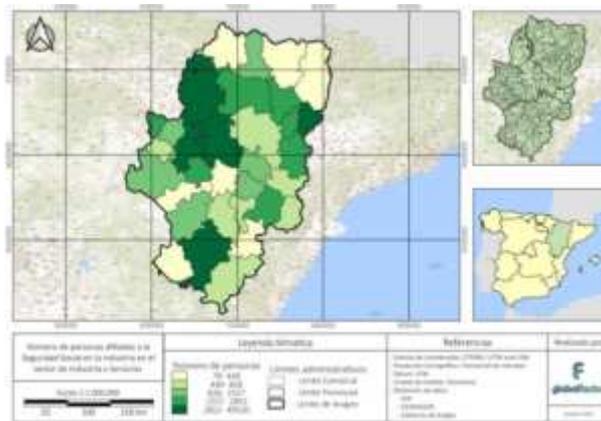


Figura 207. Número de personas afiliadas a la Seguridad Social en la industria en Aragón.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de ICEARAGON, 2022

Por otra parte, los establecimientos dedicados a los servicios en Aragón se corresponden a un total de 72.168. Zaragoza es la provincia con mayor número, con 52.935, mientras que Huesca cuenta con 12.427 y Teruel con 6.806. Respecto a la afiliación a la seguridad social en el sector servicios, esta es elevada en las capitales de provincia, en especial en Zaragoza, aunque, también, en algunas cabeceras y subcabeceras comarcales, como es el caso de Alcañiz, Barbastro y Jaca. Por otro lado, las localidades del sur de Zaragoza y el norte de Teruel son las que tienen los datos más bajos.

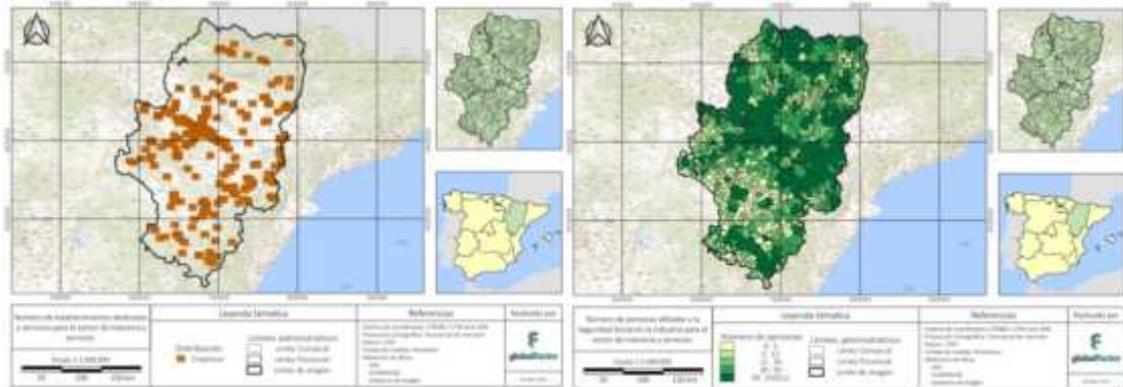


Figura 208. Izquierda: Número de establecimientos dedicados al sector servicios en Aragón. Derecha: Número de personas afiliadas a la Seguridad Social en el sector servicios.
Fuente: Elaboración propia a partir de IAEST de 2019 y del Instituto Geográfico de Aragón de 2022

Así, se observa que Aragón muestra un mayor desarrollo industrial y del sector servicios a lo largo del Valle del Ebro, sobre todo en la ciudad de Zaragoza y sus alrededores. Por lo tanto, tal y como se puede observar en la Figura 209, son las provincias de Huesca y Zaragoza las que muestran un nivel de exposición mayor, al contar con más establecimientos e infraestructuras del sector. El resto de la región cuenta con diversos enclaves diseminados por el territorio, pero de menor envergadura, siendo Teruel la provincia menos desarrollada y con menos trabajadores en estos ámbitos, por lo que para algunas zonas presenta un nivel de exposición bajo.

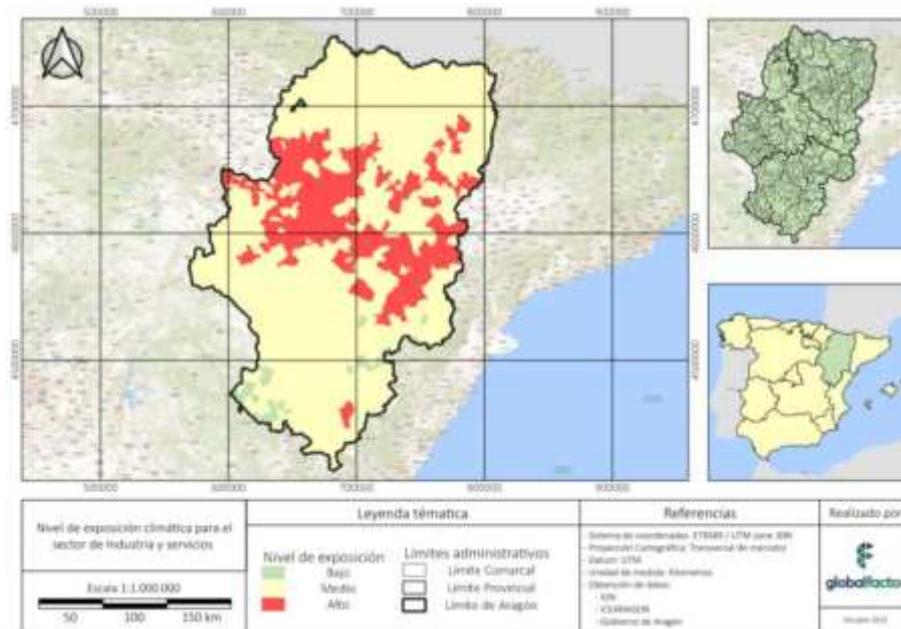


Figura 209. Nivel de exposición climática del Sector Industrial y Servicios de Aragón.
Fuente: Elaboración propia a partir de datos del IGN, ICEARAGON y del Gobierno de Aragón

Por otra parte, la sensibilidad del sector se ha determinado en base a cómo los fenómenos naturales afectan a la tasa de producción de la región. Así pues, el suelo industrial aragonés que sufre riesgo de inundación se concentra preferentemente en la capital autonómica, donde están las mayores extensiones de tierra de este uso, y, en menor medida, a lo largo del río Ebro y de sus principales afluentes, el Gállego y el Cinca, así como también a lo largo del río Jiloca.



Figura 210. Suelo industrial y comercial en riesgo de inundación en Aragón.
Fuente: Elaboración propia a partir de datos de ICEARAGON, 2023

A su vez, es importante considerar como los eventos de sequía y la escasez de agua afectan al correcto ejercicio de las actividades del sector. Donde, desde la Confederación de Empresarios de Aragón (CEOE), se muestra la preocupación sobre las afecciones que sufren las industrias agroalimentaria y química en la región debido a estos fenómenos naturales. Así pues, esta organización ha estimado que la ausencia de precipitaciones en el año 2023 produjo una pérdida económica de 1.500 millones de euros, por lo que es necesario seguir optimizando los métodos e infraestructuras de embalsamiento de agua, así como continuar con los grandes esfuerzos que se están llevando a cabo en materia de cambio climático.

Por otro lado, según datos del Instituto de Estadística³³, el Valor Agregado Bruto (VAB) regional del sector industrial y energía en Aragón casi alcanzó la cifra de 7.000.000 € en el año 2020, lo cual representó casi el 20% del PIB de la comunidad autónoma, por encima del peso que representa España en cinco puntos porcentuales. A nivel territorial, las zonas que más aportan son la capital autonómica, con un gran área de influencia, así como partes de las comarcas de La Jacetania, Alto Gállego, Sobrarbe, Hoya de Huesca, Albarracín y El Maestrazgo. Mientras que la zona central de la región, a excepción de la ciudad de Zaragoza, son las que menos aportan. Por otra parte, el Índice de Producción Industrial (IPI) de Aragón en 2023 se sitúa en 115,479 puntos, dato bastante por encima de la media nacional.

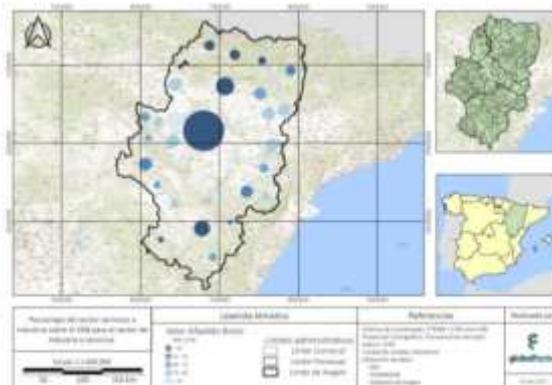


Figura 211. Porcentaje del sector de servicios e industria sobre el VAB en Aragón.
Fuente: Elaboración propia a partir de datos de ICEARAGON de 2022 y del Instituto Nacional de Estadística de 2022

Por secciones, el 84% del VAB del sector industrial se genera en actividades manufactureras, seguida del 11% en suministro de energía, eléctrica, gas, vapor y aire acondicionado, un 4,1% en suministro de agua, actividades de saneamiento gestión de residuos y descontaminación y un 0,9% en industria extractivas. Por lo tanto, la importancia del VAB de la industria manufacturera en relación con el PIB en Aragón superaba

³³ [Valor añadido bruto comarcal \(aragon.es\)](http://valorañadido.comarcal.aragon.es)

el 16%, por encima de la media nacional (11%) en el año 2020. Así, la región aragonesa cuenta con 5.453 empresas manufactureras, donde las más relevantes son del sector automovilístico y textil, que se concentran en su mayoría en Zaragoza y en otros puntos aislados tal y como se ilustra en la Figura 212.

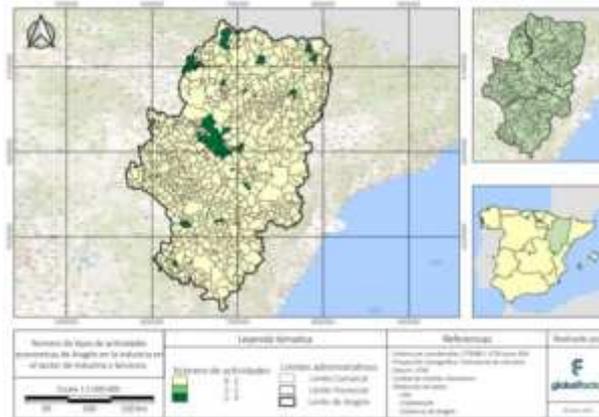


Figura 212. Número de tipos de Actividades económicas industriales de Aragón.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital del Gobierno de España, 2022

La capacidad de adaptación con la cuenta el sector se debe al esfuerzo de innovación de la región, el cual promueve una industria más efectiva, resiliente y sostenible. Este está impulsado por medidas autonómicas, nacionales y europeas que ayudan a su desarrollo. Así pues, en Aragón, 1.074 empresas han realizado actividades de innovación, donde el gasto total asciende a 545.578 €. A nivel, Aragón supone el 2,8%, del total. Si se considera el esfuerzo inversor en innovación sobre el PIB regional, Aragón se sitúa en el 1,2%, ocupando el quinto puesto del ranking autonómico estatal.



Figura 213. Izquierda: Porcentaje de empresas en cada comunidad autónoma de España que invierte en I+D. Derecha: Gasto en innovación industrial de cada comunidad autónoma de España.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Gobierno de Aragón, 2023

El proyecto “Construyendo Europa desde Aragón”, impulsado por el gobierno regional con los Fondos Estructurales y de Inversión Europeos, los cuales comprenden el de Desarrollo Regional (FEDER), el Social Europeo (FSE) y Cooperación territorial, busca lograr un crecimiento inteligente, sostenible e integrador, de acuerdo con la Estrategia Europa 2020. Parte de ellos han sido destinados a ayudas para la transformación y desarrollo industrial en la región de acuerdo con la línea de actuación TDI-FEDER, siendo esta la única comunidad autónoma española en beneficiarse de ellos. Además, bajo el mismo proyecto, Aragón también ha recibido una gran dote presupuestaria que irá destinada a la mejora de la competitividad en los sectores textiles-confección y de calzado.

Con todo ello, se establece que, en el panorama nacional, Aragón muestra un nivel de desarrollo industrial y del sector servicios, así como de inversión en I+D, medio.

Respecto al número de actividades económicas, la mayor diversificación se da en la capital autonómica, mientras que el resto están dispersadas por el territorio, sobre todo al norte en la zona de los Pirineos y en la provincia de Teruel. Hay algunos enclaves que también muestran un amplio abanico de diferentes tipos de actividades sectoriales, siendo la zona sur de la provincia de Zaragoza la que tiene una oferta más baja.



Figura 214. Actividades económicas de Aragón. Por sectores y agrupaciones de actividad. Fuente: Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital. Datos.gob.es

Atendiendo a estos hechos, se observa que a lo largo del territorio regional las infraestructuras ligadas a estos ámbitos no están extendidas de manera uniforme, por lo que la vulnerabilidad observada es mayor en los principales núcleos de producción, siendo el más importante la capital aragonesa. La provincia de Zaragoza es la que cuenta con más área de zonas de vulnerabilidad media, seguida por Huesca y finalmente Teruel.

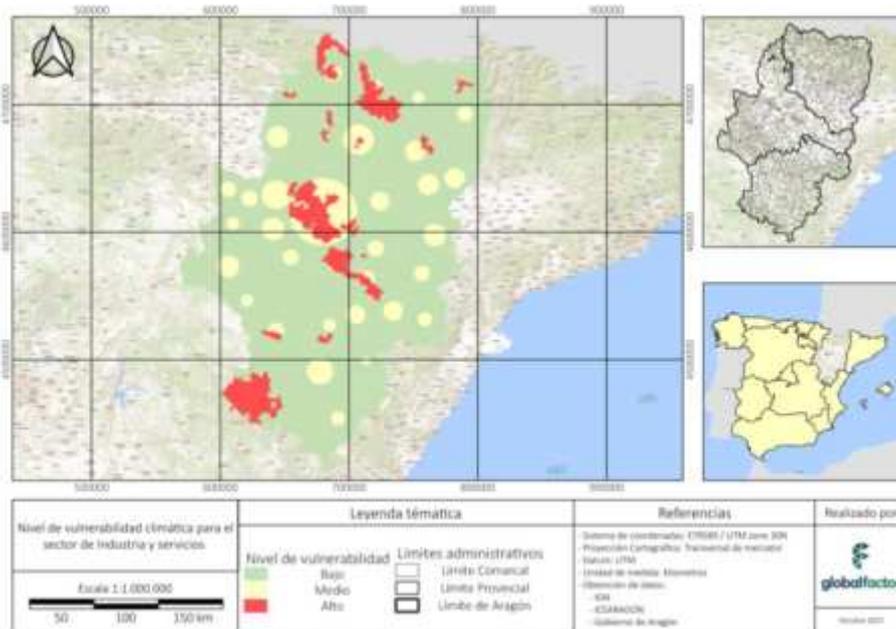


Figura 215. Nivel de vulnerabilidad climática para el sector de Industria y Servicios. Fuente: Elaboración propia a partir de datos del IGN, ICEARAGON y del Gobierno de Aragón

En relación con el riesgo al que se ven sometidos la industria y los servicios de Aragón por aumento de lluvias intensas, se puede observar que para el período histórico este es generalmente bajo, salvo en los Pirineos, allá donde los eventos de lluvias fuertes pueden ser más intensos y prolongados.

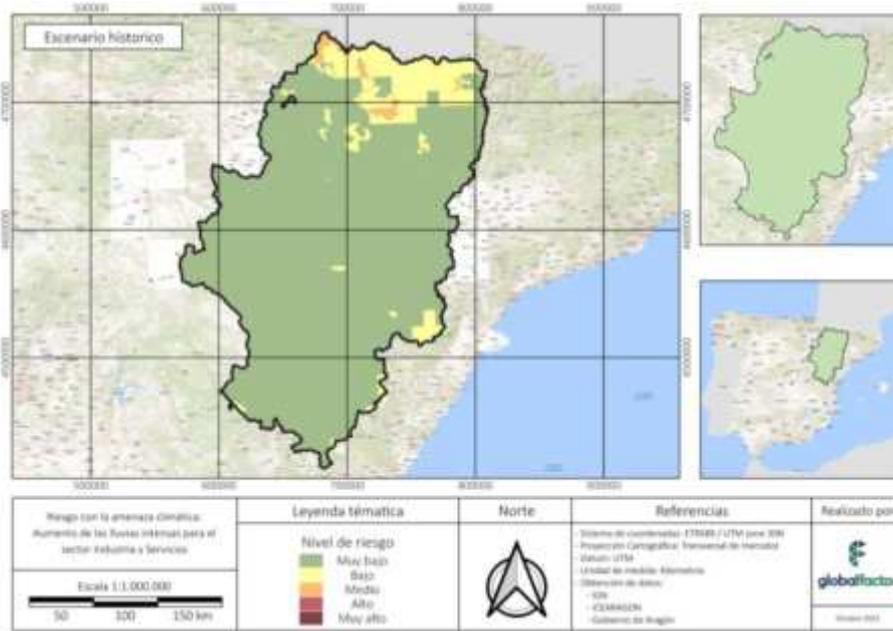


Figura 216. Riesgo climático histórico del sector industria y servicios al aumento de las lluvias intensas en Aragón.
 Fuente: Elaboración propia a partir de datos del IGN, ICEARAGON y del Gobierno de Aragón

A futuro, el riesgo se mantiene relativamente estable. Se destaca, sin embargo, la ciudad de Huesca, que podría pasar a tener un riesgo alto al contar con una exposición y vulnerabilidad sectorial altas, a la vez que se ubica en el Pirineo, zona en la que las lluvias torrenciales pueden tener un impacto importante. A su vez, no se observan diferencias significativas entre escenarios.

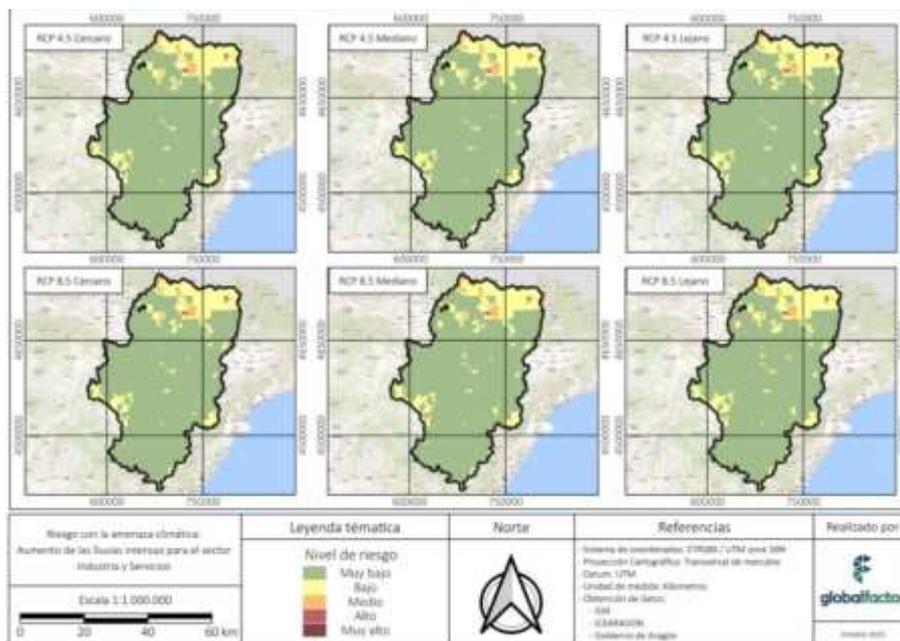


Figura 217. Riesgo climático para los escenarios climáticos RCP 4.5 y RCP 8.5 a corto, medio y largo plazo del sector industria y servicios al aumento de las lluvias intensas en Aragón.
 Fuente: Elaboración propia a partir de datos del IGN, ICEARAGON y del Gobierno de Aragón

En cuanto al riesgo asociado a un aumento de temperaturas y las olas de calor, se observa a lo largo del Valle del Ebro, y en especial en Zaragoza y sus inmediaciones, un riesgo medio para el período histórico. Esto se debe a que se trata de la zona donde se acumula la mayor parte del entramado industrial y de

servicios de la región, además de ser una de las zonas con mayor exposición a altas temperaturas. Por estos motivos es la parte central la que cuenta con un riesgo superior por aumento de las temperaturas.

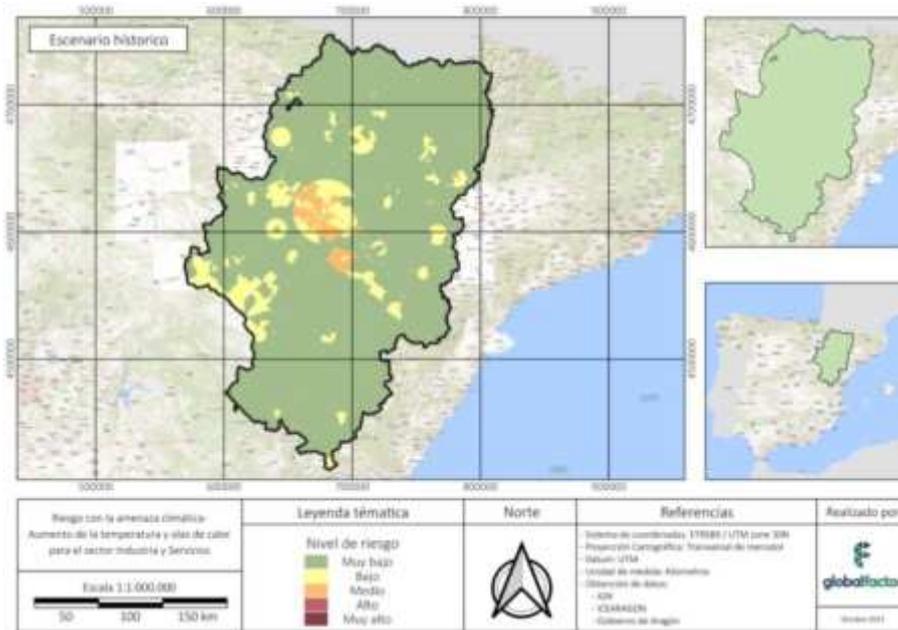


Figura 218. Riesgo climático histórico del sector industria y servicios al aumento de temperaturas y las olas de calor en Aragón.
Fuente: Elaboración propia a partir de datos del IGN, ICEARAGON y del Gobierno de Aragón

A futuro, se puede esperar un aumento del nivel de riesgo por todo el centro regional, donde los grandes polígonos industriales y los puntos de mayor desarrollo de los servicios podrían ver incrementado el nivel de riesgo hasta estar gran parte de ellos bajo riesgo medio y alto, en especial toda la zona de Zaragoza y sus alrededores y algunos puntos de la provincia de Teruel. Se destaca a su vez el importante aumento del riesgo esperado a largo plazo en el escenario RCP 8.5.

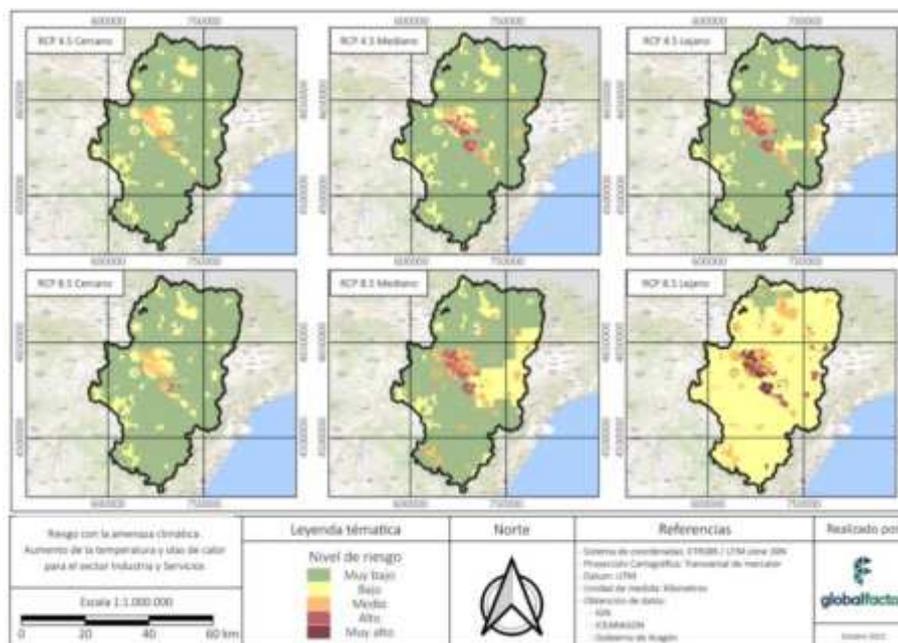


Figura 219. Riesgo climático para los escenarios climáticos RCP 4.5 y RCP 8.5 a corto, medio y largo plazo del sector industria y servicios al aumento de las temperaturas y las olas de calor en Aragón.
Fuente: Elaboración propia a partir de datos del IGN, ICEARAGON y del Gobierno de Aragón

En relación con el riesgo a sequías, este se concentra sobre todo en el Valle del Ebro, que es el de mayor desarrollo industrial, destacándose las zonas más industrializadas y donde además hay un amplio desarrollo del sector servicios, como es la capital autonómica y otros núcleos industriales del Valle del Ebro. Algunas de las actividades industriales y de servicios de esta zona tienen un elevado consumo de agua, motivo por el cual el nivel de riesgo es tan alto.

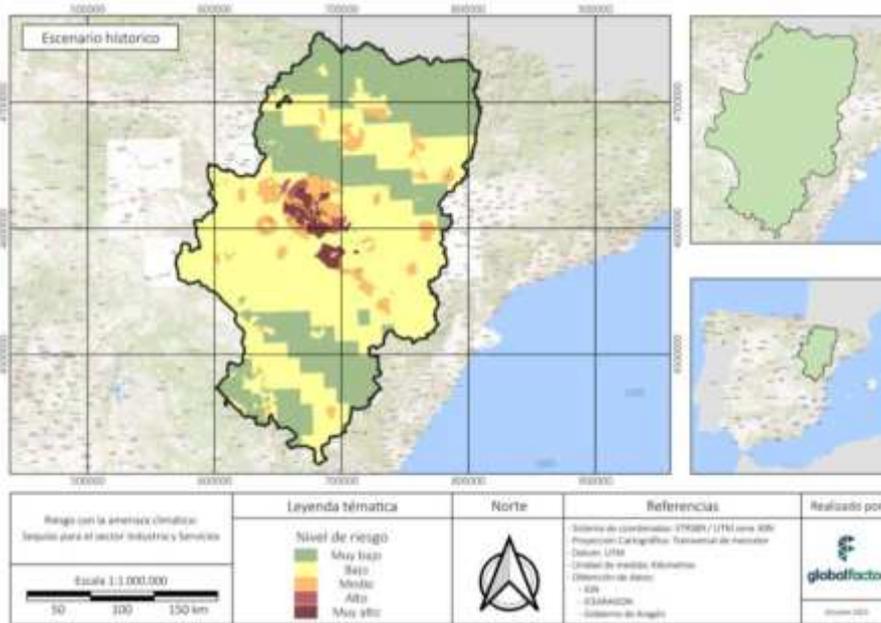


Figura 220. Riesgo climático histórico del sector industria y servicios a las sequías en Aragón.
Fuente: Elaboración propia a partir de datos del IGN, ICEARAGON y del Gobierno de Aragón

A futuro, las áreas con niveles de riesgo alto o muy alto podrían crecer en tamaño, a la vez que áreas concretas del Pirineo y del sur del Sistema Ibérico podrían pasar de riesgo muy bajo a bajo, sobre todo a largo plazo para el escenario RCP 8.5.

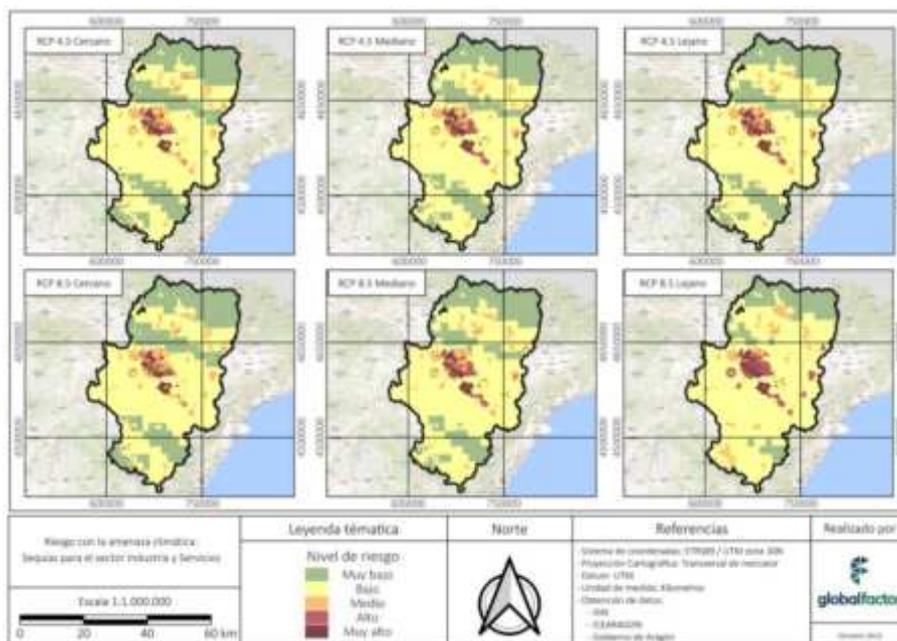


Figura 221. Riesgo climático para los escenarios climáticos RCP 4.5 y RCP 8.5 a corto, medio y largo plazo del sector industria y servicios a las sequías en Aragón.
Fuente: Elaboración propia a partir de datos del IGN, ICEARAGON y del Gobierno de Aragón

Por último, en la industria y los servicios de Aragón el riesgo por incendios es de nivel medio en las zonas donde el sector está más desarrollado y que, además, por el tipo de actividad dentro del sector, son la que generan más riqueza dentro del mismo. Estos enclaves se corresponden a diferentes núcleos del Valle del Ebro, en especial la ciudad de Zaragoza y sus alrededores. El resto del territorio presenta niveles de riesgo bajo y muy bajo a dicha amenaza.

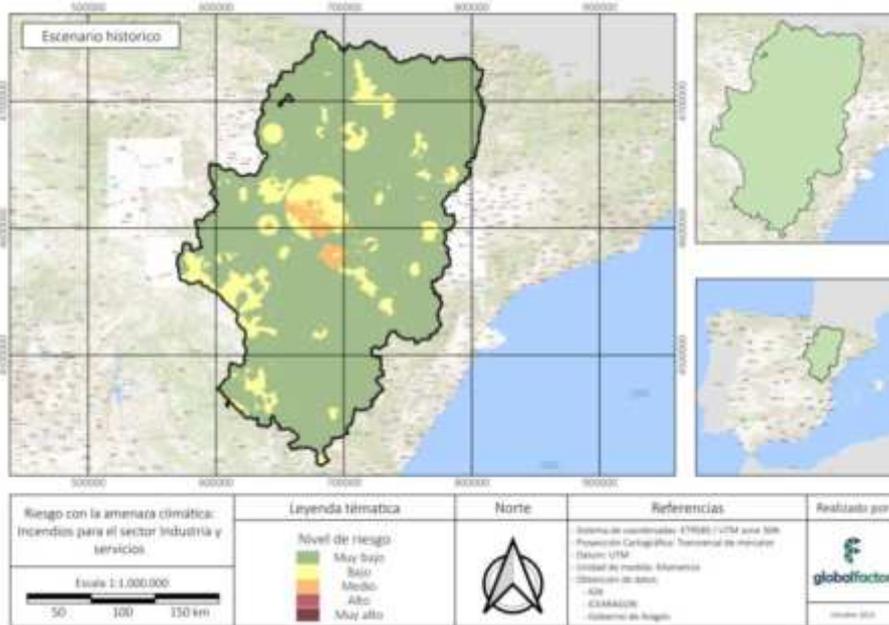


Figura 222. Riesgo climático histórico del sector industria y servicios a incendios en Aragón. Fuente: Elaboración propia a partir de datos del IGN, ICEARAGON y del Gobierno de Aragón

A futuro, se espera un aumento progresivo del riesgo en las zonas de mayor exposición del sector, pudiendo llegar ya en el corto plazo a niveles de riesgo alto en el centro de la comunidad autónoma y a lo largo del Valle del Ebro, sobre todo a medio y largo plazo. A su vez, se destacan enclaves de tamaño más pequeño en la provincia de Teruel. En dichos puntos, el grado de industrialización también es importante.

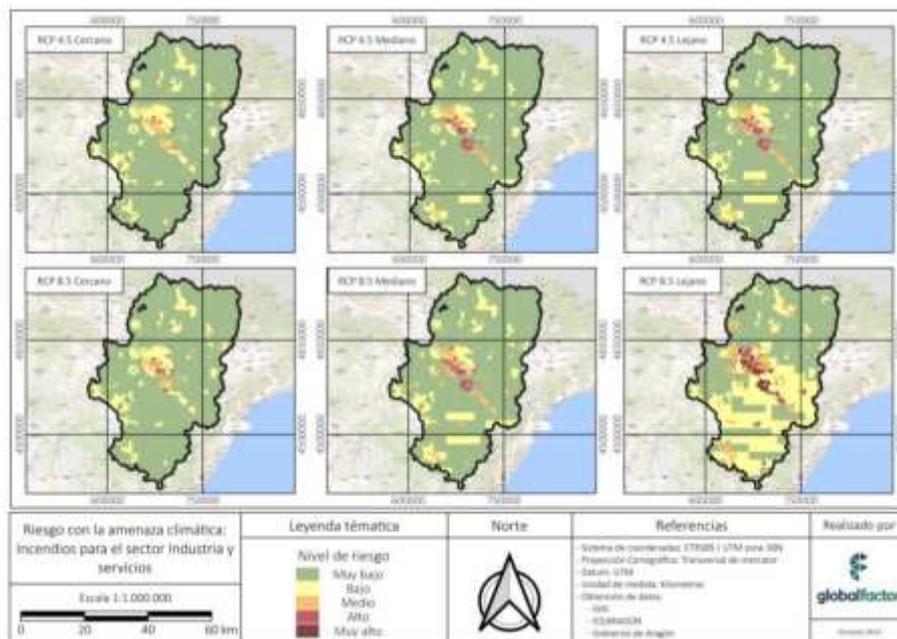


Figura 223. Riesgo climático para los escenarios climáticos RCP 4.5 y RCP 8.5 a corto, medio y largo plazo del sector industria y servicios a incendios en Aragón. Fuente: Elaboración propia a partir de datos del IGN, ICEARAGON y del Gobierno de Aragón

Turismo

El turismo es un sector clave para la economía de la comunidad autónoma, ya que genera empleo, altos ingresos y contribuye en general al desarrollo económico de la región. La riqueza cultural y natural de Aragón ha contribuido al fortalecimiento de su sector terciario, donde lo más demandado es el turismo de sus ciudades y pueblos de épocas centenarias, así como de sus paisajes naturales, en especial durante la temporada de invierno en la zona de los Pirineos.

La figura 13 muestra la cadena de impacto del sector turismo, que resume la relación entre las amenazas climáticas y sus impactos, así como también los elementos de sensibilidad y capacidad adaptativa que delimitan el grado de vulnerabilidad de este sector. La mayoría de los lugares turísticos en Aragón son sensibles a las amenazas climáticas, ya que cualquier alteración de su belleza escénica o biodiversidad podría reducir el número de visitantes. De igual manera, el patrimonio cultural humano y las infraestructuras encargadas de sostener al turismo, como son los diferentes tipos de alojamientos, el sector restauración y la red de transporte, están expuestos a los impactos producidos por eventos climáticos extremos. Ya que el daño o deterioro de las edificaciones patrimoniales disminuyen la oferta turística y el mal funcionamiento de las infraestructuras de servicios dificultan la correcta operación de los negocios asociados, disminuyendo la calidad de las prestaciones y la afluencia de visitantes. Además, es importante tener en cuenta que los turistas son sensibles a los cambios climáticos y a las amenazas asociadas, si se extiende que la región es vulnerable a eventos climáticos extremos y que las condiciones climáticas no son agradables para su visita, podría también descender el número de visitantes.

El agua es un recurso vital para el turismo en Aragón, ya que sustenta actividades como el esquí, el rafting y la pesca. La disminución de las precipitaciones afecta directamente a estas actividades y, por ende, a la oferta turística. El tipo y el nivel de turismo en esta comunidad autónoma está determinado por las estaciones, por ejemplo, en invierno, el Pirineo aragonés acoge todos los años a una gran cantidad de turistas durante la temporada de esquí, al ser una zona referente en España en la práctica de deportes de invierno.

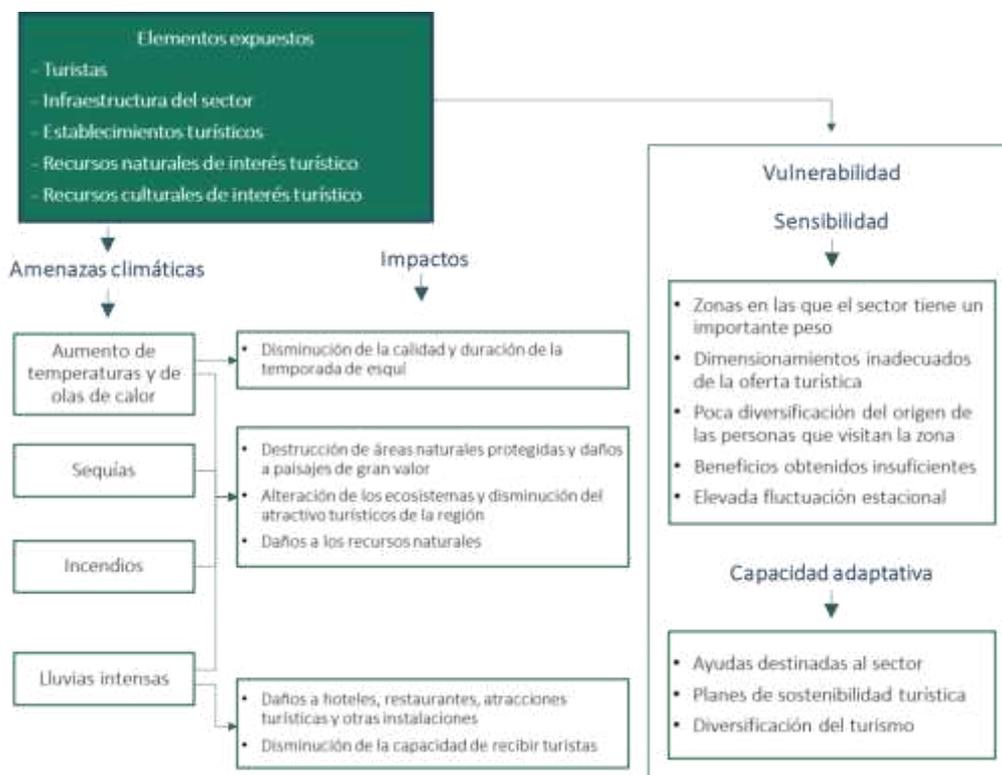


Figura 224. Cadena de impacto para el sector turismo en Aragón.
Fuente: Elaboración propia

Las autoridades y los servicios y entidades privados encargados del buen desarrollo y del crecimiento turístico deben implementar políticas de planificación y gestión sostenible que aborden los riesgos climáticos. Esto podría incluir medidas de prevención de incendios forestales, gestión del agua y de desarrollo de infraestructuras resistentes a inundaciones. Además, educar a los turistas, residentes y empresas sobre los impactos del cambio climático y la importancia de adoptar prácticas sostenibles en el turismo puede fomentar una mayor conciencia y responsabilidad en la preservación del patrimonio natural y cultural. A su vez, se debe tener presente que fomentar una diversificación de las actividades turísticas puede reducir la dependencia exclusiva de atractivos naturales sensibles al clima. Por ejemplo, promover el turismo cultural, gastronómico o de eventos puede ayudar a minimizar los riesgos asociados a las amenazas climáticas.

El sector del turismo en Aragón constituye una importante fuente de ingresos para la región, siendo así un sector de elevado interés estratégico.

El nivel de exposición del sector se evalúa en base a la afluencia de viajeros a lo largo del territorio, así como por los servicios turísticos que este ofrece.

A raíz de la crisis mundial del COVID-19 en el año 2020, este sufrió importantes pérdidas, y desde entonces el número de visitantes a la región ha ido creciendo progresivamente. A nivel nacional, se sitúa en la media estatal junto a otras comunidades como Castilla y León, Cantabria y Murcia.



Figura 225. Izquierda: Evolución desde 2016 hasta 2022 del turismo en Aragón. Derecha: Número de viajeros de cada comunidad autónoma de España.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Gobierno de Aragón de 2022 y del Instituto Aragonés de Estadística del 2023

En total, Aragón cuenta con 128 oficinas de turismo distribuidas en toda la región. La comarca de Sobrarbe destaca por tener el mayor número de oficinas, con un total de 11. Por otro lado, hay cuatro comarcas (Valdejalón, Campo de Cariñena, Ribera Baja del Ebro y Bajo Martín) que aún no disponen de oficinas de turismo. En la parte alta de la región, La Ribagorza y Gúdar-Javalambre también cuentan con un significativo número de estas oficinas, sumando ambas un total de 20. La presencia de oficinas de turismo en el territorio está estrechamente relacionada con el potencial de atracción de visitantes en cada zona. Por lo tanto, como se ve en la Figura 226, el mayor número de oficinas de turismo se concentra en las zonas del Pirineo, el Prepirineo y las áreas más frecuentadas del Sistema Ibérico. Sin embargo, también hay comarcas menos conocidas que han apostado por este servicio de divulgación turística, como es el caso de la comarca del Aranda.

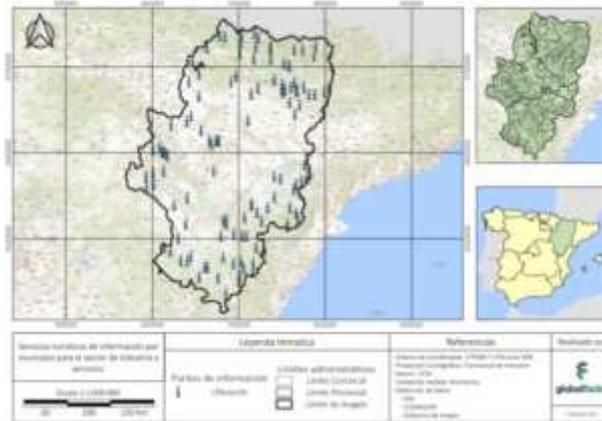


Figura 226. Localización de los puntos de información turística de Aragón.
Fuente: Elaboración propia a partir de datos de ICEARAGON, 2023

En cuanto al turismo de nieve, este tiene un gran peso en Aragón, sobre todo en la provincia de Huesca en la zona de los Pirineos. Así pues, es necesario determinar las zonas de acumulación de nieve, según los datos del Observatorio Pirenaico del Cambio Climático para el periodo histórico temporal desde 1981 hasta 2010, donde es la zona limítrofe con Francia la que tiene más probabilidad de acumulación, la cual va siendo más baja conforme se desciende en cota.



Figura 227. Zonas de probabilidad de acumulación de nieve en Aragón.
Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Observatorio Pirenaico del Cambio Climático, 2023

Atendiendo a dichas zonas de probabilidad de acumulación de nieve, la mayoría de las zonas de esquí se concentran en el norte de la región, Figura 228. Por kilómetros de pistas, Formigal, en el valle de Tena, es la que posee un número mayor de pistas con un total de 135 km esquiables y una capacidad de 35.920 esquiadores por hora. Cerler, en el valle de Benasque, posee una longitud de pistas de 79 km, con una capacidad de 26.120 esquiadores/hora. Panticosa, en el valle de Tena, posee 34 km de pistas y una capacidad de 14.145 esquiadores/hora. Javalambre tiene un total de 14 km de pistas y 10.060 esquiadores/hora de capacidad de remontes. Valdelinares tiene 9 km de pistas y 11.720 esquiadores/hora de capacidad. Fuera del grupo Aramon, Candanchú tiene 50,6 km de pistas balizadas con una capacidad de sus remontes de 25.200 esquiadores/hora. Por último, la estación de Astún tiene 46 km de pistas con 20.000 esquiadores/hora de capacidad. Las estaciones de esquí de fondo son un total de nueve en la comunidad autónoma, de las cuales ocho están en el Pirineo y una en la Sierra de Albarracín. Por número de kilómetros de traza marcada Fanlo, Candanchú-Le Somport y Llanos del Hospital son las más extensas, superando los 30 km de pistas. Oza-Gabardito, Lizara y Linza son las de menor extensión, con trazas de menos de 10 Km. En cuanto a las cifras relativas, según datos del Economía, Industria y Empleo del Gobierno de Aragón, las estaciones aragonesas reciben más de 1.000.000 esquiadores, permaneciendo

abiertas las siete estaciones alpinas un total de 118 días al año. Respecto a la procedencia de los esquiadores, el 90% son españoles, por lo que Aragón acoge aproximadamente al 25% del mercado estatal. Los visitantes por comunidades autónomas, el 30% son de la propia región, el 25% de Madrid, de la zona norte el 15% y del levante español otro 15%.



Figura 228. Distribución de las pistas de esquí de Aragón.
Fuente: Elaboración propia a partir de datos de ICEARAGON, 2023

Huesca, debido al gran desarrollo del sector de la nieve anteriormente expuesto, es la que cuenta con más plazas disponibles en alojamientos rurales y *campings*, con un total de 34.719, mientras que Zaragoza y Teruel cuentan con 9.847 y 7.411 plazas respectivamente. Por otra parte, en cuanto al número de plazas disponibles en hoteles, hostales o similares, las provincias que más tienen son La Jacetania, Alto Gállego, Sobrarbe, La Ribagorza, La Comarca Central (donde está la ciudad de Zaragoza) y Gúdar-Javalambre (sureste de la provincia de Teruel). No está muy extendida en la región la práctica de utilizar viviendas para el uso turístico, donde las comarcas que más cuentan con este tipo de espacios son la Comunidad de Teruel y Sobrarbe en menor medida, siendo la Ribagorza, La Jacetania, la Comarca Central y, en especial, el Alto Gállego las que disponen de un mayor número.

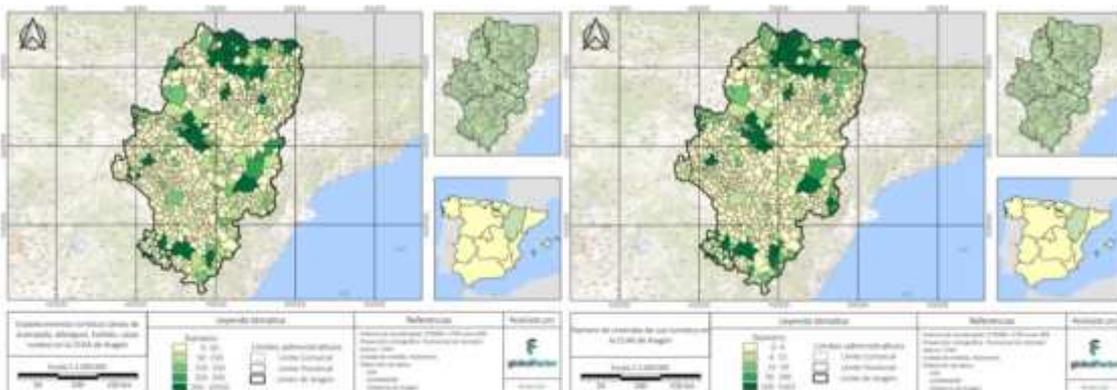


Figura 229. Izquierda: Número y distribución de los establecimientos turísticos de Aragón. Derecha: Número y distribución de viviendas turísticas de Aragón.
Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Instituto Geográfico de Aragón, 2022

Además, la región cuenta con 18 espacios naturales protegidos, los cuales son un gran atractivo turístico. Esta denominación engloba a varios parques nacionales, parques naturales, reservas naturales dirigidas, monumentos naturales y paisajes protegidos, los cuales, en total, tienen una extensión de 167.467,95 hectáreas. Por provincias, ocho de ellos se encuentran en Huesca en la zona del Pirineo, tres en la provincia de Zaragoza y cinco en Teruel. En los que en su mayoría existen centros de interpretación de la naturaleza, que sirven como puntos de información de este tipo de espacios, desde los cuales, además, se llevan a cabo

actividades que promueven el disfrute y el conocimiento del medio natural. La ubicación de estos en la comunidad autónoma de Aragón se encuentra recogida en la Figura 230.



Figura 230. Localización de los centros de interpretación de la naturaleza y de los espacios naturales protegidos en Aragón.
Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Gobierno de Aragón, 2023

Por otra parte, según los datos extraídos del Buscador de Museos de Aragón, la región aragonesa cuenta con un total de 59 museos. 24 de ellos se encuentran en la provincia de Teruel, lo cual supone un 40,7% del total, 22 en la de Zaragoza, un 37,3% del total, y 13 en la de Huesca, es decir, el 22% del total. En las capitales provinciales es dónde se concentran el mayor número de museos, destacando la ciudad de Zaragoza. Al igual que en Albarraçín. El resto están diseminados por el territorio aragonés, en especial en el sur de la provincia de Zaragoza, el norte de Teruel y en la provincia mitad superior de la provincia de Huesca.



Figura 231. Red de museos de Aragón.
Fuente: Elaboración propia a partir de datos de ICEARAGON, 2023

Con todo esto, en cuanto a la exposición del sector, como se observa en la Figura 232, es baja en buena parte del territorio. Siendo dos reducidos enclaves del Pirineo, de la zona norte colindante con Francia, los que presentan un mayor nivel de exposición, por recoger a buena parte del turismo de invierno y/o de montaña, no solo a nivel regional, sino también a nivel nacional. Por otra parte, la ciudad de Zaragoza, que presenta un nivel de exposición medio, es la más visitada de Aragón y la que cuenta con una mayor oferta turística, en cuanto a puntos de información y museos se refiere. El resto de las zonas de exposición media se corresponden a zonas que basan su oferta turística en el disfrute del medio natural, como puede ser el sureste de la región.

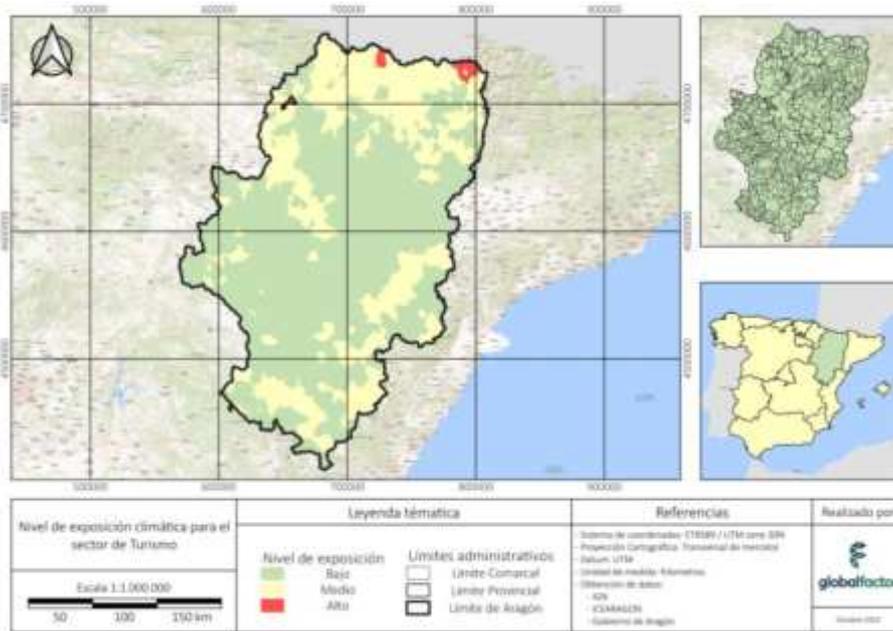


Figura 232. Nivel de exposición climática del Sector Turismo de Aragón.
Fuente: Elaboración propia a partir de datos del IGN, ICEARAGON y del Gobierno de Aragón

La sensibilidad del sector queda definida por las zonas que presentan mayor oferta turística y que, por lo tanto, registran los mejores datos económicos y de ocupación. Además, también se ha integrado en este ámbito cómo afectan los fenómenos naturales en dichos lugares.

A escala municipal, la ciudad de Zaragoza y las localidades de las comarcas de la Comunidad de Calatayud, Matarraña y el Bajo Aragón son las que cuentan con un mayor número de atracciones turísticas. El resto se encuentran diseminadas por el territorio aragonés, sobre todo en las dos otras capitales de provincia y en algunos puntos del Pirineo.

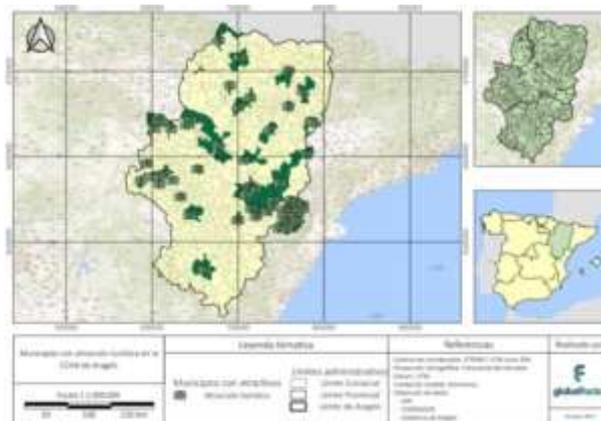


Figura 233. Municipios de Aragón que cuentan con atracciones turísticas.
Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Departamento de Política Territorial e Interior del Gobierno de Aragón, 2014

De dichas atracciones turísticas, las que se encuentran en las comarcas de Tarazona y el Moncayo, las del Campo de Borja y algunas de la Comunidad de Calatayud en la zona occidental de la región y en la zona central las situadas en el Valle del Ebro y varias de los Pirineos están en especial riesgo de erosión. Por lo contrario, las de la zona oriental, que es donde hay una mayor concentración, están su mayoría libres de riesgo.

Por otro lado, el número de zonas turísticas afectadas por inundaciones es menor, estando gran parte de las anteriormente mencionadas fuera de riesgo.



Figura 234. Izquierda: Zonas turísticas en riesgo de erosión en Aragón. Derecha: Zonas turísticas en riesgo de inundación en Aragón. Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Instituto Geográfico de Aragón, 2023

La disminución de las precipitaciones en forma de nieve se ha convertido en un hecho perjudicial de magnitud considerable. Este fenómeno, que impide alcanzar los espesores necesarios para la práctica segura y disfrutable de los deportes invernales, plantea una amenaza seria para la continuidad del sector en la región. La importancia económica y cultural del turismo relacionado con la nieve en Aragón se ve amenazada, poniendo en riesgo la sostenibilidad y la viabilidad a largo plazo de esta industria crucial para esta comunidad autónoma. Donde ya se está viendo reducida la duración de la temporada, hecho que se podría agravar si siguiese descendiendo la potencia de las coberturas niveas, que, aunque actualmente sea bajo en la mayoría de las estaciones de esquí de los Pirineos, con el cambio que están experimentando los climas y los regímenes de precipitación de Aragón podría empeorar. Puesto que según las proyecciones climáticas RCP 4.5 y 8.5 está previsto que las potencias de nieve alcanzadas sean menores, sobre todo en las zonas del sur de los Pirineos.



Figura 235. Zonas de Aragón que sufrirán descensos de las potencias de las capas de nieve según las proyecciones climáticas RCP 4.5 y 8.5 para los horizontes a corto, medio y largo plazo. Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Observatorio Pirenaico del Cambio Climático, 2023

En el año 2022, los establecimientos turísticos de Aragón registraron 540.227 pernoctaciones³⁴. En la Tabla 7 se recoge los datos de número de pernoctaciones en cada tipo de alojamiento. Donde gran parte de estas fueron en la provincia de Zaragoza, lugar en el que más de la mitad se concentran en la capital, y en la provincia de Huesca, en especial en las comarcas del Pirineo, como son La Jacetania y el Alto Gállego.

³⁴ [Viajeros, pernoctaciones por tipo de alojamiento por comunidades y ciudades autónomas \(2044\) \(ine.es\)](https://ine.es)

Mientras que para el año 2018 se estima que visitaron Aragón un total de 816.021 turistas nacionales y 2900.055 turistas internacionales. Los primeros mencionados procedían especialmente de Cataluña, Madrid y la Comunidad Valenciana, mientras que los habitantes de las islas fueron los que menos visitaron la región. Respecto a los viajeros extranjeros, el turismo francés destaca sobre el del resto de nacionalidades, seguido muy por debajo por China y Reino Unido.

TIPO DE ALOJAMIENTO	Nº PERNOCTACIONES
Campings	136.914
Alojamientos turismo rural	33.064
Albergues	26.643
Hoteles, hostales y similares	343.606
Apartamentos turísticos	26.643

Tabla 7. Número de pernoctaciones totales en 2022 en los diferentes tipos de alojamientos turísticos de Aragón. Fuente: Encuesta de ocupación en alojamientos de turismo rural, INE (2022)

Según datos del Instituto Nacional de Estadística de España, el gasto total de las personas que visitaron la comunidad autónoma de Aragón en agosto de 2023 fue de 1.126.680 €. Respecto al conjunto nacional, el dinero que dejaron los turistas en esta región es bajo, ya que otras comunidades como Cataluña y las Islas Baleares recibieron 13.529.110 y 3.246.860 € respectivamente.

En cuanto a la capacidad de adaptación del sector turismo, como se vio durante la crisis del Coronavirus, reside en los planes de las autoridades pertinentes. Debido al auge del turismo en la región, el Gobierno de Aragón ha destinado, en 2023, un total de 52.714.982 € de los presupuestos generales autonómicos a la ordenación, promoción y Fomento del Turismo. Aun así, respecto a otras comunidades autónomas, esta región destina un porcentaje bajo de sus presupuestos generales si se compara con el gasto medio estatal para este sector. En concreto, el turismo ligado a los deportes de invierno en Aragón es uno de sus principales motores económicos, por lo que el gobierno autonómico ha invertido en los últimos 15 años más de 200.000.000 € en dicho sector.

Además, el gobierno autonómico de Aragón ha ideado el plan Turismo Sostenible 2030, el cual se divide en dos grandes líneas estratégicas, las cuales están basadas en la transformación y la medición del impacto ambiental del territorio. Con el fin de desarrollar modelos turísticos que se ajusten al desarrollo socioeconómico y cultural de la región, promoviendo el uso sostenible de los recursos. Este paquete de medidas se ha estructurado acorde al plan estratégico del Horizonte 2030 y es un plan novedoso dentro del país, ya que Aragón es la primera comunidad autónoma en presentar un proyecto tan ambicioso. Además, también se ha llevado a cabo la propuesta de producto, marketing e inteligencia turística, con el fin de posicionar a la región como líder en el compromiso del turismo sostenible en el ámbito estatal.

Así, se observa que, en general, Aragón muestra un nivel de vulnerabilidad bajo en el sector del Turismo tal y como se ve en la Figura 236. Existen unas pocas zonas en el Pirineo y el Valle del Ebro, sobre todo la capital autonómica, que concentran gran parte de la oferta turística y que, por lo tanto, cuentan con un mayor número de establecimientos dedicados al desarrollo del sector, lo que implica una vulnerabilidad alta. Otras zonas, como puede ser el Pirineo, que también presentan una elevada exposición sectorial, cuentan con niveles de vulnerabilidad bajos porque los reclamos turísticos que albergan están muy protegidos y potenciados por medidas autonómicas de preservación y desarrollo. Por otra parte, las zonas del norte que muestran vulnerabilidad alta se corresponden a aquellas en la que los deportes de invierno tienen un gran peso, por lo que el descenso de la cobertura nival puede suponer un gran obstáculo para el normal ejercicio de la actividad sectorial en estos enclaves.

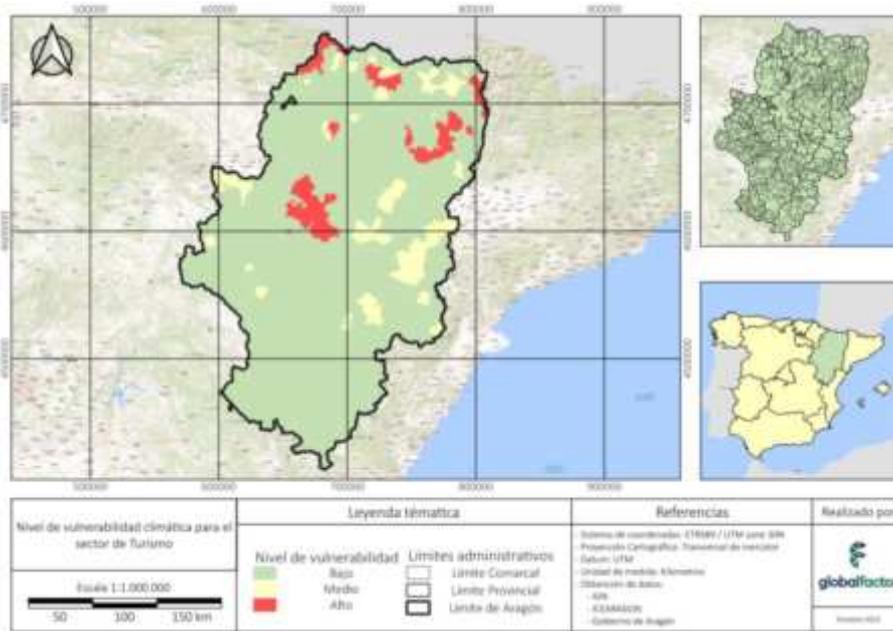


Figura 236. Nivel de vulnerabilidad climática del Sector Turismo de Aragón.
Fuente: Elaboración propia a partir de datos del IGN, ICEARAGON y del Gobierno de Aragón

En cuanto al riesgo climático, se observa por un lado que, asociado a un posible aumento de las precipitaciones intensas, este es generalmente bajo en el período histórico. Sin embargo, en los Pirineos y el este del Sistema Ibérico los niveles de riesgo aumentan considerablemente, incluso en algunos pequeños enclaves pasan a altos y muy altos, en los puntos en los que la exposición del sector, comentada con anterioridad, es elevada. Como es la zona de frontera con Francia donde el turismo de la nieve alcanza el máximo desarrollo en la región.

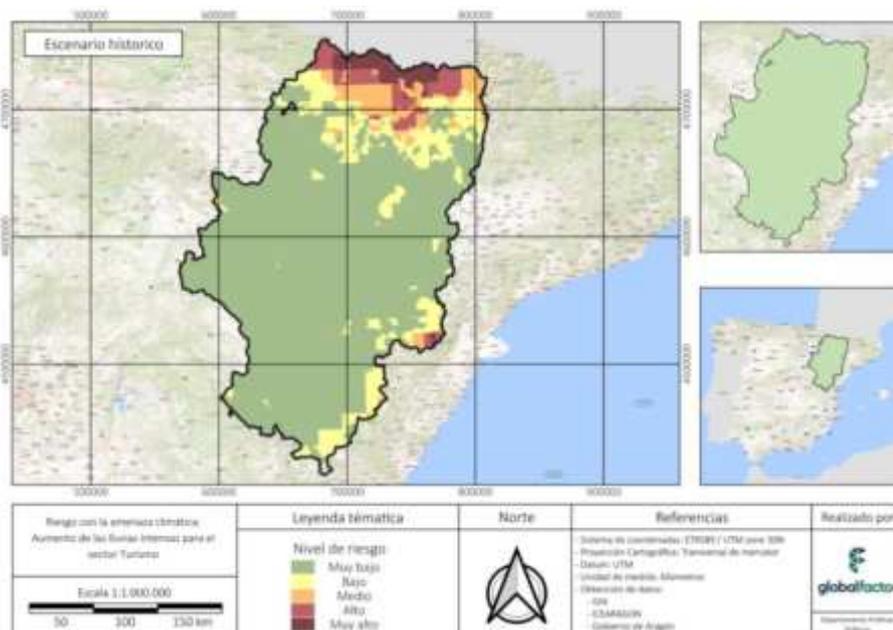


Figura 237. Riesgo climático histórico del sector turismo al aumento de las lluvias intensas en Aragón.
Fuente: Elaboración propia a partir de datos del IGN, ICEARAGON y del Gobierno de Aragón

Así pues, a futuro no se esperan grandes incrementos del riesgo por aumento de lluvias en Aragón, salvo en los Pirineos. Donde los niveles de riesgo más altos se irán extendiendo por esta parte del territorio, en especial en la que se sitúa más al norte.

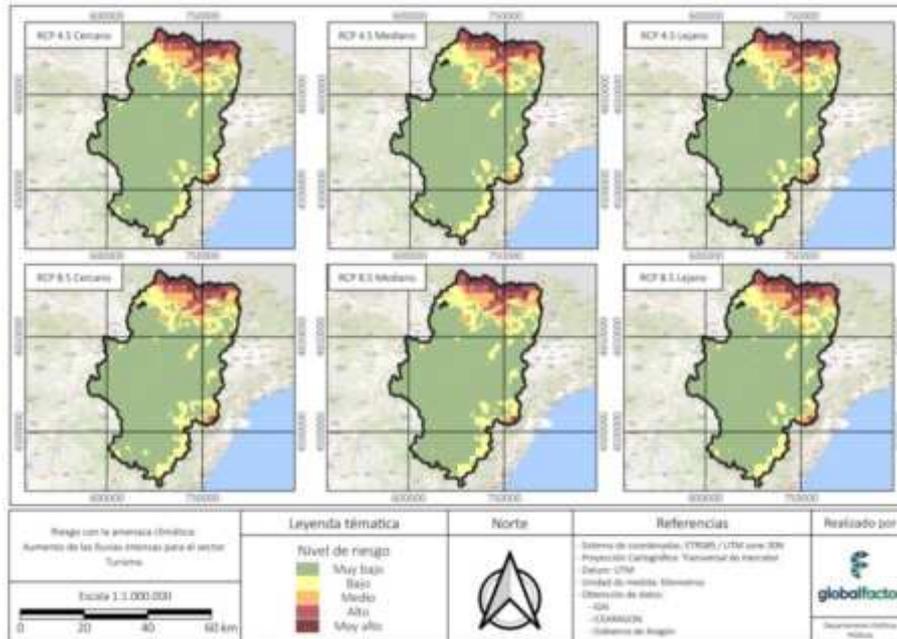


Figura 238. Riesgo climático para los escenarios climáticos RCP 4.5 y RCP 8.5 a corto, medio y largo plazo del sector turismo al aumento de las lluvias intensas en Aragón.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del IGN, ICEARAGON y del Gobierno de Aragón

En cuanto al riesgo por aumento de temperaturas y de las olas de calor, se observa un riesgo medio para el sector Turismo en el Valle del Ebro siendo una de las zonas de las más expuestas y vulnerables de la región, tal y como se ha visto anteriormente.

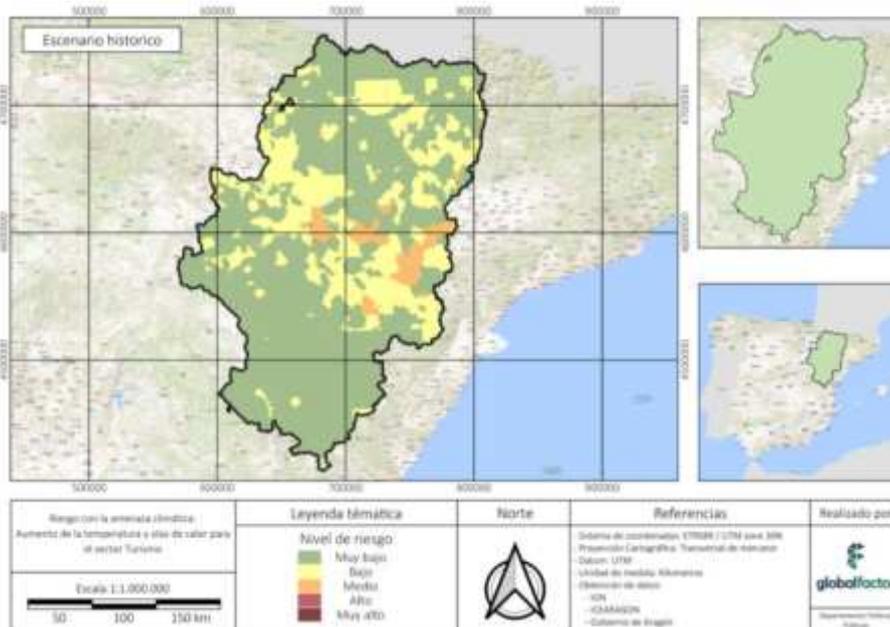


Figura 239. Riesgo climático histórico del sector sector turismo al aumento de temperaturas y las olas de calor en Aragón.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del IGN, ICEARAGON y del Gobierno de Aragón

A futuro, se puede esperar que el nivel de riesgo aumente, pudiendo pasar a riesgo alto e incluso muy alto a largo plazo para el escenario RCP 8.5 en las zonas de riesgo histórico medio, y viéndose aumentadas las áreas que contaban con riesgo bajo, incrementándose en diversos casos a riesgo medio a medio y largo plazo. Se destaca el largo plazo del escenario RCP 8.5, el cual mostraría un riesgo muy alto en el norte de la región, y un aumento del riesgo generalizado a todo el territorio.

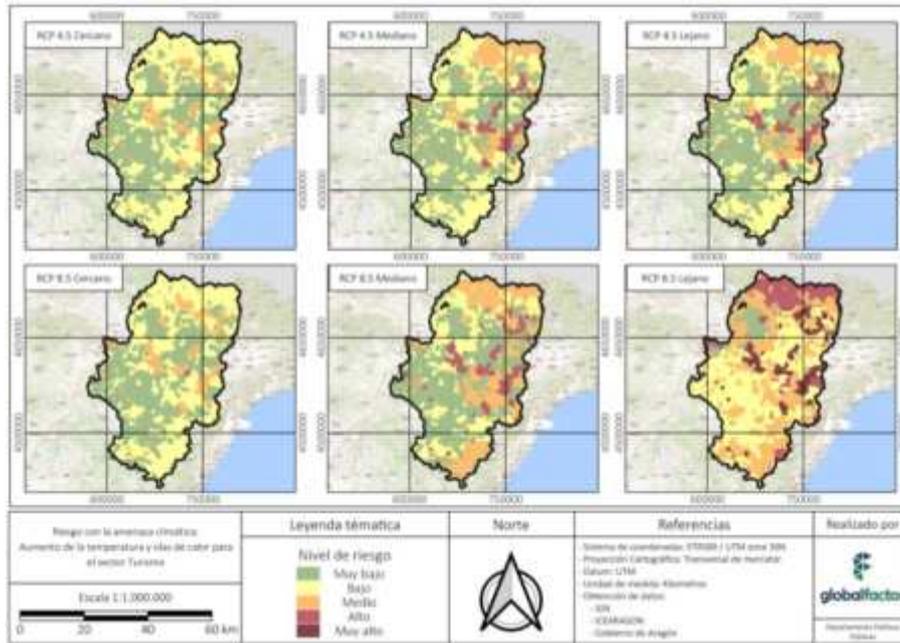


Figura 240. Riesgo climático para los escenarios climáticos RCP 4.5 y RCP 8.5 a corto, medio y largo plazo del sector turismo al aumento de temperaturas y olas de calor en Aragón.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del IGN, ICEARAGON y del Gobierno de Aragón

En cuanto al riesgo por sequías, se destacan aquellas zonas que congregan gran número de atracciones turísticas, así como de afluencia de turistas, como es el caso de la capital autonómica, que cuenta con un riesgo histórico muy alto. Las comarcas más lluviosas son, a su vez, las que muestran un nivel de riesgo más bajo, al contar con un clima más favorable en relación con la amenaza comentada.

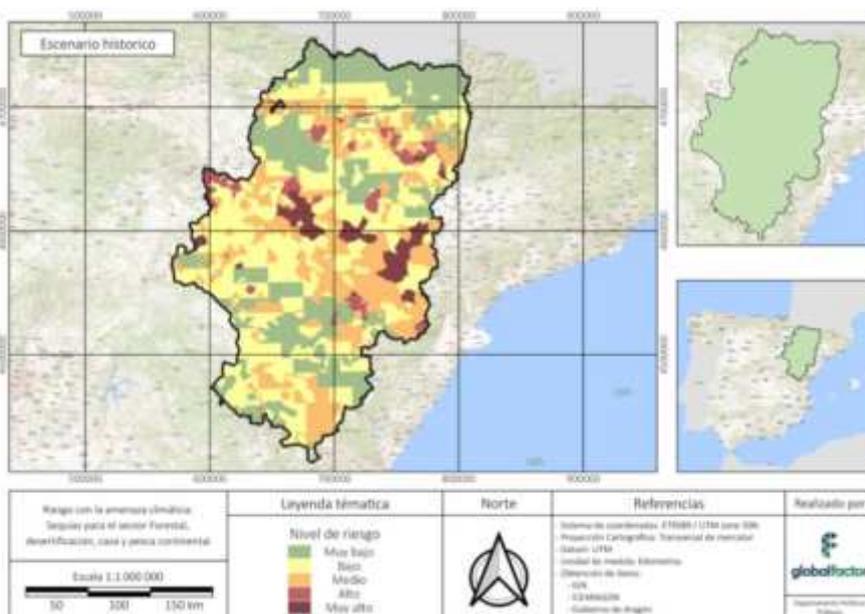


Figura 241. Riesgo climático histórico del sector turismo a las sequías en Aragón.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del IGN, ICEARAGON y del Gobierno de Aragón

A futuro, el riesgo puede aumentar en aquellas zonas en las que es más elevado en el período histórico, como son las ubicadas a lo largo del Valle del Ebro, llegando a mostrar niveles altos y muy altos en las regiones en las que se acumulan las principales atracciones turísticas de Aragón.

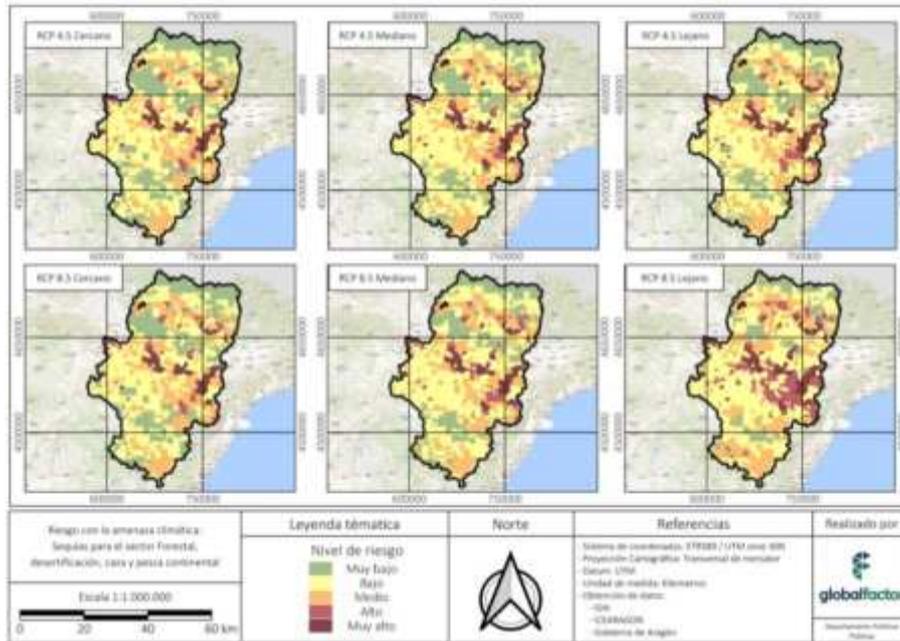


Figura 242. Riesgo climático para los escenarios climáticos RCP 4.5 y RCP 8.5 a corto, medio y largo plazo del sector turismo a las sequías en Aragón.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del IGN, ICEARAGON y del Gobierno de Aragón

Por último, el riesgo a incendios es, en general, bajo en el período histórico. Se destaca sin embargo el Valle del Ebro y algunos enclaves del Pirineo y del Sistema Ibérico, donde se concentran gran parte de las atracciones turísticas de la región y de los espacios de alojamiento para los visitantes.

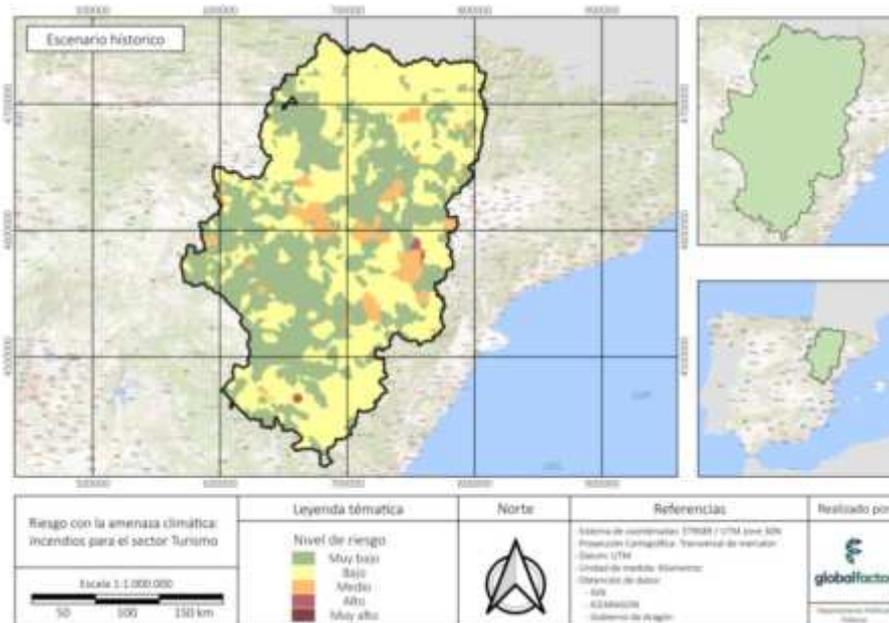


Figura 243. Riesgo climático histórico del sector sector turismo a incendios en Aragón.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del IGN, ICEARAGON y del Gobierno de Aragón

A futuro, el riesgo puede llegar a ser alto y muy alto en determinados puntos, pudiendo aumentar en la zona central de Aragón y en algunos enclaves de los Pirineos y del sur. Se destaca la ciudad de Zaragoza y sus alrededores, y las comarcas de Matarraña, el Bajo Aragón-Caspe, el Bajo Aragón, la Ribera Baja del Ebro, el Bajo Martín, Somontano de Barbastro, La Ribagorza y Sobrarbe.

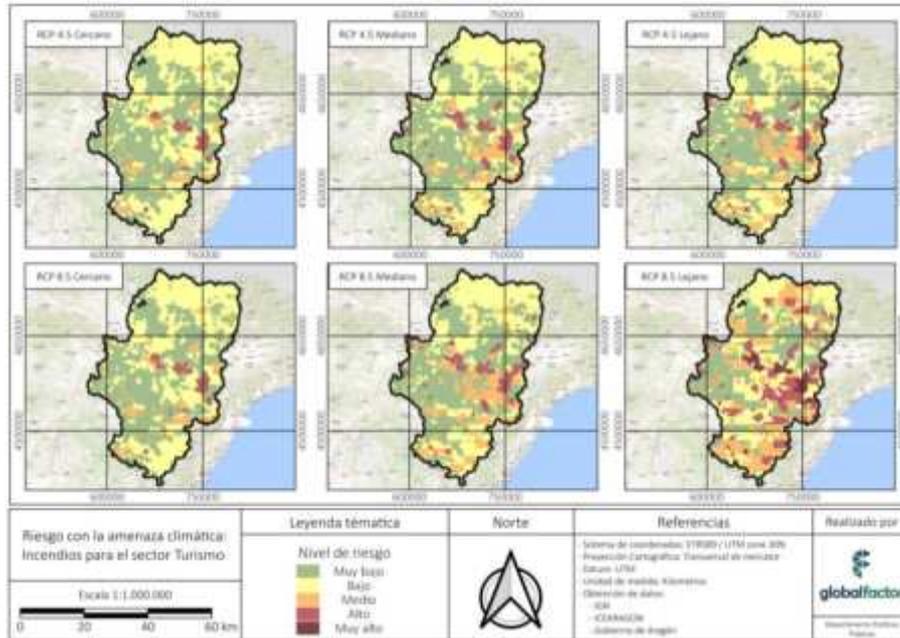


Figura 244. Riesgo climático para los escenarios climáticos RCP 4.5 y RCP 8.5 a corto, medio y largo plazo del sector turismo a incendios en Aragón.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del IGN, ICEARAGON y del Gobierno de Aragón

Sistema financiero y actividad aseguradora

El sistema financiero está formado por las entidades y organismos que participan en el mercado asegurador con el fin de trasladar los riesgos a los que están sometidos los particulares y otro tipo de instituciones a una empresa con capacidad económica suficiente para soportarlos a cambio del pago de una prima. Por lo que este sector representa un papel importa en la evolución macroeconómica de Aragón, por ser uno de los principales generadores de empleo y de riqueza. A su vez los datos de recaudación de primas se traducen a indicadores económicos que representan la situación económica de la región.

Con este antecedente, el cambio climático ha intensificado las sequías y olas de calor en Aragón, lo que afecta negativamente a sectores como la agricultura y la ganadería, implicando importantes pérdidas para el sistema financiero, y aumentando el gasto de las entidades aseguradoras. La disminución de la productividad y el aumento del riesgo de incendios forestales pueden provocar a su vez impagos en préstamos agrícolas, afectar el valor de las tierras e inversiones en ese sector, así como tener consecuencias en las carteras financieras.

Además, las lluvias intensas pueden causar inundaciones en áreas urbanas y rurales, dañando a las infraestructuras financieras y afectando a las propiedades aseguradas, lo que conlleva la subida de las primas de riesgo. Esto podría dar lugar a un aumento en las reclamaciones de seguros y afectar el rendimiento de las inversiones en general.

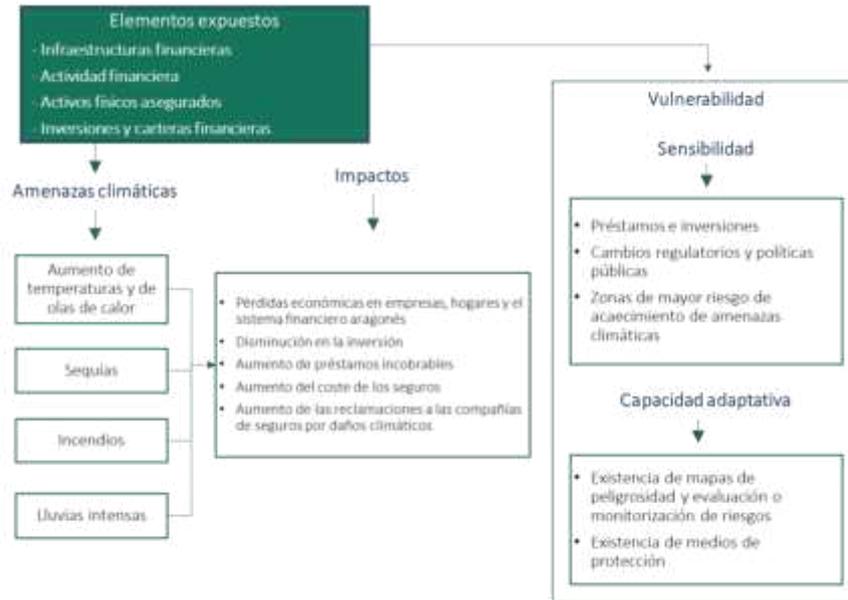


Figura 245. Cadena de impacto para el sistema financiero y actividad aseguradora en Aragón. Fuente: Elaboración propia

Las sedes de instituciones financieras, sucursales bancarias y otros establecimientos están expuestos de igual manera a los impactos de las amenazas climáticas que pueden interrumpir la prestación de servicios y afectar a la continuidad de los negocios. Las propiedades inmobiliarias, instalaciones industriales, vehículos y otros activos físicos asegurados enfrentan riesgos climáticos directos. Los daños causados pueden generar reclamaciones significativas para las compañías de seguros y afectar a su rentabilidad. Por tal razón, las inversiones realizadas por instituciones financieras en empresas y proyectos en la región pueden estar expuestas a riesgos climáticos.

Las instituciones financieras que otorgan préstamos e invierten en sectores vulnerables a las amenazas climáticas, como la agricultura o el turismo, enfrentan el riesgo de impagos y pérdida de valor de activos. Estos riesgos pueden afectar a la salud financiera de las instituciones y su capacidad para mantener una cartera de préstamos saludable. Además, los riesgos climáticos pueden influir en cambios regulatorios y políticas públicas que afecten la forma en que las instituciones financieras evalúan y gestionan los riesgos climáticos. La adaptación a estas nuevas regulaciones puede ser un desafío para el sistema financiero.

Por otro lado, mejorar la evaluación y divulgación de los riesgos climáticos en las operaciones de las instituciones financieras les permitirá tomar decisiones informadas, desarrollar productos de seguro más adecuados y aumentar la conciencia sobre los riesgos climáticos. Por lo que la oferta de productos y servicios financieros y aseguradores sostenibles puede ayudar a aumentar la resiliencia y la adaptación frente a amenazas climáticas. Por ejemplo, seguros paramétricos que cubren riesgos específicos asociados con eventos climáticos extremos. Finalmente, la colaboración entre las instituciones financieras, aseguradoras, gobiernos y otros actores puede fomentar la implementación de medidas de adaptación. Trabajar juntos en la gestión de riesgos climáticos puede ayudar a abordar estos desafíos de manera más efectiva.

El sector financiero y de seguros es imprescindible para el desarrollo económico de cualquier región, así como para el normal ejercicio de la vida cotidiana de la población. Los principales elementos expuestos incluyen, además, a toda la actividad asegurada, así como a las entidades financieras existentes.

En la Comunidad Autónoma de Aragón, se encuentran un total de 3.601 actividades económicas relacionadas con el sector de "Actividades financieras y de seguros," que incluye servicios financieros; seguros, reaseguros y fondos de pensiones, excepto seguridad social obligatoria; y actividades auxiliares a los servicios financieros y a los seguros. La evaluación del nivel de exposición del sector es acorde a

densidad de las actividades económicas ligadas al mismo y a la distribución de estas a lo largo del territorio. Este sector representa el 2,96% de todas las actividades del sector servicios de la región y el 2,14% del total de las 168.000 actividades económicas en Aragón. La provincia de Zaragoza destaca debido al peso demográfico y económico de la ciudad de su capital. En la capital autonómica y sus alrededores se agrupa gran parte de las entidades financieras y de seguros, con más de 200 en la ciudad mencionada. En menor medida, entre 50 y 200 entidades cada zona, se encuentran las otras capitales de provincia y de comarca. El resto del entramado financiero se distribuye de manera irregular por el territorio aragonés, aunque queda bien definido a lo largo del Ebro, por ser uno de los principales motores económicos de la región. Existe también una gran densidad de este tipo de espacios en la parte occidental de la región, en la Sierra del Moncayo. Por otro lado, la zona central del Pirineo aragonés y el sur de la región son los que menos entidades financieras tienen.

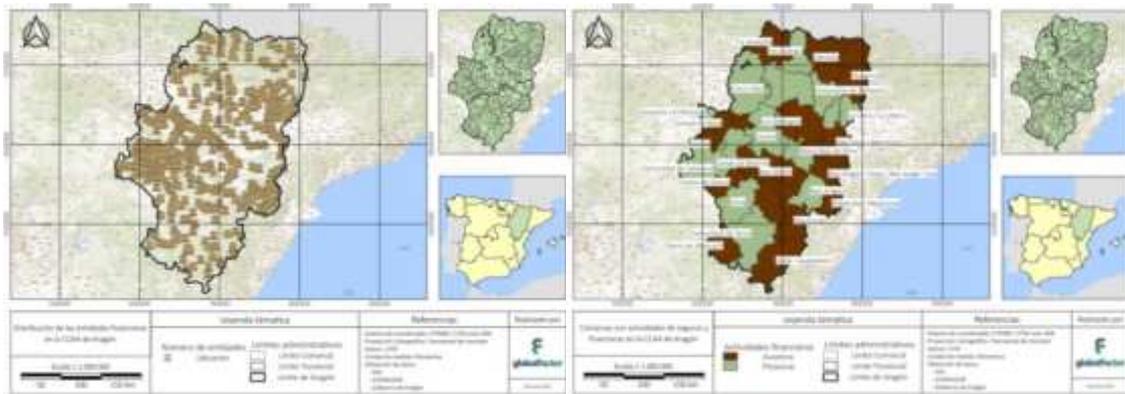


Figura 246. Izquierda: Distribución y localización de las entidades financieras de Aragón. Derecha: Comarcas de Aragón con actividades de seguros y financieras.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de ICEARAGON, 2023

Así, como se puede observar en la Figura 247, los niveles de exposición sectorial alta se concentran en aquellas zonas en las que existen actividades de seguros y financieras y cuentan con entidades financieras, destacándose, sobre todo la línea a lo largo del Ebro. Aquellas zonas con menos población cuentan con una exposición media o baja, al tener menos presencia de instalaciones del sector.

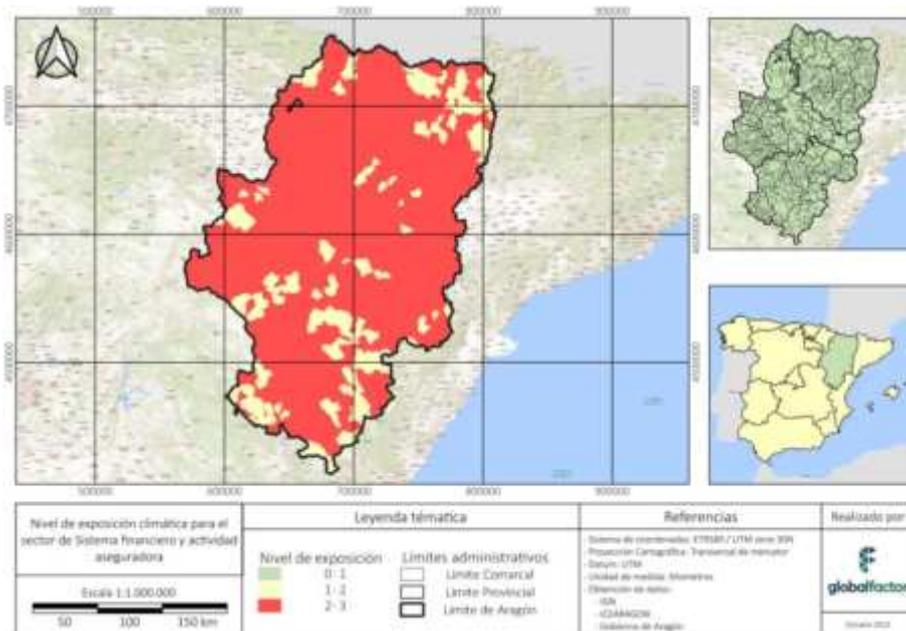


Figura 247. Nivel de exposición del sector del Sistema Financiero y de Seguros de Aragón. Fuente: Elaboración propia a partir de datos del IGN, ICEARAGON y del Gobierno de Aragón

En cuanto a la vulnerabilidad sectorial, esta viene definida por la suma de una serie de complejos y muy diversos factores. La sensibilidad del sector financiero y de seguros se mide a partir de los fenómenos naturales que afectan al entramado financiero, los cuales a su vez influyen en la generación de riqueza de la región, la cual se ha representado a través de las variaciones del PIB y del nivel de deuda. Atendiendo a lo descrito, el cómputo total de depósitos en el sistema bancario aragonés, respecto al del resto de comunidades autónomas es bajo, pues la media nacional presenta porcentajes más altos, de 6,23% de media para el año 2022, frente al 2,69% de la región para el mismo periodo de tiempo.

El gasto en actividades de innovación en Aragón fue en el año 2019 de 545.578 de euros, llevado a cabo por 1.074 empresas diferentes. Si se considera el esfuerzo inversor en innovación sobre el PIB llevado a cabo por la región, esta se sitúa en el 1,2%, ocupando el quinto puesto en el ranking autonómico. Respecto al personal que trabaja en el ámbito de I+D, en Aragón creció en 2019 un 2,4% (6.269 empleados), que pese a seguir aumentando anualmente, el dato siguió siendo inferior a la media española (4,6%).

Por otro lado, según datos del Banco de España, los préstamos e inversiones realizados en la comunidad de Aragón fueron de media en el año 2022 un 2,84% respecto al crédito total nacional, mientras que el mismo indicador para el cómputo de todas las regiones del país fue, para el mismo periodo de tiempo, del 93,53%.

Además, en Aragón el valor de su PIB regional ha ido aumentando durante las últimas décadas, tal y como se observa en la Figura 248. Este fenómeno no se da de igual manera en las 3 provincias: los últimos datos disponibles reflejan que el PIB de Huesca respecto a los anteriores ha disminuido, mientras que para el resto de las provincias sigue creciendo.



Figura 248. Evolución del Producto Interior Bruto (PIB) de Aragón desde el año 2000 al 2021 a precios de mercado. Fuente: INE, 2022

Por otro lado, la capacidad de adaptación del sector se centra en las herramientas e infraestructuras de monitoreo y prevención de desastres naturales. Aragón cuenta con una red de 91 estaciones meteorológicas, las cuales se encuentran gestionadas por la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET). Las estaciones meteorológicas se distribuyen por la zona norte del Pirineo aragonés, también siguiendo la traza de los ríos Gállego y Cinca hasta llegar a la ciudad de Zaragoza y en algunas zonas del Sistema Ibérico al sur. Estando la Sierra del Moncayo y la zona del Maestrazgo bastante desprovistas de este tipo de dispositivos.

Además, el Gobierno de Aragón cuenta con un plan de protección contra incendios en edificios, según el cual, las diferentes entidades deberán contar en sus instalaciones con los equipos, sistemas y componentes necesarios para la prevención de incendios. Esta medida está implementada casi en la totalidad del territorio regional, a excepción de algunas zonas del norte y del centro de la comunidad.



Figura 249. Izquierda: Municipios con estaciones climáticas en Aragón. Derecha: Territorio de Aragón con medios de protección contra incendios.
Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Gobierno de Aragón, 2023

Así, la vulnerabilidad del sector Financiero y Actividad Aseguradora de Aragón se representa en la Figura 250. Se aprecia que, en términos generales, el nivel de vulnerabilidad es bajo en gran parte del territorio, coincidiendo con aquellos entornos menos desarrollados que económicamente están ligados al ámbito rural. En el norte y centro de la región y en las capitales de provincia es donde la vulnerabilidad aumenta. Dentro de estas, las de mayor nivel de vulnerabilidad son las zonas que tienen una actividad en el sector importante, que se encuentran bajo riesgo de desastres naturales y que no cuentan con planes de protección contra incendios, por lo que la seguridad del sector se puede ver comprometida en estos enclaves.

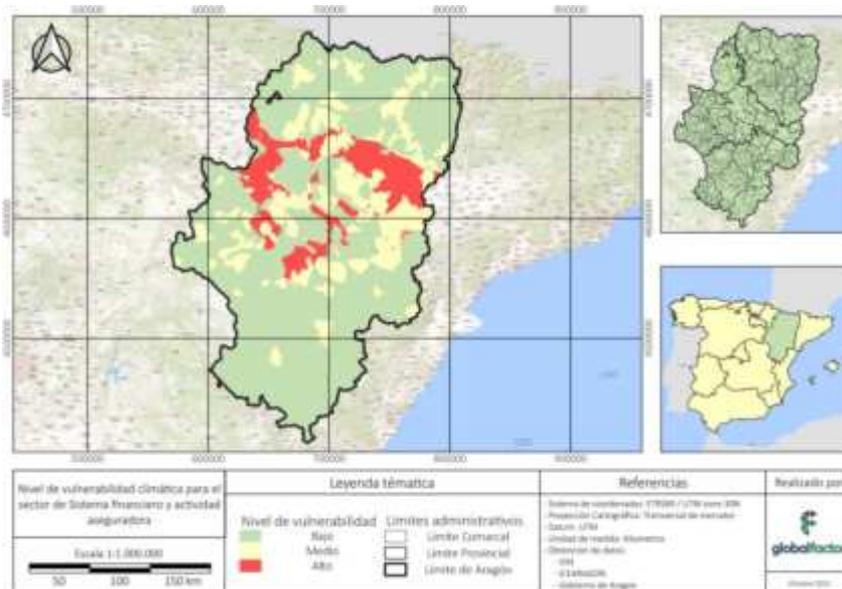


Figura 250. Nivel de vulnerabilidad climática del sector del Sistema Financiero y Actividad Aseguradora de Aragón.
Fuente: Elaboración propia a partir de datos del IGN, ICEARAGON y del Gobierno de Aragón

A partir de este análisis, se ha establecido el nivel de riesgo climático que tiene el sector a las distintas amenazas que pueden impactar al sector. Por un lado, el riesgo asociado al aumento de las lluvias intensas en la región de Aragón sería bajo en la mayoría de su territorio, salvo en zonas del Pirineo, en las comarcas del Cinca Medio, los Monegros, Somosanto de Barbastro, Hoya de Huesca y el Alto Gállego, donde pueden darse valores de riesgo medio y alto. Estas se corresponden a las zonas del Pirineo donde el entramado asociado al sector financiero se ve en riesgo de inundación, por lo que los daños y desperfectos se traducen en pérdidas económicas y en el aumento de las pólizas de seguros, así como de las reclamaciones a las compañías aseguradoras.

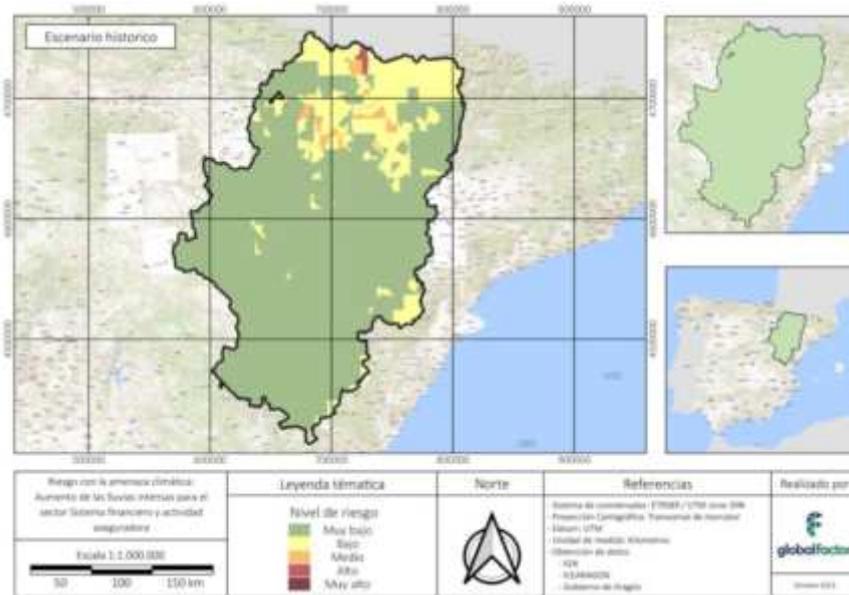


Figura 251. Riesgo climático histórico del sector sistema financiero y actividad aseguradora al aumento de las lluvias intensas en Aragón.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del IGN, ICEARAGON y del Gobierno de Aragón

A futuro, se espera que el riesgo se mantenga generalmente estable. En algunas zonas del sureste del Pirineo aragonés se podría producir un ligero aumento del riesgo, y para el escenario RCP 8.5, además, se podría dar un aumento del riesgo también en la comarca de la Comunidad de Calatayud, lugar en el que el régimen pluviométrico también es alto.

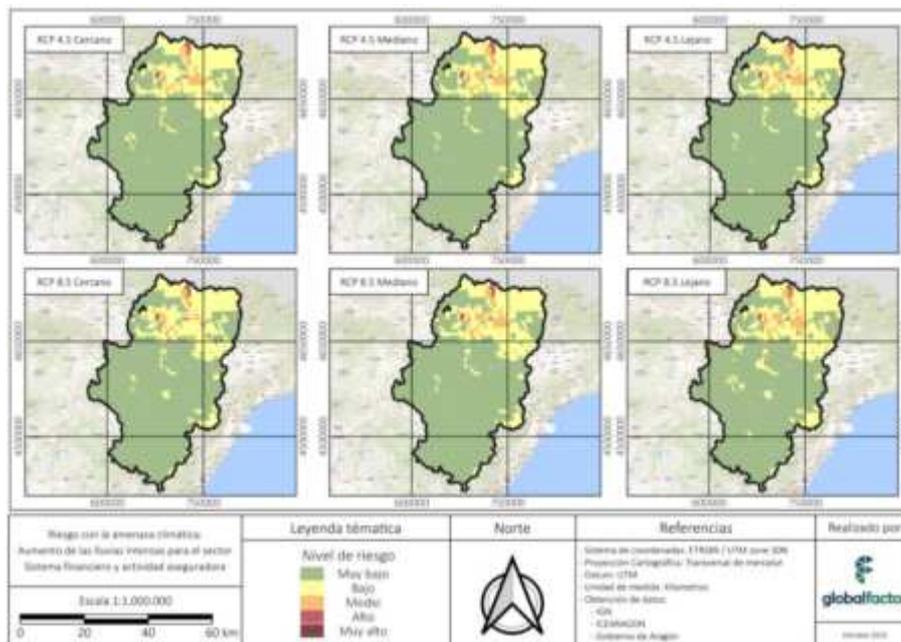


Figura 252. Riesgo climático para los escenarios climáticos RCP 4.5 y RCP 8.5 a corto, medio y largo plazo del sector sistema financiero y actividad aseguradora al aumento de las lluvias intensas en Aragón.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del IGN, ICEARAGON y del Gobierno de Aragón

Respecto al riesgo por aumento de las temperaturas y las olas de calor, el nivel en Aragón es bajo, salvo en el Valle del Ebro y en algunos afluentes de ambas márgenes de este. Así pues, el riesgo más elevado a esta amenaza para el período histórico se encontraría en las zonas limítrofes que existen entre las comarcas de Somosanto de Barbastro, La Litera, el Cinca Medio y el Bajo Cinca.

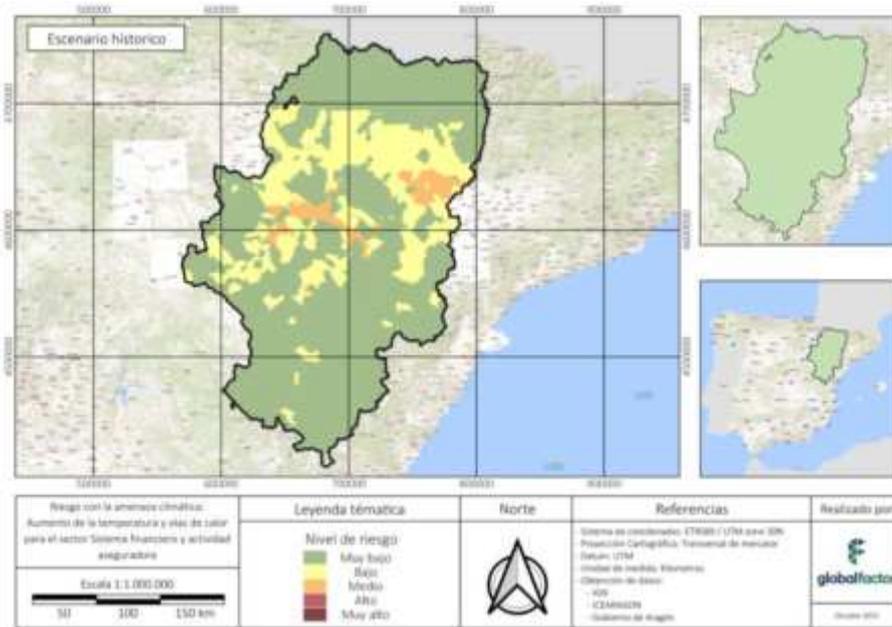


Figura 253. Riesgo climático histórico del sector sistema financiero y actividad aseguradora al aumento de temperaturas y olas de calor en Aragón.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del IGN, ICEARAGON y del Gobierno de Aragón

A futuro, se podría dar un aumento generalizado del riesgo, sobre todo en el Valle del Ebro, en especial en la margen izquierda del mismo en las comarcas anteriormente mencionadas, a las cuales se les sumarían las comarcas de las de Cinco Villas, Hoya de Huesca, Los Monegros y otras del centro de la región, pudiendo llegar a tener riesgos altos y muy altos a medio y largo plazo.

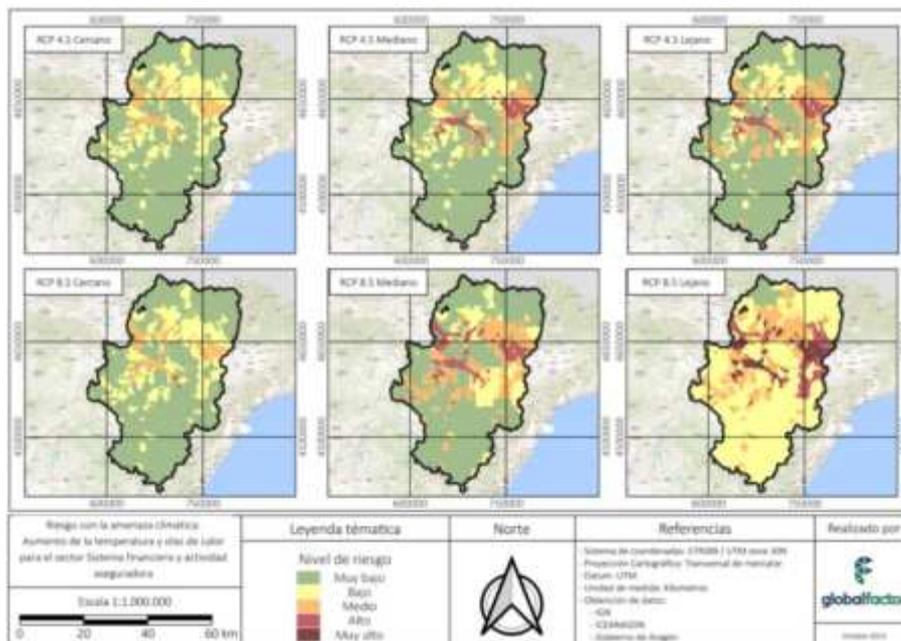


Figura 254. Riesgo climático para los escenarios climáticos RCP 4.5 y RCP 8.5 a corto, medio y largo plazo del sector sistema financiero y actividad aseguradora al aumento de temperaturas y olas de calor en Aragón.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del IGN, ICEARAGON y del Gobierno de Aragón

Por otro lado, el riesgo asociado a sequías en Aragón para el sector financiero y de seguros se distribuye de forma coherente a la del riesgo por aumento de temperaturas. Nuevamente, las zonas más afectadas son

las de la margen izquierda del Ebro, en especial las comarcas de Cinco Villas, Hoya de Huesca, Somosanto de Barbastro, La Litera, el Cinca Medio y el Bajo Cinca, así como en menor medida otras de la margen derecha del mismo río. Esto se debe a que la primera mencionada es donde se encuentran la mayor parte de las actividades económicas de gran peso de la región, por lo que es en estas zonas, en especial al este, donde los estragos por falta de agua derivan en mayores afecciones para la actividad económica. Es importante destacar que, ya para el período histórico, se observan valores de riesgo muy alto.

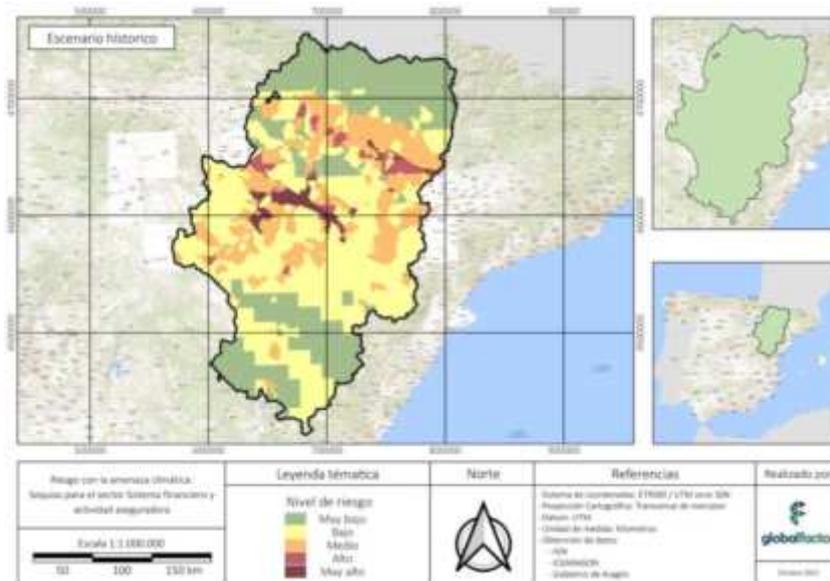


Figura 255. Riesgo climático histórico del sector sistema financiero y actividad aseguradora a las sequías en Aragón. Fuente: Elaboración propia a partir de datos del IGN, ICEARAGON y del Gobierno de Aragón

En cuanto a las proyecciones futuras, no se aprecia un aumento del riesgo considerable. A largo plazo se pueden encontrar pequeñas diferencias, en cuanto a la extensión de las áreas de mayor riesgo, pero, en términos generales, el nivel de riesgo se mantiene estable. Se destaca únicamente el escenario RCP 8.5 a largo plazo.

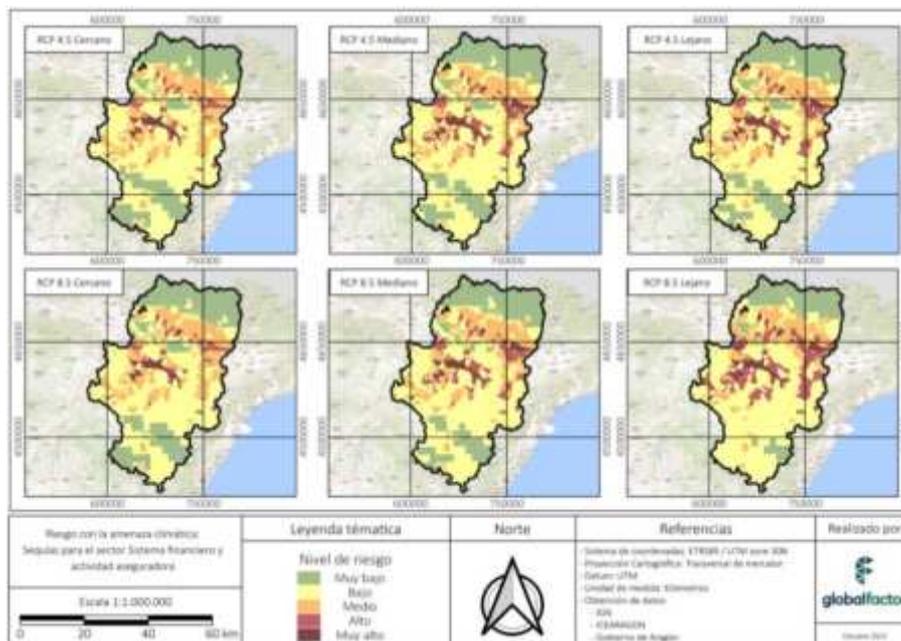


Figura 256. Riesgo climático para los escenarios climáticos RCP 4.5 y RCP 8.5 a corto, medio y largo plazo del sector sistema financiero y actividad aseguradora a las sequías en Aragón. Fuente: Elaboración propia a partir de datos del IGN, ICEARAGON y del Gobierno de Aragón

Por último, el riesgo a incendios en el sector financiero y de la actividad aseguradora de Aragón para el período histórico es generalmente bajo, salvo en las zonas del Valle del Ebro que no cuentan con las medidas de protección contra incendios, donde es medio. Además, el centro de la región está sufriendo actualmente en gran medida procesos de aridez y erosión, por lo que la falta de agua y la degradación de los espacios pueden propiciar a su vez el incremento de los incendios que afectan a la infraestructura del sector, siendo en las comarcas del Cinca Medio, La Litera y el Bajo Cinca donde los niveles de riesgo llegan a ser más altos.

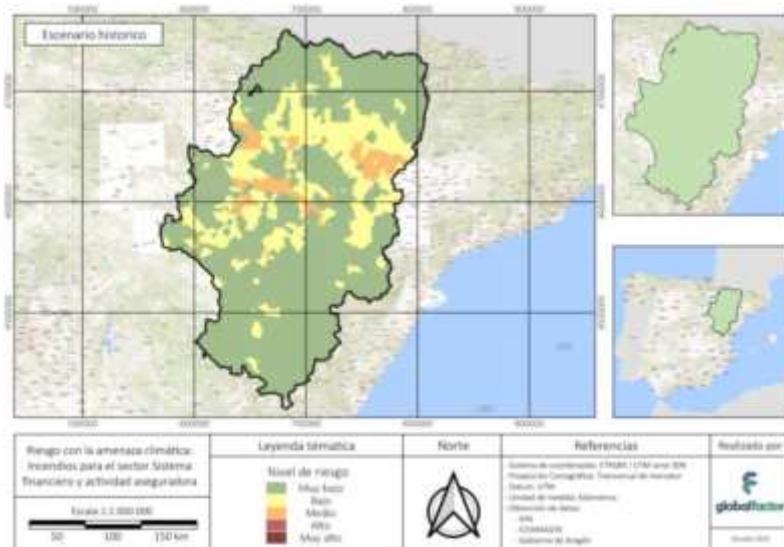


Figura 257. Riesgo climático histórico del sector sistema financiero y actividad aseguradora a incendios en Aragón. Fuente: Elaboración propia a partir de datos del IGN, ICEARAGON y del Gobierno de Aragón

A futuro, las proyecciones climáticas muestran un posible aumento de los niveles de riesgo en aquellas zonas que sí que cuentan con medios de protección contra incendios, en especial en el Valle del Ebro, en el que se podrían llegar a observar enclaves con niveles de riesgo muy alto que se propagarían también a otros puntos del oeste de la zona central de Aragón en el largo plazo para el escenario RCP 8.5.

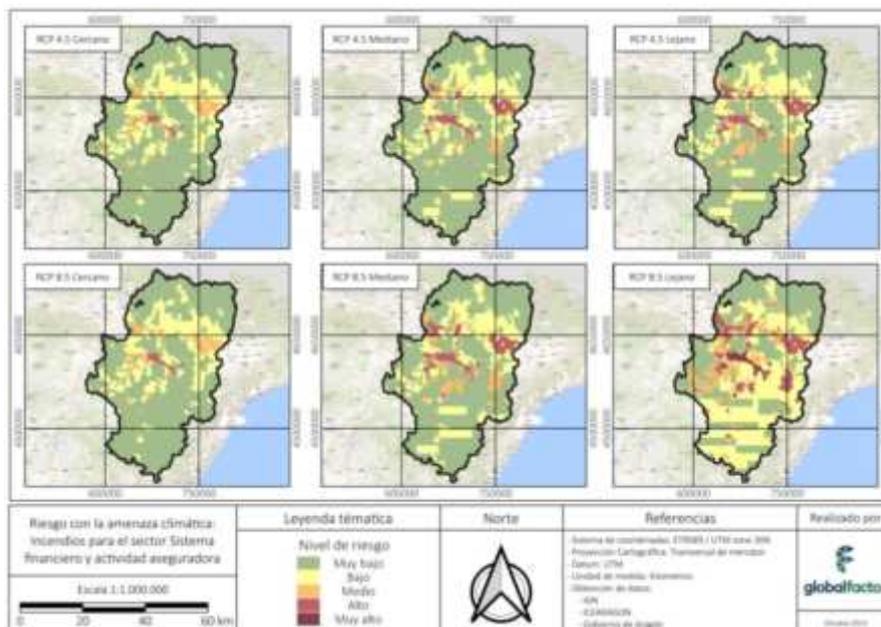


Figura 258. Riesgo climático para los escenarios climáticos RCP 4.5 y RCP 8.5 a corto, medio y largo plazo del sector sistema financiero y actividad aseguradora a incendios en Aragón. Fuente: Elaboración propia a partir de datos del IGN, ICEARAGON y del Gobierno de Aragón

Reducción de riesgo a desastres

La reducción de riesgos de desastres (RRD), así como todos los agentes involucrados en dicho proceso, es una estrategia fundamental que busca evitar o disminuir los efectos adversos de los desastres naturales o provocados por el ser humano de manera transversal. Para lograr la RRD, se implementan diversas medidas y acciones preventivas, que incluyen la planificación y gestión del riesgo, la reducción de la vulnerabilidad, la preparación para desastres y la respuesta adecuada durante situaciones de emergencia. La RRD es de vital importancia debido a que los desastres pueden ocasionar daños significativos en las infraestructuras, causar la pérdida de vidas humanas y perturbar la vida cotidiana de las personas.

Las infraestructuras destinadas a la gestión de los riesgos, como sistemas de alerta temprana y medidas de prevención y mitigación, están expuestas a la variabilidad climática y, por lo tanto, la eficacia de estas infraestructuras podría verse afectada por la magnitud y frecuencia de los eventos extremos. Ya que las amenazas climáticas pueden afectar a la capacidad de anticipar y prevenir desastres, poniendo en peligro a la población y a los recursos de respuesta. Los organismos gestores de las emergencias pueden verse abrumados por eventos climáticos extremos, como inundaciones masivas o incendios forestales de gran magnitud. La intensidad y frecuencia de las amenazas climáticas pueden poner a prueba la capacidad de respuesta y la disponibilidad de recursos.

Las poblaciones en riesgo, como personas mayores, personas con discapacidad o comunidades rurales aisladas son más vulnerables a los impactos de las amenazas climáticas. Además, la financiación y la disposición de los recursos para la reducción de riesgos a desastres puede verse afectada por las demandas adicionales generadas por amenazas climáticas. La asignación de recursos, por lo tanto, podría necesitar de reajustes para enfrentar los nuevos desafíos.

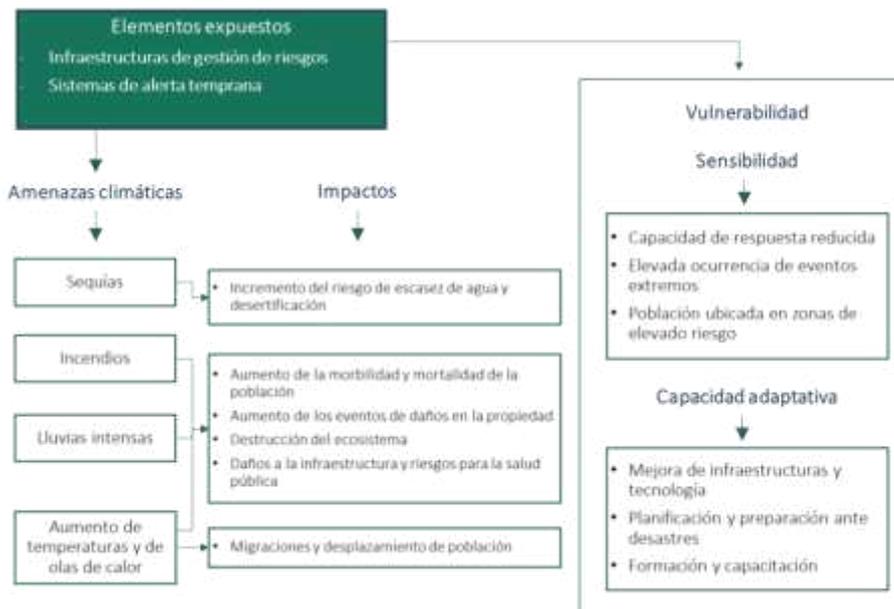


Figura 259. Cadena de impacto para el sector Reducción de riesgo a desastres en Aragón.
Fuente: Elaboración propia

La planificación y preparación ante desastres deben adaptarse para abordar los impactos de las amenazas climáticas que actualmente muestran una alta variabilidad, tanto en su intensidad como en su frecuencia. Esto incluye la revisión y actualización de los planes de emergencia y la identificación de nuevos riesgos asociados al clima. Es necesario mejorar las infraestructuras y la tecnología utilizadas en la gestión de los riesgos para hacer frente a las amenazas climáticas. Esto podría implicar la implementación de sistemas de alerta temprana más avanzados o la adopción de tecnologías sostenibles en la construcción de infraestructuras de prevención y mitigación. Además, el personal de respuesta y los actores involucrados

en la reducción de riesgos a desastres deben recibir formación y capacitación constante que les permita adaptarse a los nuevos desafíos climáticos. Esto incluye la preparación para enfrentar situaciones más extremas y la mejora de habilidades específicas para abordar amenazas climáticas en el menor tiempo posible.

La reducción de riesgo a desastres consiste en las medidas llevadas a cabo y a los medios desplegados, los cuales se corresponden con los elementos expuestos del sector, para reducir los daños ocasionados por las amenazas naturales, como pueden ser las sequías, los ciclones y las inundaciones, a través de una ética de prevención. Este tipo de actuaciones son necesarias para un futuro desarrollo social y económico sostenible.

Así, el nivel de exposición del sector se evalúa a partir de la distribución de los efectivos de vigilancia y de prevención y gestión de desastres. Para el monitoreo de la variabilidad climática existe en Aragón la red de estaciones climatológicas, compuesta por 91 instalaciones repartidas por el territorio regional. Se destaca su presencia en la zona del Pirineo, la capital autonómica y en varios puntos del Sistema Ibérico. Estando desprovistas de este tipo de infraestructuras las zonas del interior de Teruel y la Comunidad de Calatayud.

Por otra parte, para actuar contra incendios y otro tipo de desastres climáticos están los parques de bomberos y las bases de atención a emergencias. Los primeros mencionados se agrupan en las 3 capitales provinciales: Huesca, Teruel y Zaragoza, siendo la última la que más tiene. Las bases de atención de emergencias incluyen los centros de salud de atención primaria, útiles durante este tipo de desastres por prestar una atención continuada e integral, siendo este nivel asistencial de salud el que está más extendido a lo largo del territorio aragonés. De los 124 centros de atención temprana, 29 están en la provincia de Huesca, 26 en Teruel y 69 en Zaragoza, la cual acumula el 55,6% del total. Estando desprovista de este tipo de instalaciones las zonas rurales del interior de la región, al contrario que en las capitales de provincia, donde es Zaragoza la que cuenta con un mayor número de instalaciones.

Por otro lado, en la Base Aérea de Zaragoza se encuentran las instalaciones de la Unidad Militar de Emergencias (UME), en la cual opera el Cuarto Batallón de Intervención en Emergencias (BIEM IV).

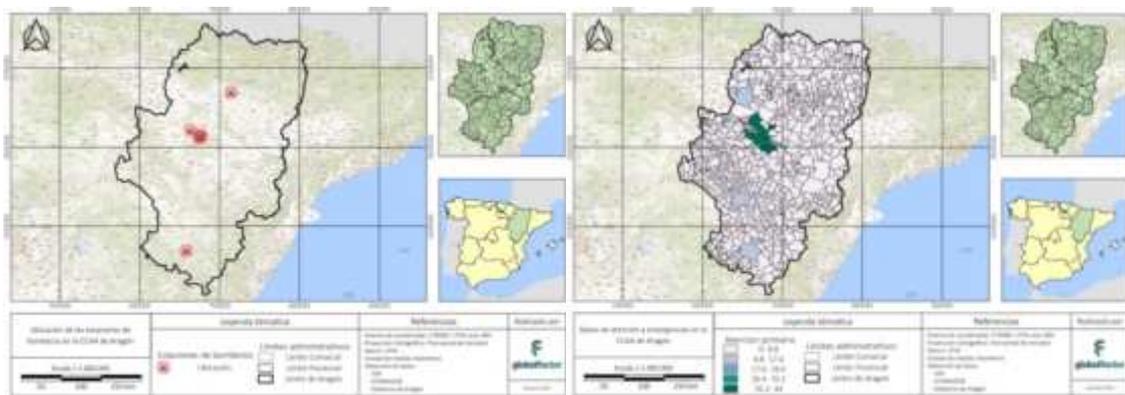


Figura 260. Izquierda: Localización de los parques de bomberos de Aragón. Derecha: Distribución de las bases de atención a emergencias de Aragón.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Ayuntamiento de Zaragoza y de ICEARAGON, 2023

Así, en cuanto al nivel de exposición del sector, Figura 261, aquellas zonas que cuentan con un mayor número de infraestructuras que ayudan en la prevención y a la reducción de riesgo a desastres son las más expuestas, por ejemplo: los lugares donde se concentran más estaciones meteorológicas, las bases de atención a emergencias y la base militar de la UME. Así pues y debido a la distribución de las mismas, estas zonas se corresponden a enclaves del noreste y del centro regional por contar con muchas estaciones de monitoreo, así como las capitales de provincia, en especial Zaragoza y sus inmediaciones, las cuales son las que albergan una red más extendida de autoridades especializadas en la gestión y actuación en fenómenos naturales.

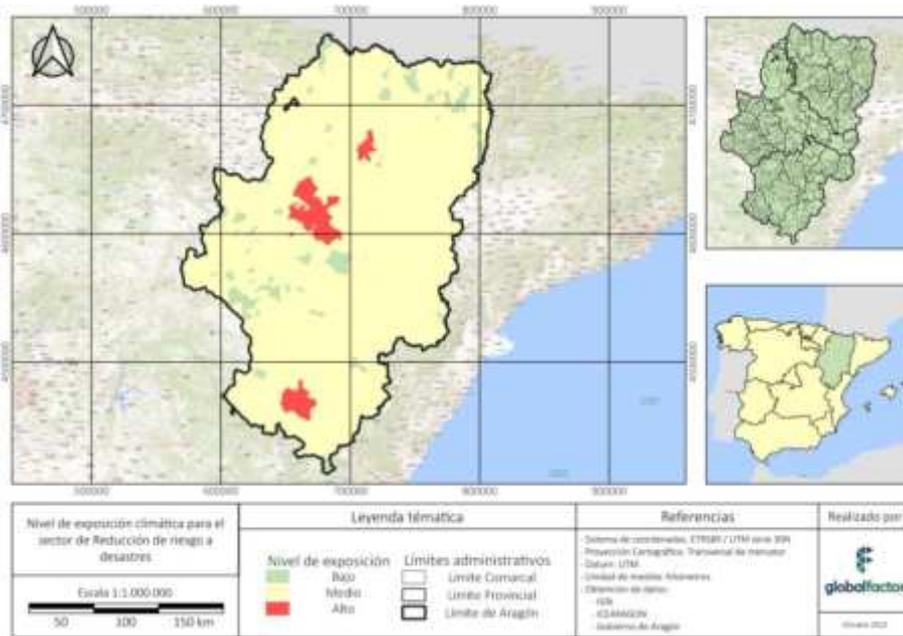


Figura 261. Nivel de exposición climática del sector de Reducción de riesgo a desastres en Aragón.
 Fuente: Elaboración propia a partir de datos del IGN, ICEARAGON y del Gobierno de Aragón

Los elementos sensibles del sector consisten en las zonas de ocurrencia de catástrofes o riesgos naturales. Los municipios con mayor frecuencia de incendios, hasta 45 eventos de esta índole en el año 2020 en cada uno, se encuentran bastante repartidos a lo largo de toda la región, como se ve en la Figura 262. Pero, en las zonas del noroeste y este son donde más se concentran. Por provincias, la de Teruel es la que tiene más localidades en las que no se han registrado incendios en el año 2020 y en la que más, Zaragoza.

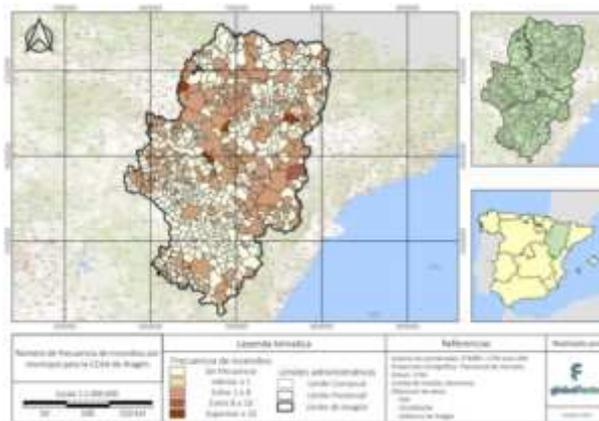


Figura 262. Frecuencia de incendios en los municipios de Aragón.
 Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Gobierno de Aragón, 2023

En cuanto a las zonas afectadas por erosión, se observa que solo los entornos protegidos de la zona central del Valle del Ebro, de otros cursos fluviales como el Jiloca y de algunos enclaves de los Pirineos y del Sistema Ibérico no sufren riesgo de erosión. Esto se debe a que los materiales de las zonas nombradas muestran mayor resistencia, sobre todo las depresiones de valles fluviales. Las zonas más afectadas corresponden a zonas abruptas y de mayor altitud de la región, como son el Sistema Ibérico, sobre todo la parte sur, y el norte del Pirineo aragonés. Así pues, las superficies urbanas más afectadas se disponen preferentemente en el sur del territorio, siendo la más afectada la capital turolense.



Figura 263. Izquierda: Niveles de erosión en Aragón. Derecha: Superficie urbana en riesgo de inundación. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de ICEARAGON, 2023

Por otro lado, la capacidad de adaptación de este sector radica en los planes de protección civil, que consisten en herramientas preventivas y organizativas de respuesta ante situaciones de emergencia, catástrofes o calamidades. Estos se basan en una serie de normas y procedimientos, dentro del marco jurídico-funcional, así como los mecanismos que permiten la movilización y organización de los recursos materiales y humanos necesarios para actuar en ese tipo de eventos. Otra herramienta útil es la formación de las autoridades en materia de riesgo, así como dar a conocer al resto de la población de los procedimientos y modo de actuación ante estas situaciones.

Para llevar a cabo todas las medidas comprendidas en dichos planes de protección civil, el Gobierno de Aragón ha destinado en el año 2023 de los presupuestos generales 332.110€ en materia de protección y mejora del medio ambiente, 4.000.000€ para la protección y mejora del Medio Natural, 190.000€ para la conservación de la biodiversidad y desarrollo sostenible y 1.400.600€ para el desarrollo agroalimentario y fomento asociativo.³⁵ Mientras que a los servicios de protección civil regionales se les ha dotado de un total de 495.000€. La implementación de planes bien estructurados y rápidos provistos de personal cualificado, junto con medidas que evitan la propagación de los efectos de los desastres, ayudan a gestionar de manera eficiente una situación de emergencia. Aun así, la comunidad autónoma de Aragón, respecto a la media española, destina menos fondos en materia de riesgos naturales.

Así, las zonas más vulnerables en el contexto de este sector corresponden a aquellas más castigadas por los fenómenos naturales, como las olas de calor, inundaciones o la erosión. Se concentran preferentemente en el noreste y suroeste de la comunidad autónoma, además, las zonas de mayor altitud se ven afectadas por la desertificación. A su vez, el Valle del Ebro y algunos puntos del norte y del sur regional sufren de incendios. Por lo tanto, del cómputo de todas estas afecciones, las zonas más vulnerables son enclaves de los Pirineos y del Prepirineo y del este y sur del Sistema Ibérico. Este hecho no solo se debe a las características propias de estos lugares, sino que, además, no cuentan con una red de prevención y protección desarrollada. Al contrario que ocurre en zonas más pobladas, como es la capital autonómica que a pesar de sufrir de inundaciones presenta un nivel de vulnerabilidad menor.

³⁵ <https://www.boa.aragon.es/cgi-bin/EBOA/BRSCGI?CMD=VEROBJ&MLKOB=1254298421919&type=pdf>

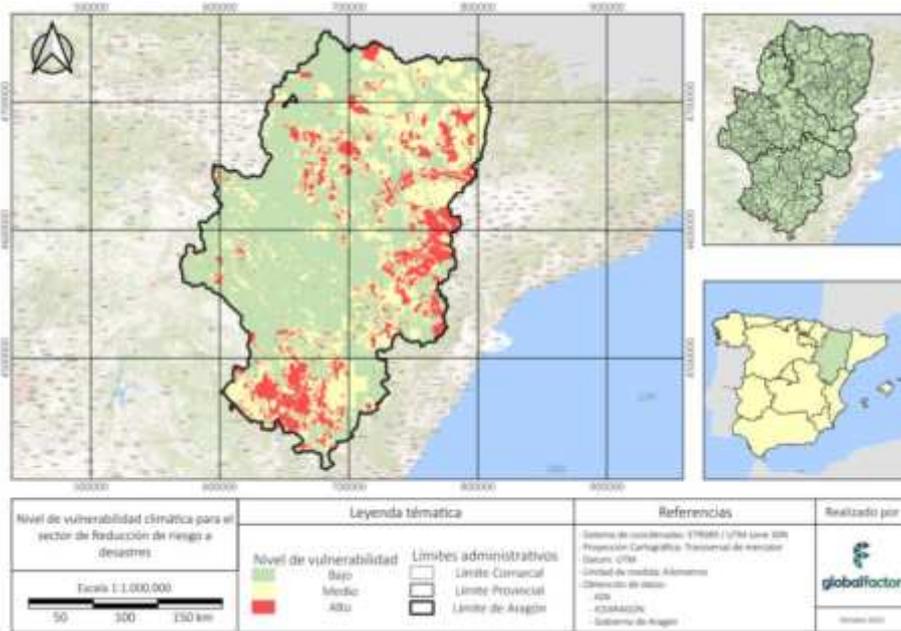


Figura 264. Nivel de vulnerabilidad climática del sector Reducción de riesgo a desastres de Aragón.
Fuente: Elaboración propia a partir de datos del IGN, ICEARAGON y del Gobierno de Aragón, 2023

En cuanto al riesgo que el sector puede tener a las distintas amenazas analizadas, por un lado, se observa que un posible aumento de lluvias intensas tendría un riesgo muy alto para el período histórico en determinadas zonas de los Pirineos y en algunas partes del este y del sur del Sistema Ibérico. En estas zonas el régimen de precipitaciones es elevado, pudiendo producirse desastres naturales asociados a la afluencia de agua, como pueden ser los fenómenos de inundación o los deslizamientos y los desprendimientos. Sin embargo, en términos generales, el nivel de riesgo es muy bajo o bajo en toda la comunidad autónoma.

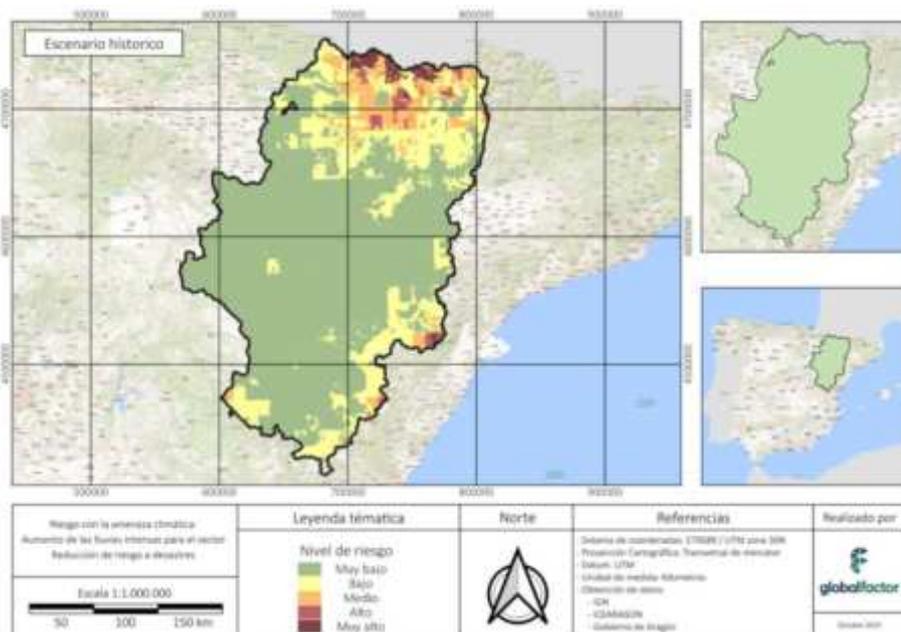


Figura 265. Riesgo climático histórico del sector reducción de riesgo a desastres al aumento de las lluvias intensas en Aragón.
Fuente: Elaboración propia a partir de datos del IGN, ICEARAGON y del Gobierno de Aragón, 2023

Respecto a las proyecciones climáticas futuras, no se espera que se produzcan cambios significativos en los niveles de riesgo a futuro, en consonancia con la evolución esperada en relación con las precipitaciones torrenciales, la cual no muestra una tendencia clara.

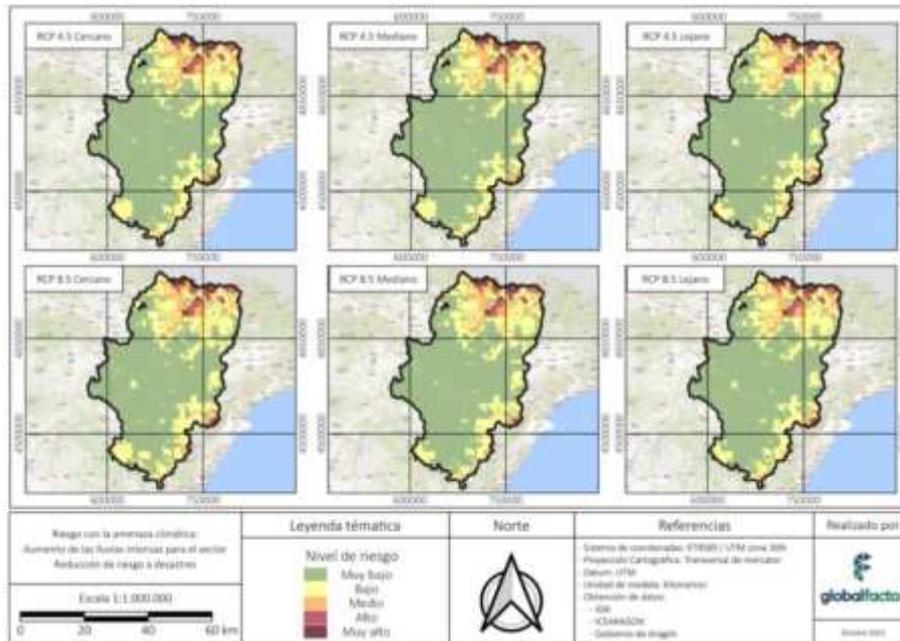


Figura 266. Riesgo climático para los escenarios climáticos RCP 4.5 y RCP 8.5 a corto, medio y largo plazo del sector reducción de riesgo a desastres al aumento de las lluvias intensas en Aragón.
Fuente: Elaboración propia a partir de datos del IGN, ICEARAGON y del Gobierno de Aragón

Por otro lado, un aumento de las temperaturas y las olas de calor en el sector de Reducción de riesgo a desastres tendría niveles de riesgo bajos en Aragón para el período histórico, destacándose sin embargo niveles medios en el centro-este del territorio, donde se dan eventos de olas de calor intensas y la tasa de desertificación es bastante alta.

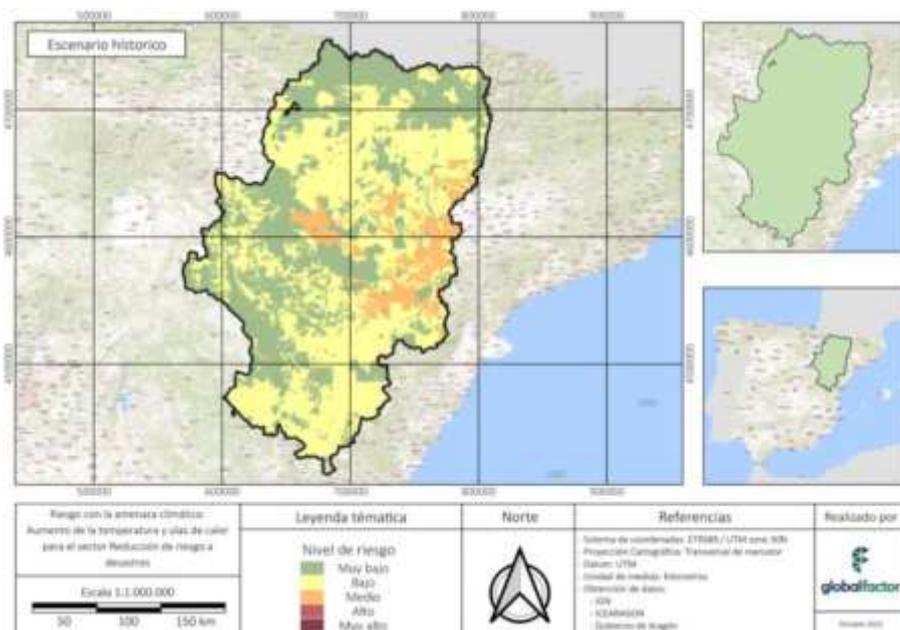


Figura 267. Riesgo climático histórico del sector reducción de riesgo a desastres al aumento de temperaturas y olas de calor en Aragón.
Fuente: Elaboración propia a partir de datos del IGN, ICEARAGON y del Gobierno de Aragón, 2023

A futuro, se observaría un aumento de las zonas de riesgo bajo en el norte y sur de Aragón, pasando a valores medios y altos en el medio y largo plazo, en especial en Teruel y Huesca. Se destaca el horizonte lejano para el escenario RCP 8.5, para el cual se esperaría un riesgo muy elevado en todo el este del territorio.

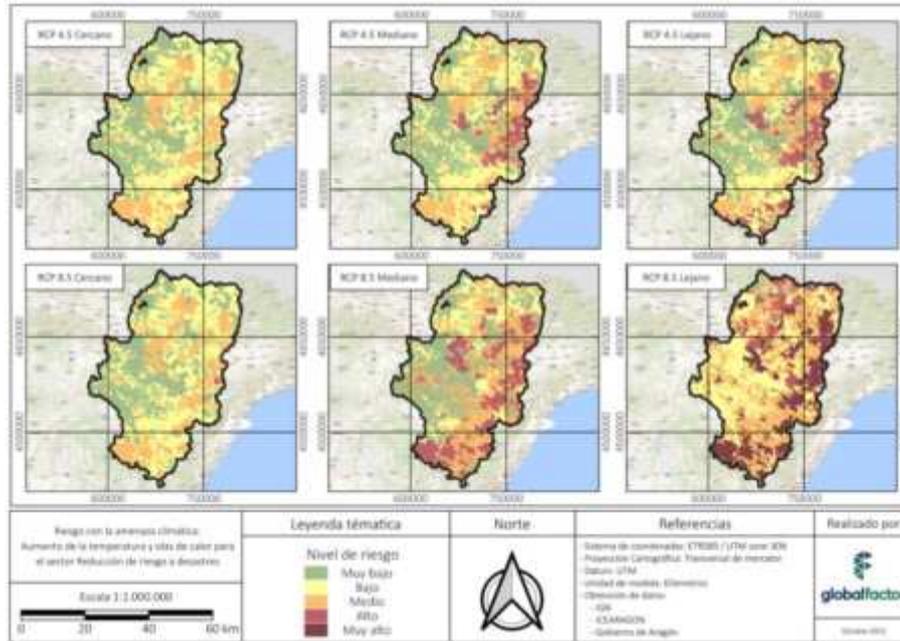


Figura 268. Riesgo climático para los escenarios climáticos RCP 4.5 y RCP 8.5 a corto, medio y largo plazo del sector reducción de riesgo a desastres al aumento de temperaturas y las olas de calor en Aragón.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del IGN, ICEARAGON y del Gobierno de Aragón, 2023

En cuanto al riesgo por sequías, se observaría un nivel de riesgo histórico alto importante, sobre todo en el centro, en la capital autonómica, y al sur de la región. En dichas zonas, se destacan las grandes ciudades de la comunidad autónoma, que necesitan de grandes cantidades de agua para el abastecimiento y además cuentan con unas condiciones climáticas más severas en relación con esta amenaza.

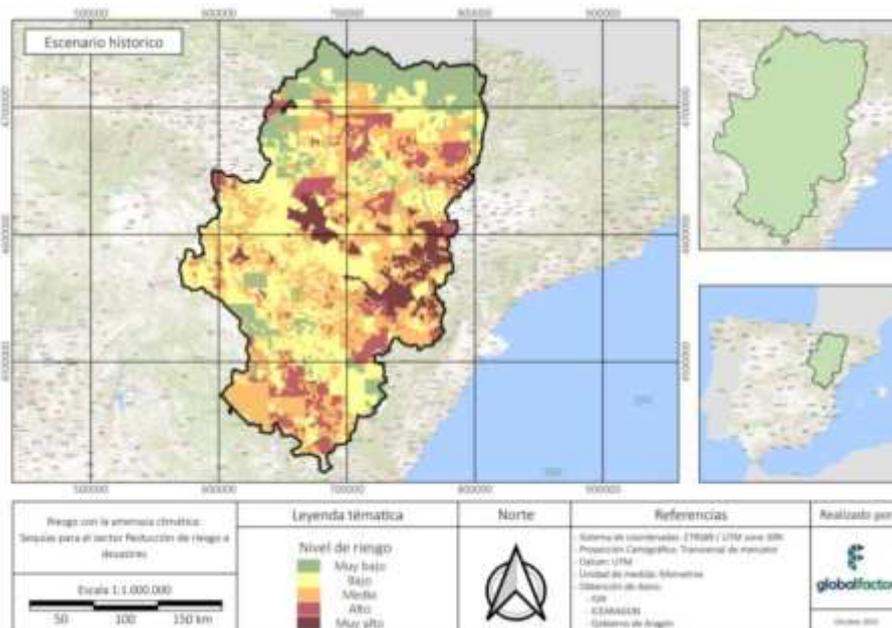


Figura 269. Riesgo climático histórico del sector reducción de riesgo a desastres a las sequías en Aragón.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del IGN, ICEARAGON y del Gobierno de Aragón, 2023

A futuro, se espera que el riesgo se mantenga relativamente estable, aumentando las áreas donde el mismo es de medio a alto. Los niveles de riesgo mayores se mantienen en las capitales de provincia y al este de la región, donde se dan fenómenos de desertificación importantes.

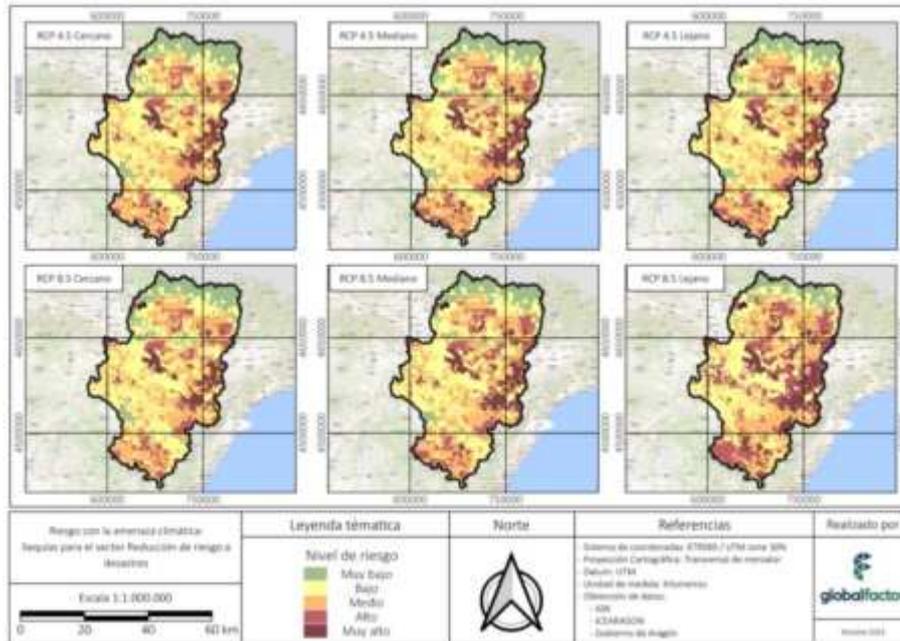


Figura 270. Riesgo climático para los escenarios climáticos RCP 4.5 y RCP 8.5 a corto, medio y largo plazo del sector reducción de riesgo a desastres a las sequías en Aragón.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del IGN, ICEARAGON y del Gobierno de Aragón, 2023

Por último, los incendios presentan un nivel de riesgo bajo para el período histórico en la mayoría del territorio. En el sureste de la comunidad autónoma el riesgo sería mayor, pudiendo llegar a contar con puntos de riesgo histórico alto. Estas zonas se corresponden a aquellas donde se suelen producir incendios.

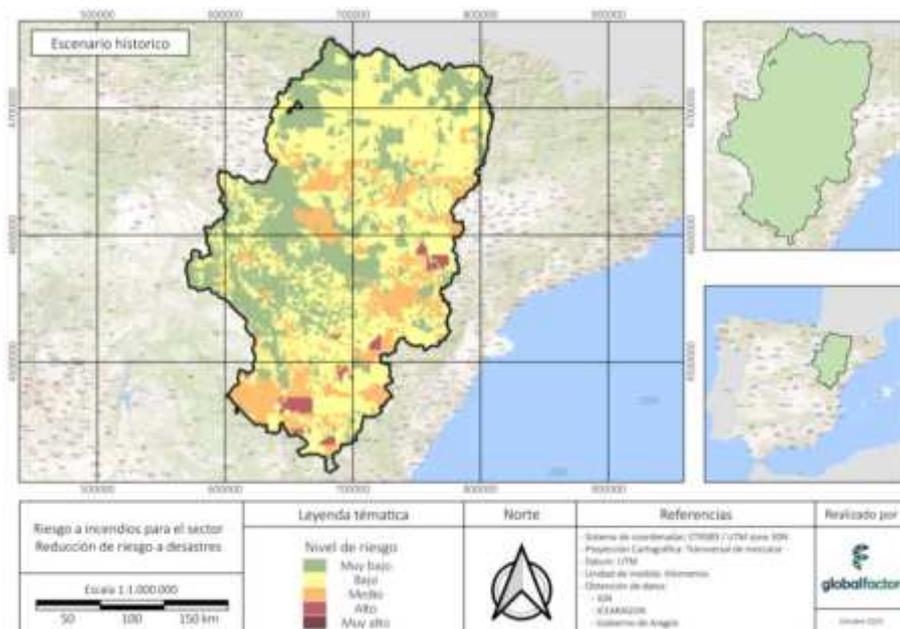


Figura 271. Riesgo climático histórico del sector reducción de riesgo a desastres a incendios en Aragón.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del IGN, ICEARAGON y del Gobierno de Aragón, 2023

A futuro, los niveles de riesgo se verían incrementados de forma gradual, pasando a contar con extensiones más amplias de riesgo medio, alto y muy alto, concentrado sobre todo en el sur de Aragón, donde los eventos de incendios son más frecuentes.

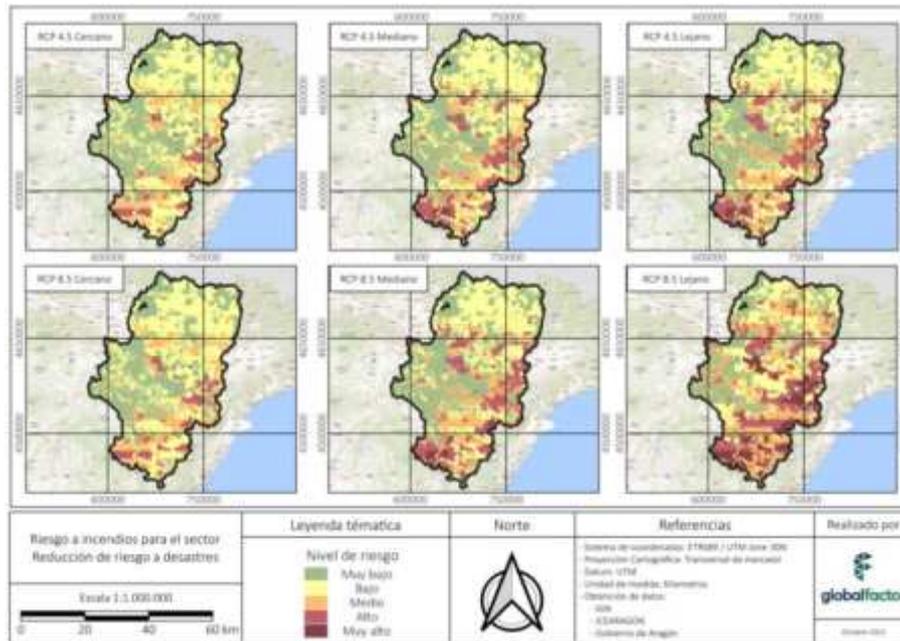


Figura 272. Riesgo climático para los escenarios climáticos RCP 4.5 y RCP 8.5 a corto, medio y largo plazo del sector reducción de riesgo a desastres a incendios en Aragón.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del IGN, ICEARAGON y del Gobierno de Aragón, 2023

Investigación e innovación

Los centros de investigación, laboratorios y equipos científicos pueden verse afectados por las amenazas climáticas. Las inundaciones, incendios u otros eventos climáticos extremos pueden dañar la infraestructura y los equipos, lo que interrumpe la continuidad de la investigación y la innovación. Además, los recursos naturales, que en muchos casos son precisamente los objetos de estudio, y de desarrollo como bosques, ríos y áreas protegidas, están expuestos a las amenazas climáticas y sus impactos. La pérdida de biodiversidad, la degradación de ecosistemas y la disminución de recursos naturales pueden afectar negativamente a la investigación científica y a las oportunidades de innovación, afectado a la desarrollo social, cultural y económico de la región.

Las investigaciones y proyectos en curso pueden verse impactadas por las distintas amenazas climáticas. Por ejemplo, los proyectos de monitoreo ambiental o estudios sobre la adaptación de especies locales pueden verse afectados por cambios en las condiciones climáticas. Además, la financiación y la disponibilidad de los recursos para la investigación y la innovación pueden verse afectadas por los desafíos que plantean las amenazas climáticas. La asignación de recursos podría necesitar ajustes para hacer frente a las nuevas prioridades relacionadas con la adaptación y mitigación del cambio climático.

Este sector es clave en el desarrollo de soluciones de adaptación y mitigación contra el cambio climático. La investigación en tecnologías sostenibles, prácticas agrícolas resilientes y sistemas de alerta temprana son esenciales para fortalecer la capacidad adaptativa de toda la región de Aragón. A su vez, la cooperación y colaboración entre instituciones de investigación, empresas, gobierno y la sociedad civil son esenciales para abordar los desafíos climáticos de manera efectiva. La formación de redes de investigación y la colaboración en proyectos conjuntos pueden potenciar la capacidad adaptativa de la comunidad científica y el sector de innovación.



Figura 273. Cadena de impacto para el sector investigación e innovación en Aragón. Fuente: Elaboración propia

La Comunidad Autónoma de Aragón cuenta con un total de 555 actividades económicas relacionadas con la rama de "Investigación y desarrollo" según los datos proporcionados por el Instituto Aragonés de Estadística. Esta rama representa el 0,33% del total de actividades económicas en Aragón. En términos provinciales, Zaragoza alberga la mayor cantidad de estas actividades (el 80,36% de todas las actividades de investigación y desarrollo presentes en la comunidad). La Comarca Central es la que concentra más actividades de investigación y desarrollo, con un total de 404, representando el 72,79% del total regional y el 90% de las actividades de la provincia de Zaragoza. Le siguen en importancia la Hoya de Huesca y la Comunidad de Teruel.

Respecto a los principales municipios de Aragón, Zaragoza destaca claramente, albergando la gran mayoría de estas actividades. En segundo lugar, se encuentra Huesca, seguido por Teruel. También destacan Alcañiz, con un enfoque relacionado con el sector automovilístico, y Barbastro, debido al desarrollo industrial y al eje existente entre Vero, Monzón y Binéfar. Estos municipios muestran una mayor pujanza en el ámbito de la investigación y desarrollo en sus respectivas áreas de influencia.

El Programa Marco Horizonte 2020 de Aragón es una de las principales vías de financiación del Gobierno de Aragón de I+D+i, el cual constaba de 75.000 millones de euros de presupuesto. El cual, según el informe CESA de 2020, el programa en 2020 obtuvo un retorno de 176,3 millones de euros, lo que corresponde al 3,1% del total nacional y al 0,3% a nivel europeo. Estos datos son bastante inferiores a los obtenidos en 2019, en el cual se obtuvo una tasa de retorno anual de 43,4 millones de euros frente a los 26,7 millones de euros de 2020.

Así pues, la comunidad autónoma de Aragón posee más de una veintena de centros de investigación públicos, en su mayoría ligados a la Universidad de Zaragoza o al Centro Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), motivo por el cual las instalaciones de muchos de estos centros están en la capital aragonesa. También, se ubican en la región centros de investigación privada, sobre todo relacionados con el sector automovilístico, como por ejemplo el Instituto de Investigación sobre vehículos, S.A. ubicado en Pedrola, provincia de Zaragoza.

La disminución de los fondos y recursos destinados a la I+D+i debido a la crisis económica de 2008 y a la pandemia mundial del COVID-19 ha frenado la capacidad de invención, produciendo un descenso en el número de patentes que se solicitan en España. Aragón en el año 2022, según datos de la Oficina Española de Patentes y Marcas, contaba con un total 878 patentes vigentes, donde por provincias la que más registró

fue Zaragoza con un total de 801, mientras que Huesca y Teruel presentaban 68 y 9, respectivamente. Desde el año 1.991 el número de patentes vigentes en la comunidad autónoma fue creciendo hasta alcanzar el máximo en el año 2017 con un total de 1.933, para luego ir decreciendo hasta los últimos datos mencionados. Debido a los cuales, desde 2020 la región ocupa el onceavo puesto en el ranking nacional de patentes, por debajo de comunidades como Madrid, Comunidad Valenciana, Andalucía y Cataluña.

En el año 2023 el Gobierno de Aragón ha destinado 94.637.716 euros de sus presupuestos generales en Investigación Científica, Técnica y Aplicada, de los cuales el 30,63% se han designado para la investigación, desarrollo e innovación tecnológica y el 3,38% en Investigación y Tecnología Aplicada a la industria. Además, se invirtieron más de 52,36 millones de euros en convocatorias autonómicas financiadas con fondos europeos, los *Next Generation EU*, relativas a los departamentos de Industria, Competitividad y Desarrollo empresarial y de Ciencia, Universidad y Sociedad del Conocimiento. Donde las líneas de trabajo se basan en la transición energética, el fomento de la electromovilidad, la economía circular y la mejora de la conectividad de la región.

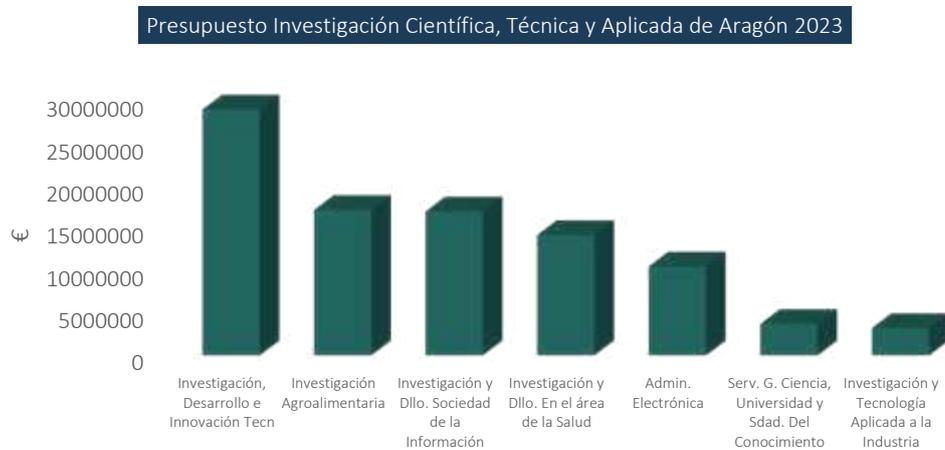


Figura 274. Desglose de los Presupuestos Generales del Gobierno de Aragón del año 2023 destinados a Investigación Científica, Técnica y Aplicada.
Fuente: Gobierno de Aragón, 2023

5. Conclusiones

La adaptación al cambio climático en la comunidad autónoma de Aragón se puede planificar tomando de base el análisis de vulnerabilidad y riesgo elaborado en los apartados anteriores. Como se ha descrito en el aparato 2, el gobierno de la región ya ha implementado medidas de actuación transversales ambiciosas que abarcan a todos los sectores estudiados. Sin embargo, es necesario seguir avanzando en la comprensión de las variaciones climáticas en el territorio con el fin de continuar desarrollando medidas de adaptación que se ajusten a la realidad climática de Aragón, con el fin de progresar hacia una región más sostenible y resiliente.

Los sectores comprendidos en este análisis de riesgos del cambio climático están intrínsecamente relacionados. Los factores que confieren vulnerabilidad a cada uno de ellos se basan en cuatro cuestiones principales: la demografía, la densidad de población, la disponibilidad de recursos naturales y la concentración de las actividades económicas y culturales en la capital. La interconexión de estos problemas destaca la importancia de enfoques holísticos y de soluciones colaborativas para enfrentar los desafíos que plantea el cambio climático en la región.

En líneas generales, se observa una marcada centralización de los sectores sociales en la capital aragonesa, lo cual abarca a áreas cruciales como son la de la salud, ciudades, urbanismo y edificación, movilidad y transporte y patrimonio cultural, educación y sociedad. A su vez, el mayor desarrollo económico por gran número y diversidad de actividades sectoriales se congrega a lo largo del eje del Ebro. No obstante, es el norte de la región la que alberga a las zonas turísticas y naturales importantes, debido al gran valor que se le da en Aragón a los espacios naturales, sobre todo a aquellos tan sensibles como son los de alta montaña de los Pirineos, y por el gran disfrute y gama de actividades al aire libre que ofrecen estas zonas.

En primer lugar, la baja tasa de nacimientos y una población bastante envejecida tienen implicaciones transversales en todos los sectores. La falta de relevo generacional y una elevada tasa de sobreenviejamiento afecta a la capacidad de los servicios de salud, a la fuerza laboral en la industria y los servicios, así como a la demanda de recursos, como el agua y la energía. Donde este fenómeno es más patente en las zonas rurales, ya que la principal actividad económica de estas está ligada al sector primario que está viendo comprometida su continuidad en la región por la escasez de personal.

Por otra parte, la densidad de población concentrada en áreas urbanas, especialmente en Zaragoza, contribuye al mayor fatigamiento de los servicios de salud debido a la mayor transmisión de enfermedades en estas zonas con tantos habitantes y al desarrollo de estilos de vida menos saludables. Además, esta concentración de población aumenta la presión sobre la infraestructura de transporte y la expansión urbana, lo que puede dar lugar a usos inadecuados del suelo y, por lo tanto, al aumento de accidentes y daños en las infraestructuras por una mala planificación urbanística.

En cuanto al recurso hídrico, la baja precipitación, y la alta demanda junto a masas de agua en mal estado, sobre todo por la práctica extendida de la agricultura en el Valle del Ebro, son factores que afectan tanto a la disponibilidad del recurso hídrico para la población como a la producción energética, alimentaria e industrial. La calidad del recurso se ve comprometida por los problemas asociados a fenómenos como las inundaciones, la erosión, el deshielo de glaciares y la invasión de especies que amenazan la salud de los ecosistemas acuáticos y a la biodiversidad. Por lo que este hecho se puede extrapolar a todos los espacios naturales, forestales, de cultivo y de práctica de la ganadería de Aragón, donde las principales amenazas son los incendios y la degradación de los suelos por aumento de las temperaturas y de la duración de las sequías.

Asimismo, la concentración de industrias en Zaragoza y la falta de diversificación en las actividades sectoriales contribuyen a una economía poco fortalecida, hecho que se vio agravado durante la crisis del coronavirus. Además, el turismo, basado en gran medida en el disfrute del medio natural, se ve en peligro por las amenazas climáticas, en especial por el aumento de las temperaturas y la bajada de las

precipitaciones en el norte aragonés, lo que afecta nuevamente a la economía y a la oferta turística de la región.



Figura 275. Resumen de los principales factores de vulnerabilidad en la comunidad autónoma de Aragón.

Fuente: Elaboración propia

6. Recomendaciones

Las estrategias de adaptación al cambio climático en Aragón deben abordar de manera holística y transversal todas las amenazas y factores de vulnerabilidad. El sector de la salud desempeña un papel fundamental al salvaguardar el bienestar de los habitantes de la región. Por lo tanto, en primer lugar, es necesario controlar a las especies invasoras que pueden ser vectores de nuevas enfermedades relacionadas con el cambio climático, al tiempo que se debe fomentar la mejora y eficiencia energética en los edificios, tanto en espacios públicos como en los hogares. Paralelamente, es necesario implementar medidas de prevención del exceso de calor, como ya se está llevando a cabo, incluyendo la apertura de refugios climáticos.

La educación desempeña un papel crucial al informar a la población sobre cómo evitar lesiones, enfermedades y defunciones relacionadas con eventos climáticos extremos, enfermedades respiratorias y amenazas transmitidas a través de vectores, los alimentos y el agua. Esto reduce la presión sobre los sistemas de salud y se alinea con los esfuerzos llevados a cabo por las instituciones públicas de Aragón en materia de educación de prevención y actuación en riesgos naturales.

El sector del agua y del recurso hídrico, el patrimonio natural, biodiversidad y áreas protegidas y el sector forestal, desertificación, caza y pesca continental están estrechamente vinculados en su adaptación al cambio climático. En primer lugar, las mejoras en el sistema de abastecimiento y depuración del agua son esenciales para garantizar un suministro de agua potable seguro, especialmente cuando la disponibilidad de agua está sujeta a cambios climáticos. Además, la regulación de caudales ecológicos es fundamental para proteger la salud de estos espacios naturales y de la biodiversidad. Desde el Gobierno de Aragón se están implementando medidas y proyectos de preservación de los hábitats y de la vida silvestre, fomentando a su vez un turismo sostenible en espacios naturales y culturales y manteniendo y ampliando la infraestructura del recurso hídrico y los medios de preservación del medio natural contra desastres naturales, especialmente contra incendios.

Es importante tener en cuenta que la conservación de la biodiversidad se ve fortalecida cuando se incluye la variable climática en los planes de gestión de especies y espacios naturales protegidos. Esto garantiza la adaptación de las especies a las condiciones cambiantes y controla la distribución de estas, así como la gestión de especies invasoras para mantener la salud de los ecosistemas. Por lo que es necesario asegurar la conectividad de los hábitats mediante la protección, restauración y mejora de los corredores ecológicos, en especial de los entornos fluviales. Esto último no solo afecta al bienestar de los seres vivos sino a la calidad de las aguas.

La agricultura, la ganadería y la acuicultura son esenciales para la seguridad alimentaria y también deben adaptarse al escenario de calentamiento global. Esto implica analizar, experimentar y promover nuevos cultivos, razas ganaderas y hábitats adaptados al cambio climático. La diversificación del paisaje agrario se convierte en una estrategia clave en este proceso de adaptación, complementada con el desarrollo de proyectos a escala de barrio que inciden directamente en el metabolismo urbano, contribuyendo así a la resiliencia del sistema alimentario. Además, el recurso hídrico no solo es vital para el suministro de agua potable, sino que también está relacionado con el ejercicio de la caza y la pesca, influyendo en las actividades recreativas y económicas de la región.

En relación con la adaptación a las condiciones ambientales cada vez más extremas, es alentador observar que diversos organismos públicos ya están tomando medidas concretas. Estas acciones abarcan además la habilitación de financiación para la mejora de la eficiencia energética en hogares y la prevención del exceso de calor con el fin de seguir aunando esfuerzos para proteger a la parte de la población más vulnerable ante este escenario climático tan cambiante. El urbanismo y la planificación de los municipios, por lo tanto, desempeñan un papel fundamental en la adaptación al cambio climático. La creación de espacios públicos verdes y la integración de soluciones climáticas en la planificación urbana son enfoques comunes para hacer que las ciudades sean más resilientes.

Tanto el sector energético como el de movilidad y transporte comparten la responsabilidad de reducir las emisiones de carbono. En este sentido, los esfuerzos de las instituciones públicas de Aragón se han enfocado en la transición hacia fuentes de energía renovable y tecnologías bajas en carbono. Además, se complementa con la inversión en infraestructuras de transporte resilientes al clima, lo que contribuye a una mayor capacidad de adaptación frente a los impactos climáticos. Donde es vital promocionar el uso del transporte público, por lo que es necesario descentralizar la oferta dotando a la población de alternativas de movilidad sobre todo en entornos rurales.

Por otro lado, el sector industrial también desempeña un papel importante en la adaptación al cambio climático, en la cual se promueve nuevamente la eficiencia energética y la implementación de sistemas circulares de aprovechamiento de recursos. Estas acciones no solo reducen el impacto ambiental de la industria, sino que también mejoran su sostenibilidad a largo plazo, lo que es crucial para enfrentar los desafíos climáticos. Por lo que es necesario en la región la continuación del avance de nuevos proyectos de innovación que produzcan un cambio de los paradigmas de consumo industrial que a su vez fortalecerán a un sector que en Aragón no está ampliamente desarrollado.

Finalmente, el sector financiero desempeña un papel crucial al respaldar todas estas iniciativas mediante la inversión en proyectos sostenibles y el desarrollo de protocolos de actuación sectorial, en línea con el fortalecimiento de la red de estaciones meteorológicas y sistemas de alerta temprana para prevención ante eventos climáticos extremo. Donde toda la información recabada debe plasmarse en estudios del estrés financiero que sufren los diferentes sectores de la región derivado del cambio climático. Este tipo de análisis son una herramienta crucial en la evaluación y la gestión de los riesgos financieros que permiten una toma de decisiones firmes. La adaptación al cambio climático es un desafío multifacético que requiere de la cooperación intersectorial. La consideración de estrategias comunes y la sinergia entre sectores son esenciales para fortalecer la resiliencia de la sociedad aragonesa frente a los impactos del cambio climático. Donde, en cuanto a la reducción del riesgo a desastres es necesario del desarrollo de planes piloto de actuación y adaptación a las olas de calor, en las que se deben de considerar las proyecciones climáticas con el ajuste de nuevas temperaturas umbrales y la creación de un sistema activo de vigilancia.

7. Bibliografía

- Centro de estudios y experimentación de obras públicas (CEDEX). (2017). Evaluación del impacto del cambio climático en los recursos hídricos y sequías en España. Disponible en: https://ceh.cedex.es/web_ceh_2018/documentos/CAMREC/2017_07_424150001_Evaluaci%C3%B3n_cam bio_clim%C3%A1tico_recu.pdf
- Comisión Europea. (2021). Pacto Verde Europeo. Disponible en: <https://www.consilium.europa.eu/es/policies/green-deal/>
- Comisión Europea. (2021). La nueva estrategia de adaptación al cambio climático de la UE. Disponible en: https://adaptecca.es/sites/default/files/documentos/estrategia_eu_2021_es.pdf
- CMNUCC. (2015). Acuerdo de París. Disponible en: https://unfccc.int/files/meetings/paris_nov_2015/application/pdf/paris_agreement_spanish_.pdf
- EUROPARC España. (2018). Las áreas protegidas en el contexto del cambio global: incorporación de la adaptación al cambio climático en la planificación y gestión. Segunda edición, revisada y ampliada Ed. Fundación Interuniversitaria Fernando González Bernáldez para los espacios naturales. Madrid. 168 págs. Disponible en: https://www.aragon.es/documents/20127/674325/MANUAL13_CAMBIO_CLIMATICO.pdf/47f4784c-4c84-6a53-8dfb-781aa66972ee
- Eco-Union. (2019.) Guía de Adaptación de Destinos de montaña al Cambio Climático: El Pirineo Aragonés. Ed. eco-union. Barcelona. Disponible en: https://adaptecca.es/sites/default/files/documentos/adaptur-destinos-montana_visual.pdf
- Global Covenant of Mayors for Climate & Energy. (2023). The largest global alliance for city climate leadership. Disponible en: <https://www.globalcovenantofmayors.org/who-we-are/>
- Gobierno de Aragón. (2023). Plan de Acción para la prevención de los efectos de las temperaturas extremas en Aragón. Disponible en: <https://www.aragon.es/documents/20127/1650151/Plan+Temperaturas+Extremas+Arag%C3%B3n+2023.pdf/48b004f1-c545-a7fc-363b-51ffd9784262?t=1684738939612>
- Gobierno de Aragón. (2023). Sobreenviejimiento (ATLAS DE ARAGÓN - ICEARAGON). Disponible en: <https://icearagon.aragon.es/atlas/Aragon/info/salud-publica/determinantes-de-salud/sobreenviejimiento>
- Gobierno de Aragón. (2023). Respiratorio (ATLAS DE ARAGÓN - ICEARAGON). Disponible en: <https://icearagon.aragon.es/atlas/Aragon/info/salud-publica/mortalidad/respiratorio>
- Gobierno de Aragón. (2023). Red hidrográfica (ATLAS DE ARAGÓN - ICEARAGON). Disponible en: <https://icearagon.aragon.es/atlas/Aragon/info/medio-natural/hidrografia/red-hidrografica>
- Gobierno de Aragón. (2021). Impacto potencial del cambio climático sobre la distribución las especies exóticas invasoras en Aragón. Disponible en: https://www.aragon.es/documents/20127/4964055/Especies_exoticas.pdf/582b3169-f760-2190-ac12-2336b31d72e6?t=1662635937858
- Gobierno de Aragón. (2019). Estrategia Aragonesa de Cambio Climático (EACC) Horizonte 2030. Disponible en: https://www.aragon.es/documents/20127/674325/ESTRATEGIA_ARAGONESA_CAMBIO_CLIMATICO.pdf/f4206c8d-94e0-acdd-9fb3-2e69f9d9b7dd
- Gobierno de Aragón. (2021). Impacto potencial del cambio climático sobre la distribución las especies exóticas invasoras en Aragón. Informes y proyectos sobre el cambio climático en Aragón. Disponible en: https://www.aragon.es/documents/20127/4964055/Especies_exoticas.pdf/582b3169-f760-2190-ac12-2336b31d72e6?t=1662635937858
- Gobierno de Aragón. (2015). Proyecto Agroclima. Disponible en: <https://www.aragon.es/-/proyecto-agroclima>

Gobierno de Aragón. (2018). Programa de información y sensibilización para la mitigación y adaptación al cambio climático del sector agroalimentario aragonés. Disponible en: <https://app.bibguru.com/p/eaac0530-a8a2-4fe0-aaee-6f8219692415>

Instituto de aragonés de estadística (2022). Estadística sobre el suministro y saneamiento del agua. Disponible en: https://www.aragon.es/documents/20127/1909615/20220727_Comunicado_Agua2020.pdf/e67d4a15-0c4e-eeb9-fae5-29728d53ecad?t=1658923724448

IPCC. (2013). Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I. Cambridge, United Kingdom: Cambridge University Press.

Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO). (2020). Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático 2021-2030. Disponible en: https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/impactos-vulnerabilidad-y-adaptacion/pnacc-2021-2030_tcm30-512163.pdf

Parlamento Europeo y del Consejo. (2021). Marco para lograr la neutralidad climática y se modifican los Reglamentos (CE) n.o 401/2009 y (UE) 2018/1999 («Legislación europea sobre el clima»). Disponible en: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=CELEX%3A32021R1119>



globalfactor

