

6. VALORACIÓN DEL PAISAJE: FRAGILIDAD VISUAL

La fragilidad visual es el conjunto de características del territorio relacionadas con la capacidad de respuesta al cambio de sus propiedades paisajísticas o la susceptibilidad de un paisaje al cambio cuando se desarrolla un uso sobre él (Aguiló, 1981; Ramos et al, 1986 y Escribano et al, 1987).

Se expresa también como fragilidad visual el grado de deterioro que el paisaje experimentaría ante la incidencia de determinadas actuaciones. Este concepto se designa también como vulnerabilidad; “la vulnerabilidad visual es el potencial de un paisaje, para absorber o ser visualmente perturbado por las actividades humanas” (Litton et al, 1974).

La fragilidad visual constituye una característica territorial con una componente intrínseca, dependiente de las condiciones del medio. Se considera, por tanto, como una propiedad del territorio que ayuda a la localización de posibles actividades que se quieran desarrollar en ese mismo territorio con el mínimo impacto visual.

Para evaluar la fragilidad de cada una de las unidades y subunidades de paisaje de La Rioja, se plantea un modelo que depende de dos tipos de factores:

Factores biofísicos: Son los que componen las características básicas del paisaje, que condicionan la modificación del tipo y del carácter del paisaje. Son los que van a amortiguar o realzar las alteraciones visuales. Las variables del medio que intervienen en este factor son principalmente la vegetación y usos del suelo y las características geomorfológicas. Son relativamente estáticos, salvo cambios por acciones antrópicas o por catástrofes naturales.

Factores de visibilidad: Son los que hacen referencia a la accesibilidad visual del territorio, en función de su visibilidad intrínseca (intervisibilidad) y la visibilidad adquirida (variables antrópicas que influyen en las características del territorio en términos de facilidad de acceso y/o atractivo de ser visto).

A continuación se expone el modelo planteado y su desarrollo

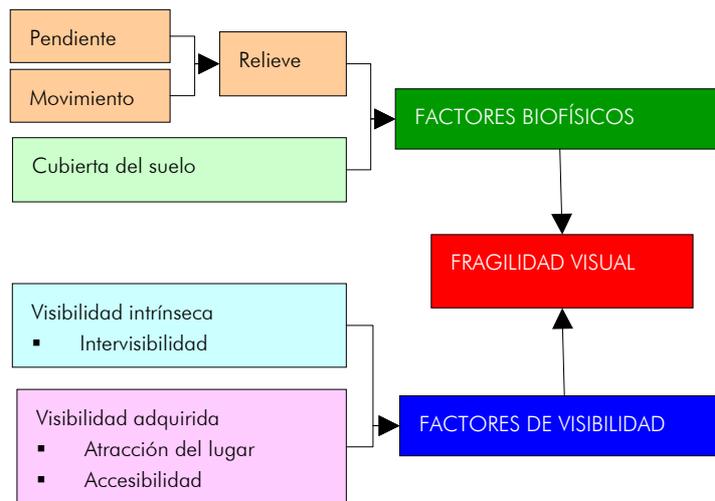


Figura 6.1. Modelo de fragilidad del paisaje de la Comunidad Autónoma de La Rioja

6.1 FACTORES BIOFÍSICOS

Los factores biofísicos que intervienen en la fragilidad visual, para su evaluación en el paisaje de la Comunidad Autónoma de La Rioja, son los relativos al relieve y a los de cubierta del suelo. Ambos tienen la facultad de absorber con mayor o menor intensidad las actuaciones que se lleven a cabo en el territorio

6.1.1 Relieve

Para analizar el relieve, en ausencia de un mapa fisiográfico de La Rioja, y tras un estudio de las variables con las que se cuenta para la valoración de este factor (mapa topográfico), y de cómo responden estas ofreciendo información acerca del relieve, se ha planteado un índice que depende de dos parámetros: movimiento y exposición visual.

El movimiento se ha estudiado mediante el **índice de movimiento** ($I_{fv.m}$) que depende de las superficies de la unidad de paisaje, real y proyectada, y del rango altitudinal:

$$I_{fv.m} = \frac{(R_s - 1) \cdot 10^5}{R_h}$$

Donde R_s es el ratio de superficie $R_s = \frac{S_{real}}{S_{proyectada}}$

y R_h el rango altitudinal: $R_h = H_{max} - H_{min}$

El índice toma valores bajos a medida que aumenta la fragilidad. Cuanto más movimiento tiene una unidad, más aumenta su capacidad de ocultar las actuaciones y disminuye por tanto su fragilidad. Se expone la tabla de la distribución de las unidades y subunidades según el resultado de la aplicación de este índice.

ÍNDICE DE FRAGILIDAD SEGÚN EL MOVIMIENTO					
CLASES (valores entre 34,07 y 0,08)				Nº de UP y SUP	%
3	++	Alta	1,5-0,008	51	13.8
2.5	+	Media-alta	4,7-1,67	108	29.2
2	*	Media	7,1-4,8	86	23.2
1.5	-	Media-baja	11,9-7,2	93	25.1
1	--	Baja	37,07-12	32	8.6

Tabla 6.1 Distribución de las UP según índice de fragilidad según movimiento

La exposición visual se analiza a través de la variabilidad de pendiente mediante el **índice de exposición visual**, que mide del número de cambios de este parámetro que se den en la unidad. Son más frágiles los tipos de pendientes mayores, al estar más expuestos a la visión del observador, por lo que tienen mayor peso.

$$I_{fv.ev} = \frac{\sum S_{ci} \cdot C_i}{S_{UP}}$$

Donde S_{ci} es la superficie que ocupa el tipo de pendiente i , C_i el peso según la fragilidad del tipo de pendiente i , y S_{UP} la superficie de la unidad de paisaje

Los tipos de pendiente y sus pesos en función de la fragilidad son los siguientes:

Pendiente (%)	0-5	6-15	16-25	25-40	>40
Peso	1	1.5	2	2.5	3

Los resultados de la aplicación de estos índices a las unidades y subunidades se agrupan en clases según la división natural mediante la distribución de las frecuencias. A continuación se expone la tabla de distribución de las unidades y subunidades según este índices.

ÍNDICE DE FRAGILIDAD SEGÚN LA EXPOSICIÓN VISUAL					
CLASES (valores entre 0,18 y 2,7)				Nº UP y SUP	%
3	++	Alta	2,15-2,7	56	15.1
2.5	+	Media-alta	1,76-2,14	75	20.3
2	*	Media	1,21-1,75	97	26.2
1.5	-	Media-baja	0,26-1,2	89	24.1
1	--	Baja	0,18-0.25	53	14.3

Tabla 6.2 Distribución de las UP según índice de fragilidad por exposición visual

La salida gráfica de la distribución en La Rioja de este índice y del que a continuación se expone (índices de relieve), se presentan en la siguiente página (ver figuras 6.2 Y 6.3)

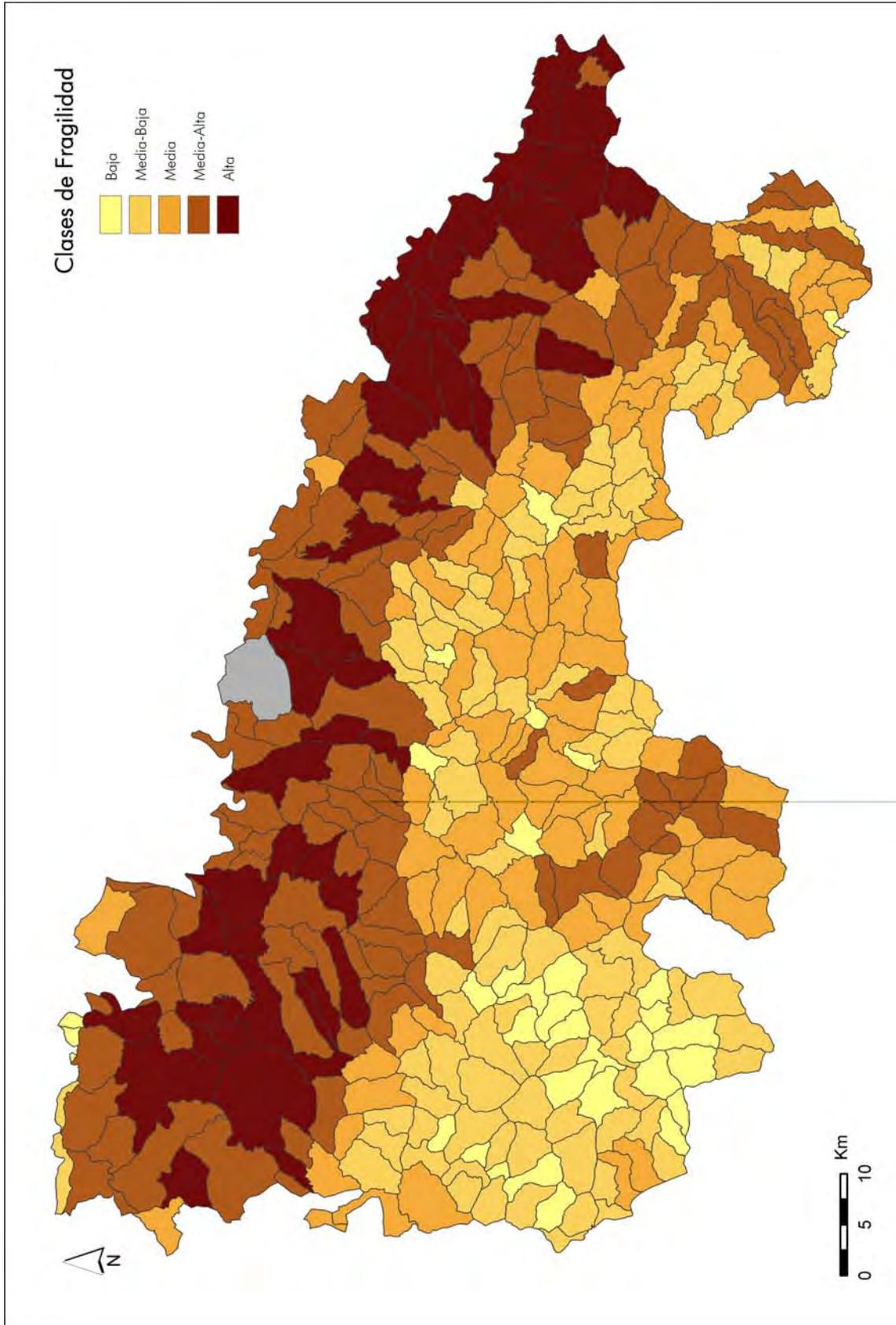


Figura 6.2. Fragilidad por el movimiento

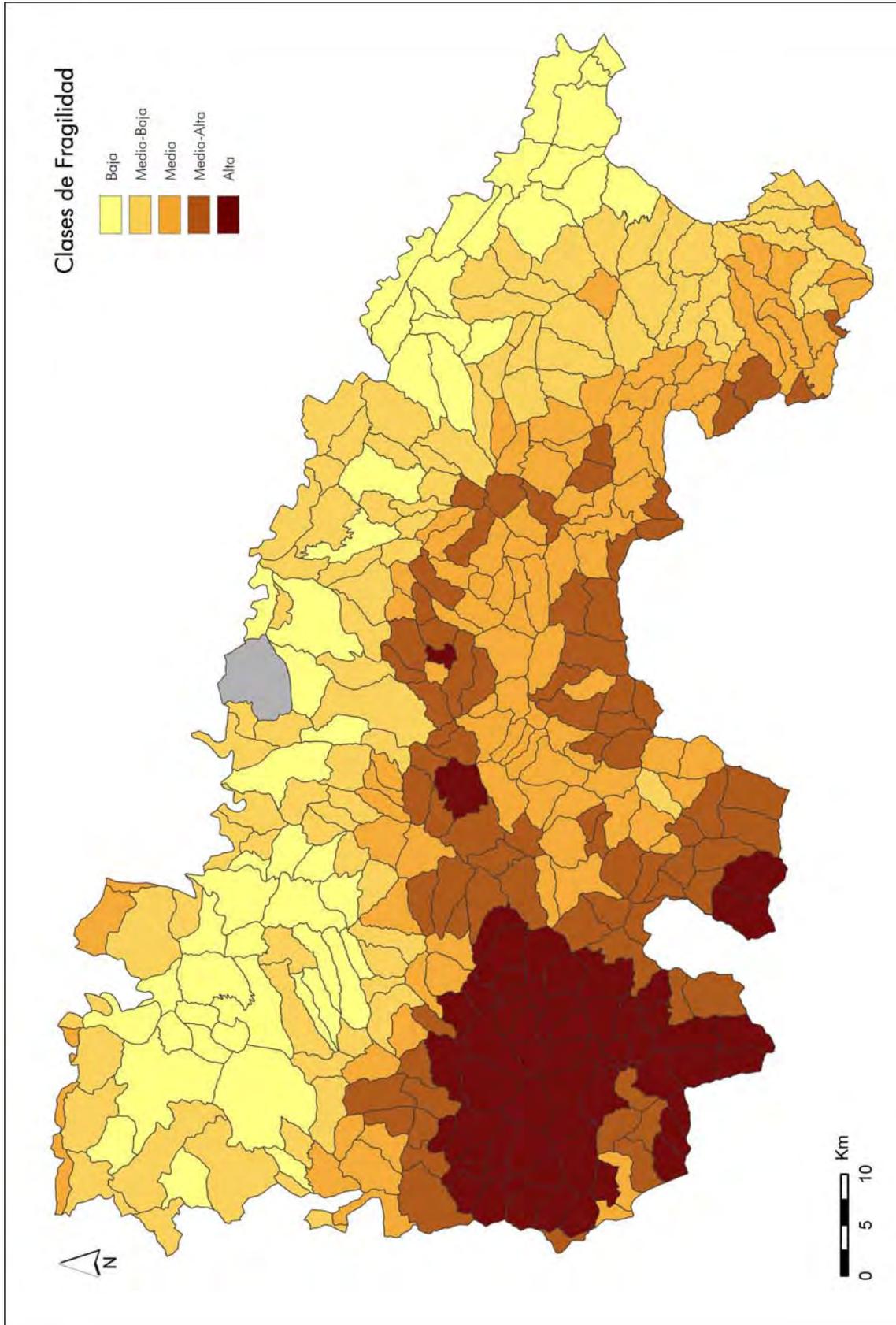


Figura 6.3. Fragilidad por la exposición visual

6.1.2 Cubierta del suelo

Para analizar la cubierta del suelo se ha empleado el mapa de usos del suelo, *Corine Land Cover* (2000), pues de la cartografía disponible es el que más divide el territorio por tipos de uso (tanto para usos silvopastorales, como para usos agrarios y urbanos), en la escala de trabajo.

Las clases de vegetación y usos de suelo obtenidas de los datos básicos del *Corine Land Cover*, para la Comunidad Autónoma de La Rioja, se han agrupado en tipos de respuesta visual similar y se han valorado según su fragilidad visual asignándoles un peso entre 0,25 y 3. Para esta valoración se tiene en cuenta:

- A. La fisionomía del uso: altura, opacidad (en vegetación se mide por el grado de cobertura y la estructura). Cuanto mayor sea la altura o el grado de opacidad del componente del uso del suelo, menos frágil es en su respuesta visual (valores entre 0 y 3)
- B. Diversidad de colores y trazas. Cuanto más diversidad de estratos, de especies, en definitiva, de colores y de texturas, menor será la fragilidad (valores entre 0 y 3)
- C. Estacionalidad. Cuando la vegetación cambia según las estaciones, hay épocas en las que el territorio se encuentra más desprotegido frente a las agresiones visuales. Al aumentar la estacionalidad, aumenta la fragilidad (valores entre 0 y 3)

La **fragilidad visual** para cada tipo de uso ($I_{fv.tu}$) se calcula como media aritmética de estos tres factores.

$$I_{fv.tu} = \phi(A; B; C)$$

En la tabla 6.3 se presentan los 36 tipos diferentes con la calificación obtenida según su fragilidad visual.

TIPOS DE USOS DEL SUELO (Estudio del paisaje)	FRAGILIDAD
Autopistas, autovías y terrenos asociados. Aeropuerto	0,2500
Bosque mixto	0,5000
Bosques de coníferas	0,5000
Bosques de ribera	0,5000
Caducifolias y marcescentes	0,6000
Cárcavas y/o zonas en proceso de erosión	2,0000
Cultivos herbáceos en regadío	2,8000
Cultivos mixtos regadíos-secano	2,5000
Embalses	2,7000
Espacios orófilos altitudinales con vegetación escasa	2,7000
Estructura urbana abierta, zonas verdes urbanas e instalaciones deportivas y recreativas	0,4000
Formaciones de matorral subarbusivo esclerófilo poco densas	1,9422
Frutales en regadío	1,6896
Frutales en secano	1,5279
Grandes formaciones de matorral esclerófilo densas	1,4379
Matorral boscoso de bosque mixto	0,8000
Matorral boscoso de conifera	0,7000
Matorral boscoso de frondosa	0,9000
Matorrales de climas húmedos	1,3701
Mezcla de frondosas	0,5000
Mosaico de cultivos anuales con vides u olivos	0,9000
Mosaico de cultivos o prados con espacios significativos de vegetación natural o seminatural	1,0509
Olivares	1,5000
Otras frondosas de plantación (choperas)	0,9219
Pastizales (templado oceánicos y mediterráneos)	3,0000
Pastizales supraforestales (oceánicos y mediterráneos)	2,3724
Perennifolias	0,6000
Prados y praderas	2,3292
Ríos y cauces naturales	0,3000
Tejido urbano continuo y zonas en construcción	0,4000
Tierras de labor en secano	2,1516
Viñedos en regadío	1,7451
Viñedos en secano	1,6275
Zonas de extracción minera	0,4000
Zonas industriales o comerciales, grandes superficies de equipamientos y servicios	0,2000
Zonas quemadas	2,7000

Tabla 6.3 Clasificación de los usos del suelo (CORINE 2000) según su fragilidad

Cada tipo de uso del suelo tiene por separado, una respuesta ante las afecciones visuales, según su capacidad para ocultar o dejar expuestas dichas afecciones. A su vez, la variación de escenas que se observan en una unidad del paisaje modifica dicha capacidad.

El **índice de fragilidad según la cubierta del suelo** mide el contraste de la cubierta que domina en la unidad de paisaje. Se tienen en cuenta solo los tipos de vegetación y usos con presencia en la unidad igual o mayor del 15% de la superficie total de la unidad de paisaje, al ser los que forman en mayor medida el carácter del paisaje.

$$I_{fv.cs} = \frac{\sum S_i \cdot C_i}{S_{UP}}$$

Donde S_i es la superficie del tipo i , C_i el valor de fragilidad para ese tipo y S_{UP} la superficie total de la unidad de paisaje.

Los resultados de la aplicación de estos índices a las unidades y subunidades se agrupan en clases según la división natural mediante la distribución de las frecuencias.

A continuación se presenta la tabla 6.4 de distribución de las unidades y subunidades según este índice.

ÍNDICE DE FRAGILIDAD SEGÚN CUBIERTA DEL SUELO					
CLASES (valores entre 0,27 y 2,52)				Nº UP y SUP	%
3	++	Alta	1,8-2,52	48	13
2.5	+	Media-alta	1,4-1,79	78	21.1
2	*	Media	1-1,39,	94	25.4
1.5	-	Media-baja	0,64-0,09	83	22.4
1	--	Baja	0,27-0,63	67	18.1

Tabla 6.4. Distribución de las UP según índice de fragilidad por cubierta del suelo

La salida gráfica de su distribución en La Rioja se expone en la figura 6.4.

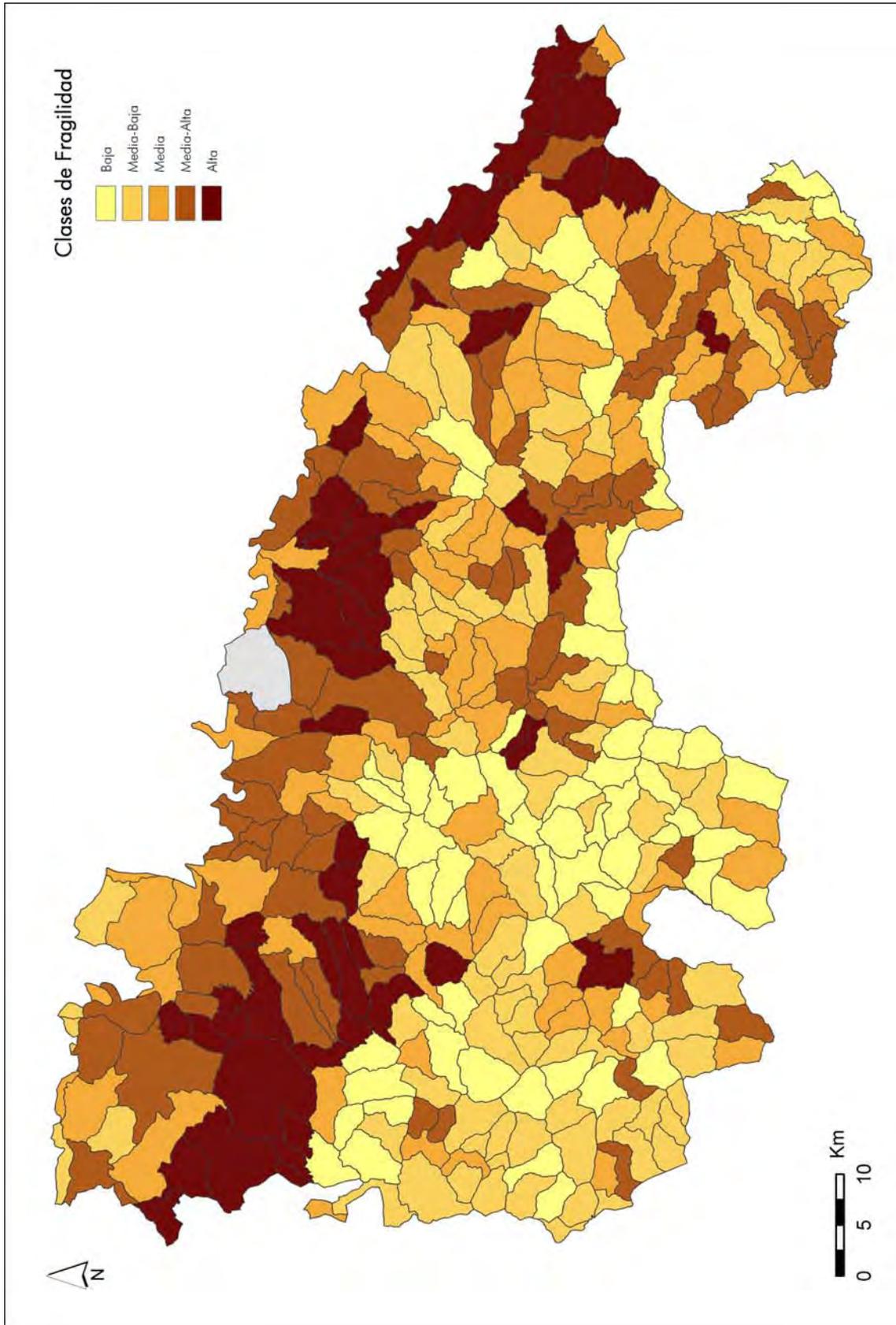


Figura 6.4. Fragilidad por cubierta del suelo

6.1.3 Integración del índice de factores biofísicos

El **índice de fragilidad por factores biofísicos** se plantea como combinación lineal de los índices de fragilidad según movimiento, exposición visual y cubierta del suelo:

$$I_{FB} = 0,25 \cdot I_{fv.ev} + 0,25 \cdot I_{fv.m} + 0,5 \cdot I_{fv.cs}$$

Los resultados de la aplicación de estos índices a las unidades y subunidades se agrupan en clases según la distribución de las frecuencias y las divisiones naturales.

A continuación se muestra la tabla de distribución de las unidades y subunidades según este índice.

ÍNDICE DE FRAGILIDAD SEGÚN FACTORES BIOFÍSICOS					
CLASES (valores entre 1,375 y 2,625)				Nº UP y SUP	%
3	++	Alta	2,376-2,625	40	11.4
2.5	+	Media-alta	2,126-2,375	68	18.9
2	*	Media	1,76-2,125	142	38.4
1.5	-	Media-baja	1,6-1,75	82	22.7
1	--	Baja	1,375-1,5	38	8.6

Tabla 6.5. Distribución de las UP según índice de fragilidad según factores biofísicos

Al analizar el reparto espacial de estas clases de fragilidad de las unidades debido a los factores biofísicos se ve una clara tendencia a agruparse las zonas de máxima fragilidad en el valle del Ebro donde el relieve es menos movido y la vegetación de menor altura.

La salida gráfica de su distribución en La Rioja se presenta en la figura 6.5.

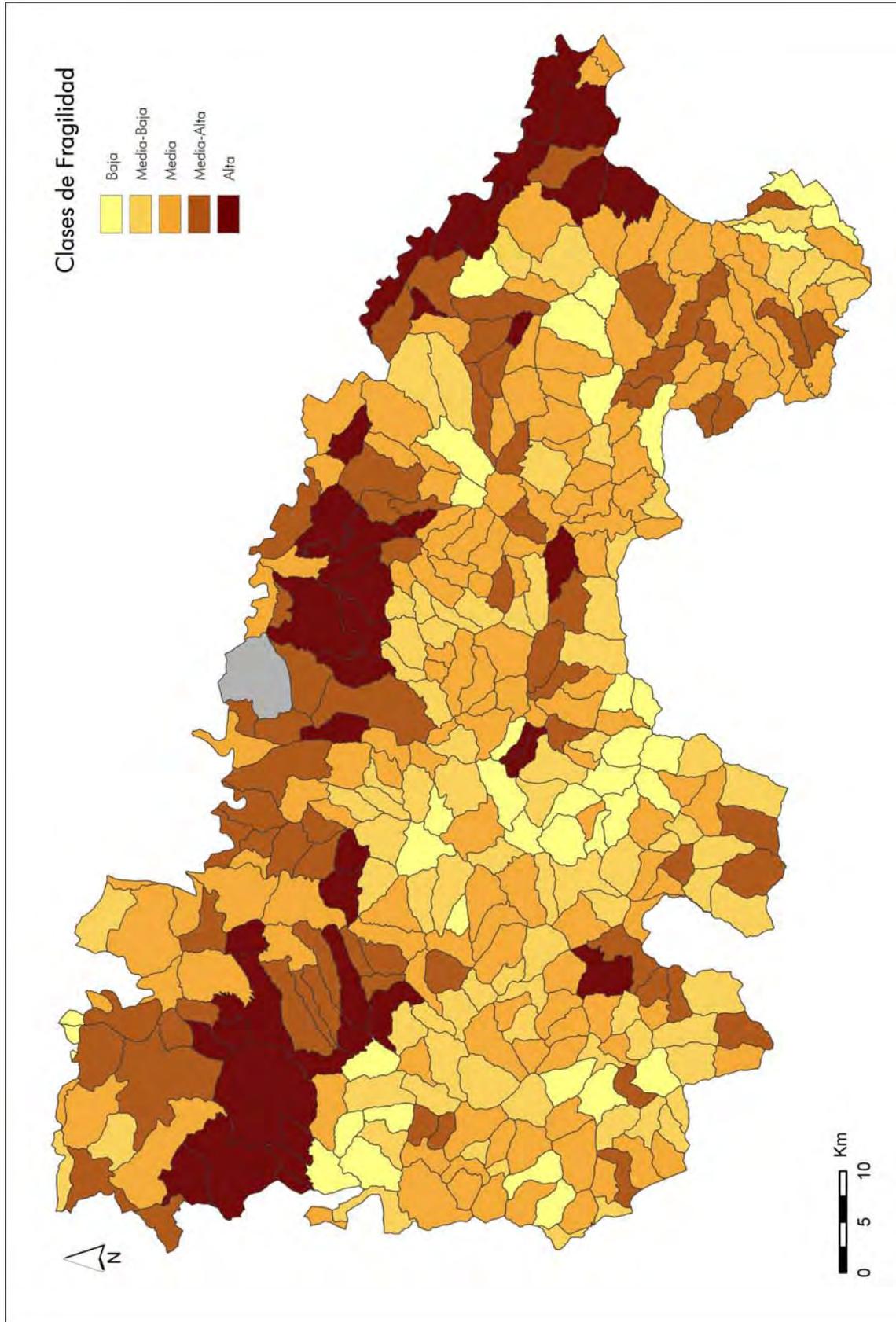


Figura 6.5. Fragilidad por factores biofísicos

6.2 FACTORES DE VISIBILIDAD

El segundo grupo de factores considerados en el modelo muestran la accesibilidad visual, que se define como la facilidad o dificultad de ver el territorio y el atractivo y facilidad de ser visto.

6.2.1 Factores visuales intrínsecos

La visibilidad intrínseca se mide a través del estudio de la Intervisibilidad, parámetro que estudia el grado de visibilidad recíproca de todos los puntos entre sí.

Para el análisis de la intervisibilidad se calcula el parámetro intervisibilidad relativa, que hace referencia al porcentaje de puntos de observación que ven al píxel respecto a los que tendrían la posibilidad de verlo, es decir, los que se encuentran dentro de su alcance de visión.

Para el cálculo de la intervisibilidad se parte de un Modelo Digital de Elevaciones (MDE), y de una malla de puntos separados entre sí 200 metros. Esta malla de puntos es la que va a definir el tamaño de la retícula de la intervisibilidad resultante. En este estudio se ha optado por un raster de 200 metros de lado, al ser éste el valor que mejor integraba la precisión necesaria con el máximo tamaño deseable para hacer los cálculos.

Estos puntos son los que actuarán como puntos de observación para el cálculo de la intervisibilidad. El comando *visibility* de ArcInfo nos permite calcular esta intervisibilidad, asignando a cada píxel de 200 metros cuadrados un valor igual al número de puntos de observación que pueden divisarlo.

El alcance de visión se ve condicionado, entre otros factores, por la distancia. La distancia provoca una pérdida en la precisión o la nitidez de la visión. Las condiciones climatológicas de transparencia de la atmósfera y los efectos de curvatura y refracción de la tierra dan lugar a un límite máximo, denominado alcance visual, más allá del cual no es posible ver. Incluso a veces, antes de alcanzar esa distancia no se distingue con precisión.

El radio de visión varía en función de las peculiaridades topográficas de la zona de estudio y éste es otro aspecto que se analiza en profundidad. Tras algunos cálculos y pruebas sobre el terreno, el alcance visual se delimitó a 10 kilómetros. Esta distancia ha sido ampliamente documentada en anteriores estudios.

En el capítulo 7 “Mapas”, se presenta el Mapa nº 13 de Intervisibilidad total de La Rioja, según la malla de puntos descrita.

El índice de intervisibilidad relativa de la unidad de paisaje se calcula como media ponderada de la intervisibilidad de los puntos localizados en ella. Esta Intervisibilidad toma valores entre 0 y 63 %, y en general son resultados bajos debido a que el tamaño de la retícula fijado, 200 m, y el alcance visual estudiado, 10 km, aumentan mucho la superficie potencial de visión. Por esta razón al clasificar estos rangos de intervisibilidad en clases y darles pesos según su fragilidad, se ha optado por una clasificación (ver tabla 6.6) en la que el territorio con intervisibilidad mayor al 25% se considera de la clase alta.

Intervisibilidad relativa (%)	0-5	6-10	11-15	16-25	25-63
Peso	0.5	1	1.5	2	3

Tabla 6.6. Distribución en clases de la intervisibilidad relativa

El **índice de intervisibilidad relativa** multiplica las superficies de los tipos (S_{ti}) por sus pesos respectivos (C_{ti}) en una unidad de paisaje, ponderando el resultado por la superficie de la unidad (S_{UP}):

$$I_{fv.ir} = \frac{\sum S_{ti} \cdot C_{ti}}{S_{up}}$$

Las unidades y subunidades de paisaje se clasifican en función de los resultados de la aplicación de este índice, agrupándolos en clases según la división natural mediante la distribución de las frecuencias (tabla 6.7). La salida gráfica de su distribución en La Rioja se expone en la figura 6.6.

ÍNDICE DE FRAGILIDAD SEGÚN LA INTERVISIBILIDAD RELATIVA					
CLASES (valores entre 0.59 y 1.83)				Nº UP y SUP	%
3	++	Alta	1.37-1.83	37	10
2.5	+	Media-alta	1.01-1.36	86	23.2
2	*	Media	0.77-1	129	34.9
1.5	-	Media-baja	0.66-0.76	71	19.2
1	--	Baja	0.59-0.65	47	12.7

Tabla 6.7. Distribución de las UP según índice de fragilidad según intervisibilidad relativa

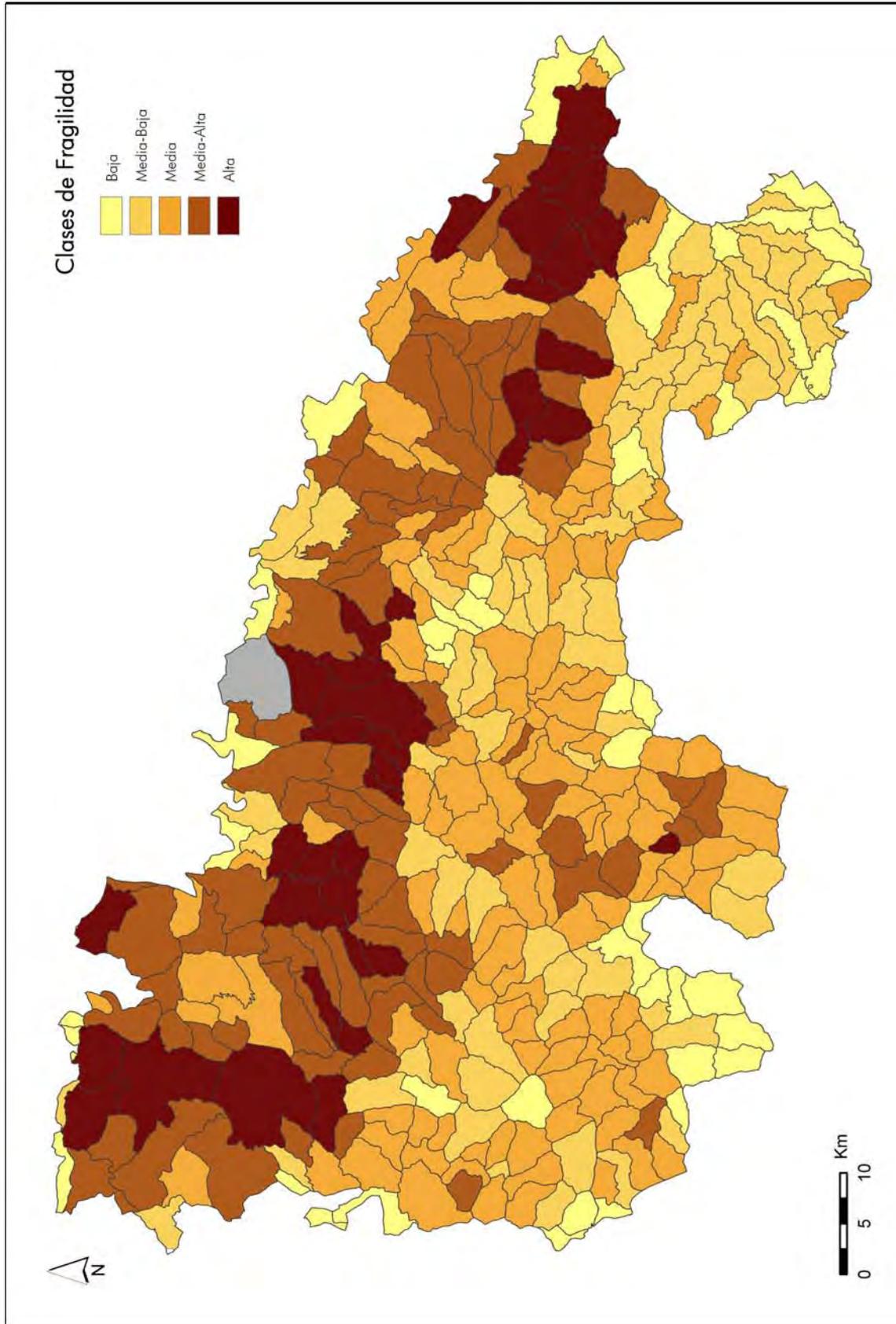


Figura 6.6. Fragilidad por la intervisibilidad relativa

6.2.2 Factores visuales extrínsecos: Visibilidad adquirida

Por último, hay que considerar los factores socioculturales que intervienen en la fragilidad visual. Una unidad es más frágil si hay posibilidad de que sea vista por un gran número de personas. Esto depende del número y tipo de vías de comunicación que existan en la unidad, así como del poder de reclamo que tenga dicha unidad en función de los diferentes atractivos que posea.

Accesibilidad: Las vías se clasifican en tipos según la densidad de tráfico y la facilidad a contemplar el paisaje desde ellas (velocidades medias, características de la vía, posibilidad de parada, etc) (ver tabla 6.8).

TIPO DE VÍA	C_p (fragilidad)
Autopistas y autovías	0,8
Carreteras nacionales	0,8
Carreteras autómicas	1
Viales asfaltados	0,6
Pistas y caminos carreteros	0,1

Tabla 6.8. Clasificación de las vías por fragilidad

Se valora mediante el **índice de accesibilidad** ($I_{fv.al}$) que calcula los km/km² de vías ponderados en función del tipo.

$$I_{fv.al} = \frac{\sum L_p \cdot C_p}{S_{up}}$$

Donde L_p son los km de la vía tipo p, C_p el peso del tipo p y S_{UP} la superficie de la unidad de paisaje.

Los resultados de la aplicación de este índice a las unidades y subunidades se agrupan en clases según la distribución de las frecuencias y las divisiones naturales. El índice da valores en km/km². A continuación se muestra la tabla de distribución de las unidades y subunidades según este índice y su salida gráfica (ver figura 6.7).

ÍNDICE DE FRAGILIDAD SEGÚN ACCESIBILIDAD					
CLASES (valores entre 0 y 18,51)				Nº UP y SUP	%
3	++	Alta	0-2	39	10.5
2.5	+	Media-alta	2,001-4	56	15.1
2	*	Media	4,001-6	82	22.2
1.5	-	Media-baja	6,001-8	92	24.9
1	--	Baja	8,001-18,51	102	27.6

Tabla 6.9. Distribución de las UP según índice de fragilidad según accesibilidad

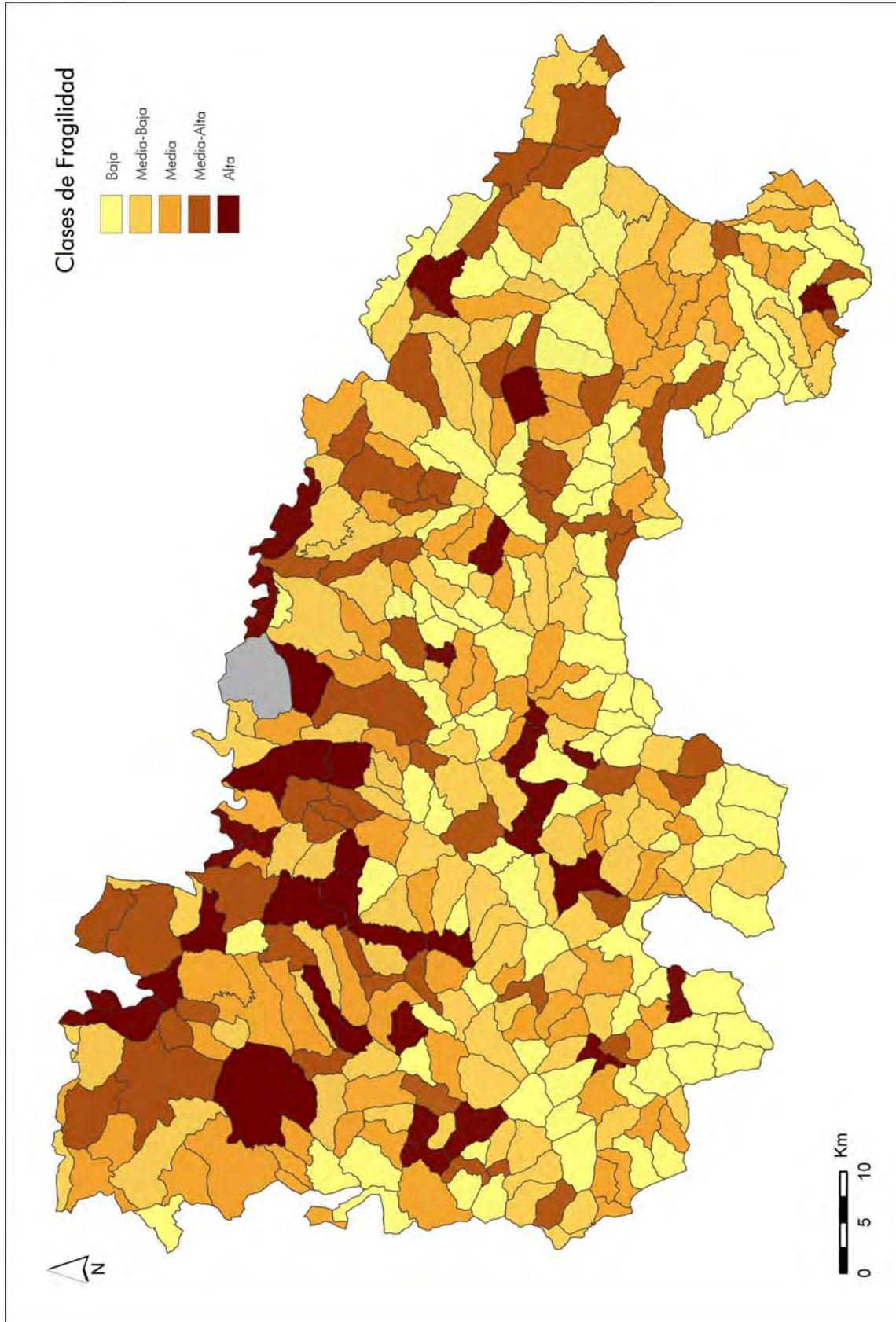


Figura 6.7. Fragilidad por accesibilidad

Atracción de la unidad: Se mide a través de la revisión pormenorizada de cada una de las unidades y subunidades de paisaje, analizando los recursos históricos, culturales, naturales y áreas recreativas que tiene la unidad, clasificados en:

- A. Foco de atracción cultural y recreativo (ruta de los vinos, icnitas, Camino de Santiago, etc.)
- B. Monasterios y castillos
- C. Conjunto histórico-artístico
- D. Ermita, iglesia o monumento
- E. Singularidades naturales
- F. Áreas recreativas

En función del número de puntos y áreas de interés que posea, y según la importancia y significado de los mismos, se califica, siendo más frágil cuanto mayor sean en número y más conocidos. Cada unidad tiene un valor según el elemento y su influencia en la fragilidad visual:

- 0, cuando no está presente o no influye en la unidad
- 1, cuando tiene pocos puntos y de poca o media atracción
- 2, cuando tiene muchos puntos de poca o media atracción o tiene puntos de alta atracción
- 3, cuando tiene un elemento que marca la unidad por atracción

El **índice de atracción por el lugar** suma el valor de cada elemento ponderado según importancia como elemento de atracción dentro de La Rioja

$$I_{fa2} = \sum 0.4A + 0.25B + 0.1C + 0.05D + 0.15E + 0.05F$$

Los resultados de la aplicación de este índice se agrupan en clases según la distribución de las frecuencias y las divisiones naturales (ver tabla 6.10).

ÍNDICE DE FRAGILIDAD SEGÚN ATRACCIÓN POR EL LUGAR					
CLASES (valores entre 0 y 2,3)				Nº UP y SUP	%
3	++	Alta	1-2,3	15	4.1
2.5	+	Media-alta	0,5-0,9	14	3.8
2	*	Media	0,3-0,4	23	6.2
1.5	-	Media-baja	0,1-0,2	53	14.3
1	--	Baja	0	266	71.9

Tabla 6.10. Distribución de las UP según índice de fragilidad según atracción por el lugar

La salida gráfica de su distribución en La Rioja se expone en la figura 6.8.

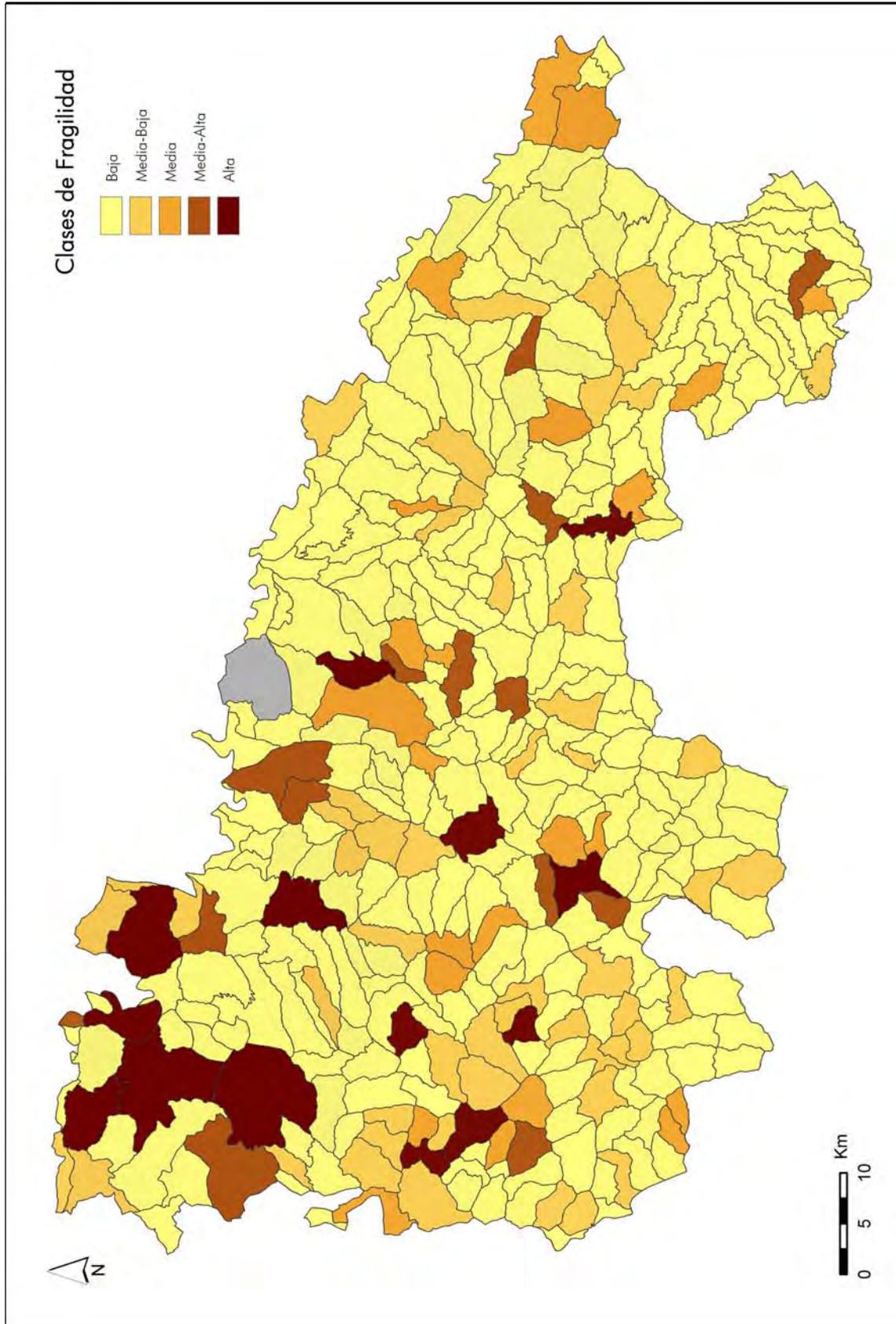


Figura 6.8. Fragilidad por atracción

6.2.3 Integración del índice de factores de visibilidad

El índice de fragilidad por factores visuales se plantea como combinación lineal de los índices de fragilidad según movimiento, exposición visual y cubierta del suelo:

$$IFV = 0,4I_{fl} + 0,3 \cdot I_{Fa1} + 0,3 \cdot I_{fa2}$$

Los resultados de la aplicación de estos índices a las unidades y subunidades se agrupan en clases según la distribución de las frecuencias y las divisiones naturales.

A continuación se presenta la tabla de distribución de las unidades y subunidades según este índice.

ÍNDICE DE FRAGILIDAD POR FACTORES DE VISIBILIDAD					
CLASES (valores entre 1 y 3)				Nº UP y SUP	%
3	++	Alta	2,15-3	45	12.2
2.5	+	Media-alta	1,86-2,15	69	18.6
2	*	Media	1,56-1,85	103	27.8
1.5	-	Media-baja	1,36-1,55	89	24.1
1	--	Baja	1-1,35	64	17.3

Tabla 6.11 Distribución de las UP según índice de fragilidad por factores de visibilidad

En general, las zonas del valle tienen mejores y más carreteras que las partes altas de los valles. La Rioja Alta con el atractivo cultural e histórico que posee convierte esta zona en la más frágil desde un punto de vista de factores visuales.

La salida gráfica de su distribución en La Rioja se presenta en la figura 6.9.

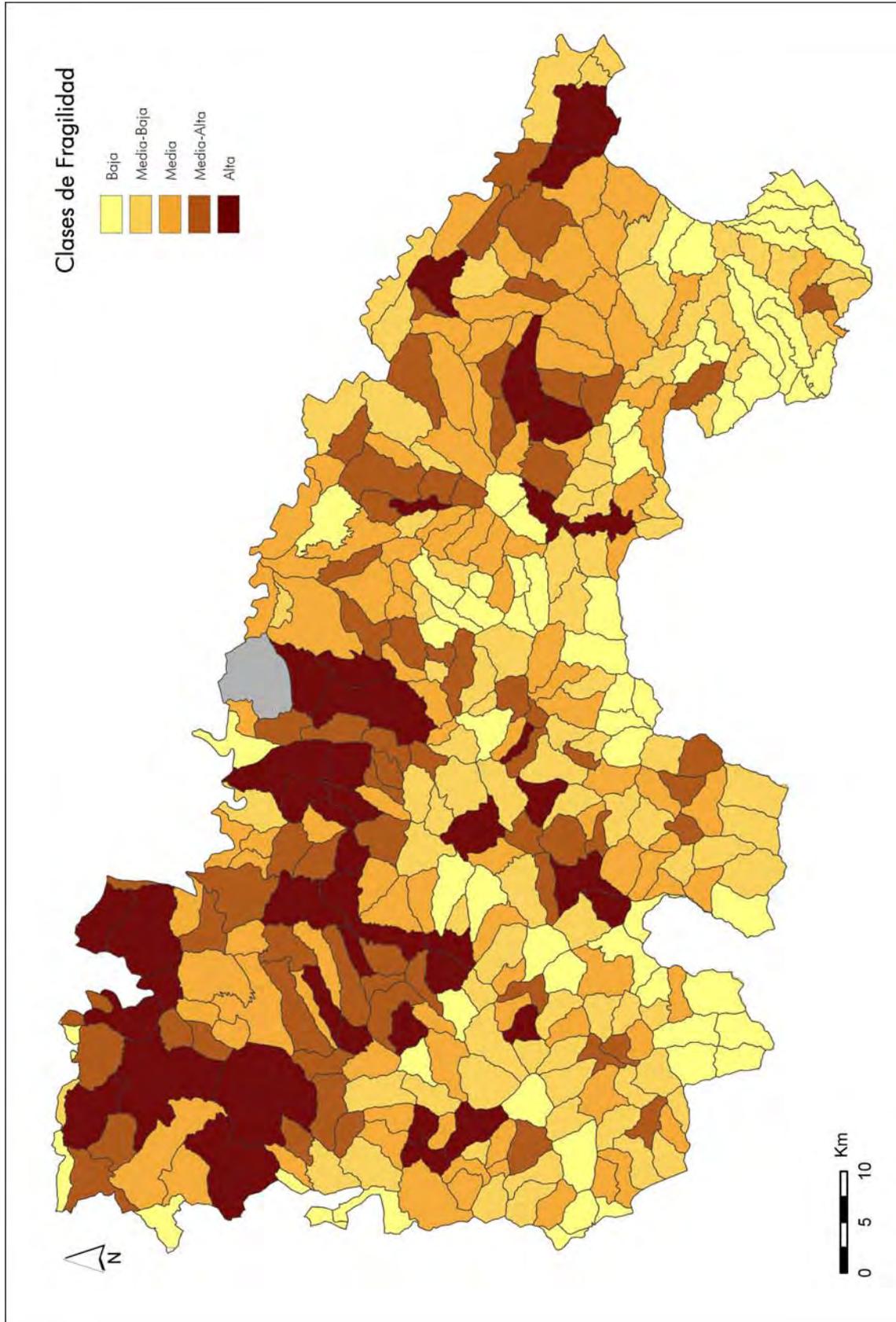


Figura 6.9. Fragilidad por factores de visibilidad

6.3 INTEGRACIÓN DE LA FRAGILIDAD VISUAL

La fragilidad visual final para cada unidad (FV_{UP}) es la integración con el mismo peso de la fragilidad por factores biofísicos y la debida a factores de visibilidad.

$$FV_{UP} = 0.5 \cdot IFB + 0.5 \cdot IFV$$

El resultado de aplicar este índice en La Rioja, valora en términos de fragilidad visual cada una de las unidades y subunidades de paisaje. Estas a su vez se clasifican según los cortes naturales que se producen en la distribución de la frecuencia de los resultados (ver tabla 6.12)

ÍNDICE DE FRAGILIDAD VISUAL					
CLASES (valores entre 1 Y 3)				Nº UP y SUP	%
3	++	Alta	2,6-3	33	8.9
2.5	+	Media-alta	2,1-2,5	99	26.8
2	*	Media	1.51-2	140	37.8
1.5	-	Media-baja	1,26-1,5	58	15.7
1	--	Baja	1-1,25	40	10.8

Tabla 6.12. Distribución de las UP por fragilidad visual

Las unidades de paisaje que configuran el valle del Ebro y las zonas bajas de los ríos Oja e Iregua son las tres grandes áreas más frágiles visualmente en la Comunidad riojana. Se ve un gradiente claro, de menos a más frágiles, desde la sierra al valle, donde se intercalan unidades de fragilidad media-alta en la sierra y media en el valle.

La salida gráfica de su distribución en La Rioja se expone en la figura 6.10.

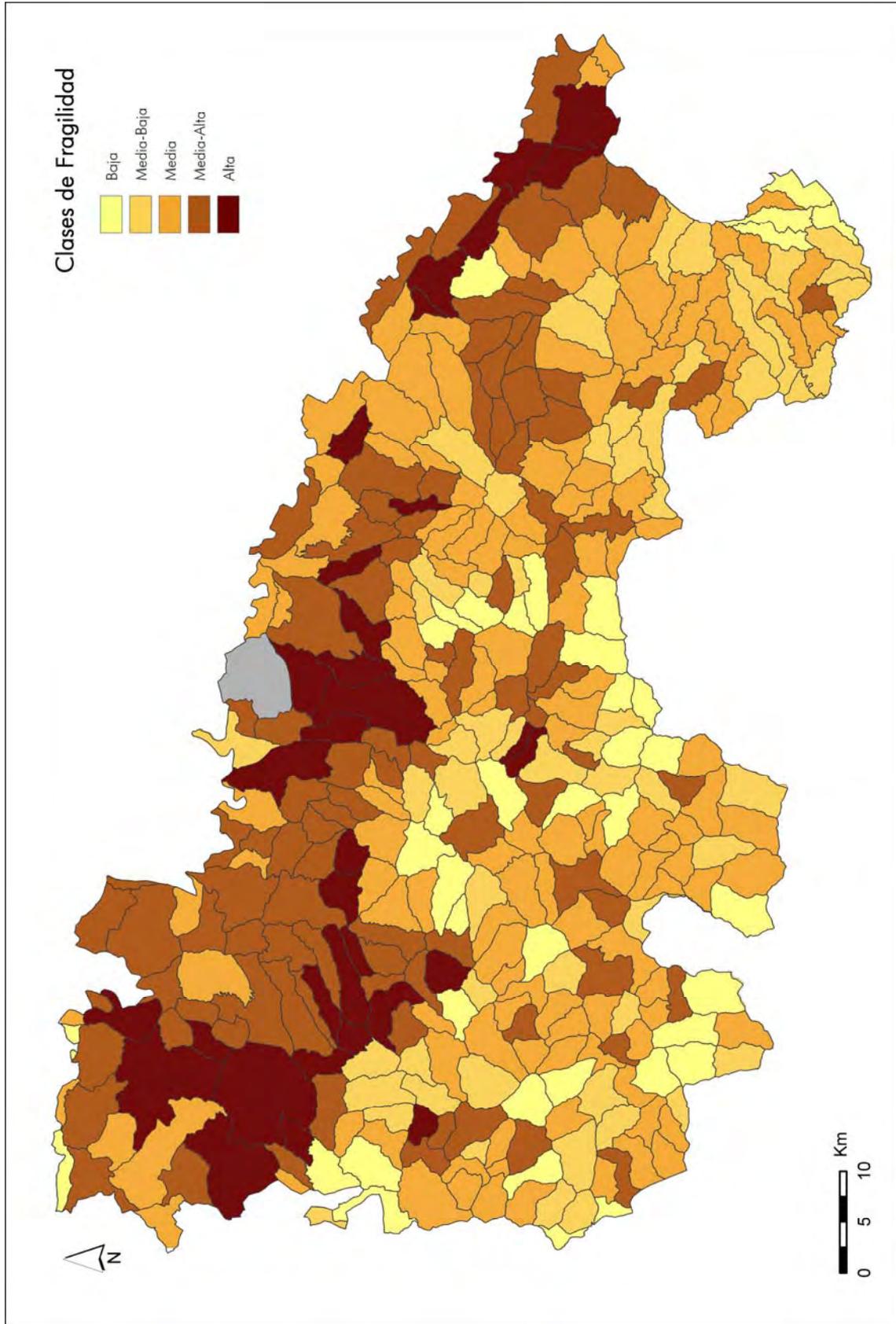


Figura 6.10. Fragilidad visual de las unidades de paisaje