

METODOLOGÍA APLICADA PARA EL ESTUDIO Y EVALUACIÓN DE LA CALIDAD VISUAL DEL PAISAJE

Juan José Guerrero Álvarez ⁽¹⁾, Manuel Hernández Martínez ⁽¹⁾.

(1) EGMASA. Johan G. Gutenberg, s/n. Isla de la Cartuja. 41092. Sevilla.
jjguerrero@egmasa.es

Palabras Clave: Paisaje, valoración, ordenación del territorio, calidad visual, SIG, fragilidad paisajística.

Resumen :

Esta es una metodología aplicada mediante Sistema de Información Geográfica, cuyo objetivo consiste en estimar a nivel territorial la distribución de una serie de parámetros que identifican la calidad del paisaje desde el punto de vista visual y estético. El procedimiento basado en un modelo teórico permite de una manera *flexible, analítica y extrapolable* a otras áreas, la integración de todas las variables visuales del entorno que intervienen en la percepción visual del terreno, obteniendo como resultado, con referencia a un tipo de observador, tres tipos de parámetros fundamentales desde el punto de vista de la ordenación del territorio: *valoración de la región en estudio, fragilidad del paisaje, y potencial paisajístico*, todos ellos estimados tanto a nivel local como global.

INTRODUCCIÓN

El paisaje, contemplado como recurso y patrimonio cultural del hombre, está adquiriendo una consideración creciente en el conjunto de valores ambientales que demanda la sociedad actual, generando un gran interés tanto en su vertiente científica como en el plano institucional y social.

Los paisajes constituyen elementos importantes de identidad local, comarcal y regional, al ser un recurso de vital importancia sobre el que se apoya el uso público y recreativo de una región, así como un patrimonio cultural tan importante como cualquier otro.

Aunque el paisaje posee valores propios, ya sean estéticos, naturales, histórico – culturales o de otra índole, la valoración del paisaje está sometida a una serie de condicionantes físicos (condicionantes de visibilidad) y psicológicos (debido a la intervención del observador), lo que hace de su valoración un parámetro muy complejo y subjetivo, difícil de medir.

OBJETIVOS

Los objetivos de este estudio del paisaje desde un punto de vista visual y estético consisten en buscar un procedimiento que mediante *Sistemas de Información Geográfica* permita, de una manera *flexible, analítica y extrapolable* a otras áreas, la integración de todas las variables visuales del entorno que intervienen en la percepción visual del terreno, obteniendo como resultado, con referencia a un tipo de observador, tres tipos de parámetros fundamentales para la labor planificadora: *valoración de la región en estudio, fragilidad del paisaje, y potencial paisajístico*, en todos los casos obtenido tanto de una manera local como global.

METODOLOGÍA

Elementos del paisaje

En la percepción visual del paisaje pueden distinguirse tres elementos básicos: el *paisaje* en sí, constituido por los elementos territoriales perceptibles como son las formaciones naturales y antrópicas, la *visibilidad*, dependiente de las características del relieve y localización del punto desde donde se observa el paisaje, y por último la *interpretación psicológica* que hace el observador de la escena. Es sin duda esta interpretación la más difícil de abordar, dado que los individuos y grupos sociales perciben el medio circundante de una forma sesgada en función de sus valores culturales, experiencias y aspiraciones.

En los siguientes puntos es expuesto el tratamiento metodológico al que han sido sometidos el paisaje y su interpretación psicológica, el estudio de la visibilidad, y por último la integración en una sola variable del valor paisajístico y variables derivadas como son la fragilidad y potencialidad.

El paisaje y su interpretación visual: unidades paisajísticas

El paisaje se puede interpretar como el conjunto de *elementos visuales* que integran las unidades territoriales. Estos elementos visuales pueden resumirse en: formas, líneas, colores y texturas. De su

combinación es posible definir cualidades estéticas como unidad o armonía, fuerza o intensidad y variedad o complejidad.

Las formas irregulares y composiciones de amplios volúmenes acentuada por el relieve, presentan una mayor relevancia visual.

Como ejemplos de líneas podemos enumerar los bordes de la silueta de una forma voluminosa con su fondo escénico, como pueden ser los contornos del relieve contra el cielo o la propia superficie replegada del relieve, la frontera entre distintas unidades de vegetación, (“*ecotonos*”), unidades de vegetación lineales como cursos de agua, setos, etc. así como infraestructuras lineales como la red viaria, tendidos eléctricos, etc.

La agrupación de estos *elementos visuales* en unidades territoriales con respuesta visual homogénea resultará en las *unidades paisajísticas*.

Como criterios generales para la división del territorio en unidades paisajísticas coherentes tenemos que:

- La segregación debe de realizarse en unidades diferentes según el tipo de componente paisajística a la que pertenezca.
- La división de las unidades paisajísticas debe de atender sólo a la respuesta visual e impresión ocasionada al observador.

Y como criterios más concretos:

- En la vegetación, es importante considerar aspectos estructurales y florísticos, hasta el nivel de detalle que permita la escala de trabajo, entendiendo que sólo deben ser considerados aquellos que tengan una traducción directa en la percepción visual, atendiendo a semejanza y dominancia de especies.
- Distinción de aquellas unidades cuyo comportamiento visual es diferente ante una misma perturbación del medio.
- Aun con la misma respuesta visual, es necesario diferenciar las unidades de paisaje cuya interpretación responda a un conocimiento previo de la zona.

La clasificación del territorio en estas unidades de paisaje, va a posibilitar realizar una asignación de valores paisajísticos a diferentes niveles, así como la integración final con el estudio de visibilidad.

Interpretación visual de las unidades de paisaje

Entendemos por *interpretación visual de las unidades de paisaje* su traducción en la valoración de la escena, como un procedimiento independiente de la localización del punto o puntos desde donde ésta es observada – a excepción del estudio íntegro de contornos y unidades paisajísticas –. Esta valoración, denominada “*valoración absoluta del paisaje*”, se realiza a través de una expresión que pondera cada uno de los valores paisajísticos derivados de las unidades de paisaje y sus relaciones. Dicha expresión se nutre de la asignación de un valor por unidad de longitud o de superficie a cada una de estas unidades y sus relaciones con ellas mismas o relieve, respondiendo a la siguiente distinción de *valores paisajísticos*:

Valoración intrínseca (*Vi*). Es la valoración asignada a una unidad de paisaje por sus características intrínsecas, es decir por la impresión aislada que provoca en el observador por sí sola. Esta valoración se realiza mediante la asignación de un valor de –10 a 10 por unidad de superficie, a cada una de las unidades de paisaje según la respuesta aislada que produce sobre el observador (Tabla 1).

En experiencias realizadas en Egmasa se han empleado encuestas apoyadas en fotografías para llegar a esta valoración.

Valoración topológica (*Vt*). Es la valoración asignada a una unidad de paisaje por el hecho de estar en contacto con otras unidades de paisaje. Este tipo de valoración viene a responder al hecho de que la valoración de los componentes del paisaje no se puede reducir a la suma de sus valores aislados. Esta valoración se realiza mediante la asignación de un valor por unidad de longitud de –10 a 10 a cada una de las posibles combinaciones de las unidades de paisaje (siguiendo con el mismo ejemplo de la Tabla 1, tenemos la Tabla 2).

Esta valoración se traduce para un polígono *i* con una unidad paisajística cualquiera, rodeado por *n* polígonos, a la siguiente expresión:

$$Vt = \frac{\sum_{j=1}^n v_{ij} \cdot l_{ij}}{\sum_{j=1}^n l_{ij}} \quad (1)$$

donde v_{ij} es la valoración topológica del polígono i por estar en contacto con el polígono j , y l_{ij} la longitud de contacto o longitud del *ecotono* entre los polígonos i y j .

Aquí se recoge el hecho de que, por ejemplo, una dehesa que linda con un bosque proporciona una mayor riqueza en elementos visuales (líneas, formas) que la que linda con un pastizal puro. Una unidad con una baja valoración, como una carretera, puede mejorar su puntuación si se encuentra en contacto con otra que pueda atenuar su efecto negativo en el paisaje, por ejemplo, un pinar.

Valoración de la variabilidad (ivi). Valoración de la variabilidad generada por la irregularidad de cada una de las unidades de paisaje y efecto mosaico de su conjunto. Esta valoración se traduce en un índice que multiplica a la *valoración topológica* y que se determina mediante:

$$ivi = \frac{\sum_{j=1}^n l_{ij}}{A_i} \quad (2)$$

Valoración de unidades de paisaje situadas en contornos visuales (Vc). Valoración de -10 a 10 por unidad de superficie en las unidades de paisaje desarrolladas sobre contornos visuales y cero sobre las que no. Esta valoración viene a expresar la importancia de una unidad paisajística que se encuentra sobre un contorno visual (Tabla 3) y cuya percepción y, en consecuencia valoración, pueden ser muy diferentes de las que tendría de hallarse en otra ubicación.

Valoración absoluta

El resultado de la combinación de estos cuatro tipos de valoraciones, que denominaremos “*valoración absoluta del paisaje*”, viene definido por la siguiente expresión:

$$Va = c_{vi} \cdot Vi + c_{vt} \cdot Vt \cdot c_{ivi} \cdot ivi + c_{vc} \cdot Vc \quad (3)$$

donde c_k son coeficientes de ponderación de cada uno de los diferentes enfoques mencionados en la valoración del paisaje. La Figura 1 representa un ejemplo de aplicación.

Como se ha comentado anteriormente, la valoración absoluta es independiente de los puntos de observación desde los cuales se pretende evaluar el paisaje, por lo que una de las sus características es su extensión a todo el territorio estudiado. Una vez determinada dicha valoración para cualquier punto del terreno se procede a estudiar su relevancia desde el punto de vista visual. Ello se realiza en el estudio de la visibilidad expuesto a continuación.

Estudio de la visibilidad

De todos los elementos del paisaje, es la *visibilidad* la componente más física y exenta de subjetividad. Sólo cabe un cierto nivel de subjetividad en la elección del emplazamiento del observador u observadores.

Surgen aquí dos nuevos conceptos: *cuenca visual* e *intensidad visual*, de cuya combinación se obtiene para cada punto del terreno si es o no visible, y en caso afirmativo cómo de visible es.

Cuenca visual. Definida como la región del terreno visible desde un punto o conjunto de puntos de observación.

Intensidad visual. Si tomamos la superficie del terreno como un conjunto de facetas o caras, la *intensidad visual* de una de estas facetas se define como la proyección del área de dicha tesela sobre el plano del observador. Nos indica, por así decirlo, cómo de visible es cada punto. Por ejemplo, la pared de un barranco por un observador que lo está visualizando desde cerca de su base, de una pradera de poca pendiente vista desde la misma superficie. Por otra parte, en el valor de la *intensidad visual* interviene la cercanía o lejanía de cada una de estas facetas respecto del observador.

Desde el punto de vista analítico las variables que están implicadas son: las *coordenadas del punto de observación*, elevación para cada punto del terreno, o lo que es igual desde el punto de vista de los *Sistemas de Información Geográfica*, el *modelo digital de elevaciones*, *curvatura de la tierra*, *ángulos visuales del observador*, completos para el caso que nos afecta, y por último la *transparencia atmosférica e iluminación*, no consideradas por juzgar que se trata de dos factores asociados a la

meteorología y hora del día, y por consiguiente extremadamente variables.

Una vez definidos los parámetros que intervienen, la *intensidad visual* se materializa con el calculo del coseno del ángulo formado entre por el vector normal de la faceta de la superficie del terreno y el vector normal del plano del observador, multiplicado por un coeficiente reductor dependiente de la distancia para el que se utilizarán diferentes expresiones según el tipo de proyección.

De esta forma si (x_o, y_o, z_o) son las coordenadas un observador cualquiera pi , (x, y, z) las de un punto cualquiera situado en el terreno, y finalmente δ y α la pendiente y orientación respectivamente del terreno para este ultimo punto, se define la *intensidad visual*, IV_{pi} , para ese punto del terreno y respecto del punto de observación pi mediante la siguiente expresión:

$$IV_{pi} = \frac{\text{sen}(\delta) \cdot \text{sen}(\alpha) \cdot (x_o - x) + \text{sen}(\delta) \cdot \text{cos}(\alpha) \cdot (y_o - y) + \text{cos}(\delta) \cdot (z_o - z)}{\sqrt{(x_o - x)^2 + (y_o - y)^2 + (z_o - z)^2}} \cdot f(d) \quad (4)$$

donde $f(d)$ es una función de atenuación, dependiente de la distancia entre los puntos. Los tipos de proyección considerados y sus funciones asociadas son los siguientes:

$$f(d) = \frac{1}{4 \cdot \pi \cdot d^2} \quad \text{si la proyección es esférica o cónica} \quad (5)$$

$$f(d) = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot d} \quad \text{si la proyección es cilíndrica} \quad (6)$$

$$f(d) = 1 \quad \text{si la proyección es ortogonal (sin atenuación)}. \quad (7)$$

Para los puntos del terreno no pertenecientes a la cuenca visual, la *intensidad visual* asignada es cero. La Figura 2 representa en escala de grises la superficie de intensidad visual para un punto de observación determinado, correspondiendo colores más cercanos al blanco cuanto mayor es ésta (la proyección usada ha sido la ortogonal).

Otra propiedad muy importante de la *superficie de intensidad visual* desde el punto de vista paisajístico, es la derivación de “*contornos visuales*”. Se define el *contorno visual* de una superficie respecto de un observador como aquella línea o borde que delimita la silueta de la superficie. Traducido a la superficie de intensidad visual, los contornos son los lugares del terreno de la cuenca visual donde se cumple $IV \cong 0$. En estos lugares la cubierta vegetal, rocas, edificaciones u otros elementos son especialmente visibles por el observador, dado que constituyen líneas de ruptura en la percepción visual (Figura 3). Un ejemplo típico es el enorme impacto paisajístico de los contrafuegos sobre la cuerda de las montañas, que habitualmente coinciden con los contornos visuales, o los bosques que culminan dichas cuerdas.

Dadas las características específicas de los *contornos visuales*, la intensidad visual en un contorno visual puede definirse de la siguiente forma:

$$IVc_{pi} = f(d) \quad \text{cuando nos situamos en un contorno visual, es decir } IVc_{pi} \cong 0.$$

$$IVc_{pi} = 0 \quad \text{cuando nos situamos fuera de un contorno visual, es decir } IVc_{pi} \gg 0$$

es decir se hace equivalente a una faceta de la superficie que se proyecte perpendicular al plano de observación (máxima visibilidad).

Una vez han sido determinadas las intensidades visuales IV_{pi} y IVc_{pi} para cada uno de los puntos de observación, la *intensidad visual íntegra*, IV , se determina mediante la siguiente expresión:

$$IV = \frac{\max \left[\left(\sum_{i=0}^n IV_{pi} \cdot P_{pi} \right), \left(\sum_{i=0}^n IVc_{pi} \cdot P_{pi} \right) \right]}{\sum_{i=0}^n P_{pi}} \quad (8)$$

donde n es el número de puntos de observación y P_{pi} el peso asignado a cada uno de estos puntos.

Valoración, fragilidad y potencial paisajístico

Empleando la misma metodología de “*valoración relativa del paisaje*” se obtiene un nuevo parámetro que refleja la intensificación o atenuación de su valor paisajístico en función de su contribución visual a la escena desde el conjunto de puntos de observación. Este valor se deriva de la

siguiente expresión:

$$Vr = Va \cdot c_{iv} \cdot IV \quad (9)$$

donde c_{iv} es un coeficiente de ponderación de la *intensidad visual* (Figura 4).

De la misma metodología de cálculo de la *valoración relativa del paisaje* se deriva la *fragilidad del paisaje* y su *potencialidad*.

Se define la *fragilidad del paisaje* para un punto cualquiera del terreno por el decremento experimentado en su valor paisajístico tras la realización de una actuación determinada, en lo que se refiere a tipo y tamaño del impacto. Por consiguiente, la fragilidad paisajística lleva implícita un tipo de actuación que dé lugar a una alteración del uso del terreno, y por tanto una hipotética unidad de paisaje a la que se transforma éste (*unidad de paisaje de transformación*) – una construcción, un movimiento de tierras, un cambio de uso del terreno, etc.

Teniendo esto en cuenta, la evaluación de la fragilidad del paisaje se calcula mediante la siguiente expresión:

$$Fp = \left[Va - \left(c_{vi} \cdot Vi_t + 2 \cdot c_{vt} \cdot c_{ivi} \cdot \frac{vt_j}{r} + c_{vc} \cdot Vc_t \right) \right] \cdot c_{iv} \cdot IV \quad (10)$$

donde V_{it} es la valoración intrínseca para una unidad de paisaje resultado de la transformación – por ejemplo, la valoración intrínseca de una unidad de paisaje correspondiente a una mina –, vt_j es la valoración de la *unidad de paisaje de transformación* asignada por estar en contacto con una unidad de paisaje j (por consiguiente puede tener tantos valores como tipos de unidades de paisaje existan, Tabla 4), r el radio de impacto que define la extensión de la transformación, y por último Vc_t que es la valoración adoptada en la *unidad de paisaje de transformación* en un contorno visual (Figura 5).

Otro parámetro paisajístico interesante para la gestión territorial es evaluación del *potencial paisajístico*. Éste se define para cada punto como la valoración que adopta con la hipótesis de transformación más optimista. Esto se traduce a la siguiente expresión:

$$Pp = (Va_{max} - Va) \cdot c_{iv} \cdot IV \quad (11)$$

donde Va_{max} es la valoración absoluta máxima posible para ese punto del terreno. Como es obvio las transformaciones para obtener dicha puntuación son muy diversas, y en muchas ocasiones restringidas por otros factores. Sin embargo, la estimación del *potencial paisajístico* nos permite tener una referencia para evaluar la efectividad, desde el punto de vista paisajístico, del diseño de las unidades de paisaje planteado en la ordenación del territorio, así como conocer a priori los lugares del terreno donde una actuación causaría una mejora del paisaje con mayor efectividad.

APLICACIONES

La posibilidad de disponer de una valoración del paisaje, así como un indicador de su sensibilidad a una posible actuación y aptitud para una mejora paisajística, nos va a permitir abordar muchos de los problemas planteados en una ordenación del territorio que, cada día más, demanda la introducción de este criterio a la hora de tomar decisiones. A continuación se exponen algunos ejemplos:

- El uso más inmediato de estos indicadores se encuentra en el ámbito de la **ordenación del territorio**. De esta manera el criterio paisajístico, se suma al resto de criterios definidos a la hora de realizar una *zonificación*, basándose en la detección de zonas de alto valor paisajístico o muy sensibles a una actuación.
- La distribución territorial de la fragilidad del paisaje se puede definir como una *superficie de costes* o pérdidas de valoración ocasionadas por una actuación. Esta manera de ver la distribución territorial de la fragilidad paisajística nos va a permitir acometer estudios de *diseño de optimo de vías de comunicación*.
- **Evaluación del impacto ambiental** de las distintas alternativas de diseño, en contrafuegos, en carreteras, ferrocarriles, urbanizaciones, minas o cualquier actuación que implique una transformación de los usos del terreno.
- Identificación de los lugares más idóneos para la **restauración de ecosistemas** con criterios de paisaje.
- **Evaluación actuaciones forestales** sobre masas como *tratamientos silvícolas*,

transformaciones y conversiones de las masas, cambios de la estructura de la población de la masa, silvicultura preventiva, etc.

- Estudio del impacto paisajístico en **incendios forestales** con el fin de incluirlo como un criterio más en la priorización de medidas correctoras.
- Estudio del **potencial turístico**, mediante el uso de *tablas de valoración* y puntos de observación apropiados – teniendo en cuenta la accesibilidad de observación – al tipo de turista típico de una zona determinada.

Como conclusión final, es importante señalar que a pesar de la dificultad que supone el uso de este modelo por la considerable labor de calibración de valores paisajísticos y tablas de valoración, así como su simplicidad en comparación a la magnitud del problema real, la incorporación de criterios paisajísticos es una necesidad cada vez más demandada en el diagnóstico de un plan de ordenación de los recursos naturales, aun siendo una aproximación.

Unidad de paisaje	Código	Valor
Bosque	1	10
Matorral	2	7
Pastos	3	6
Pueblos	4	8
Embalses	5	7
Carreteras	6	-2
Minas	7	-5

Tabla 1 Ejemplo de tabla de valoración intrínseca de las unidades de paisaje

Códigos de unidad de paisaje	Códigos de unidad de paisaje						
	1	2	3	4	5	6	7
1	-	8	6	5	8	-6	-8
2	10	-	8	7	6	-5	-6
3	5	8	-	5	4	-4	-5
4	4	6	8	-	8	-5	-6
5	6	7	8	3	-	0	0
6	-2	-1	-4	0	0	-	0
7	-6	-5	-7	-8	0	0	-

Tabla 2 Ejemplo de tabla de valoración topológica de las unidades de paisaje

Unidad de paisaje	Código	Valor
Bosque	1	10
Matorral	2	5
Pastos	3	3
Pueblos	4	7
Embalses	5	0
Carreteras	6	-5
Minas	7	-10

Tabla 3 Ejemplo de tabla de valoración de contornos de las unidades de paisaje

Códigos de unidad de paisaje	Códigos de unidad de paisaje						
	1	2	3	4	5	6	7
7 (Minas)	-6	-5	-7	-8	0	0	-

Tabla 4 Valoración topológica de las unidades de paisaje de transformación (“Minas” en este caso)

Figura 1. Valoración absoluta del paisaje. Las zonas con alta valoración se corresponden con zonas forestales y naturales. Las zonas con baja valoración son principalmente amplias zonas agrícolas y vegas. La valoración más baja corresponde a un área minera.

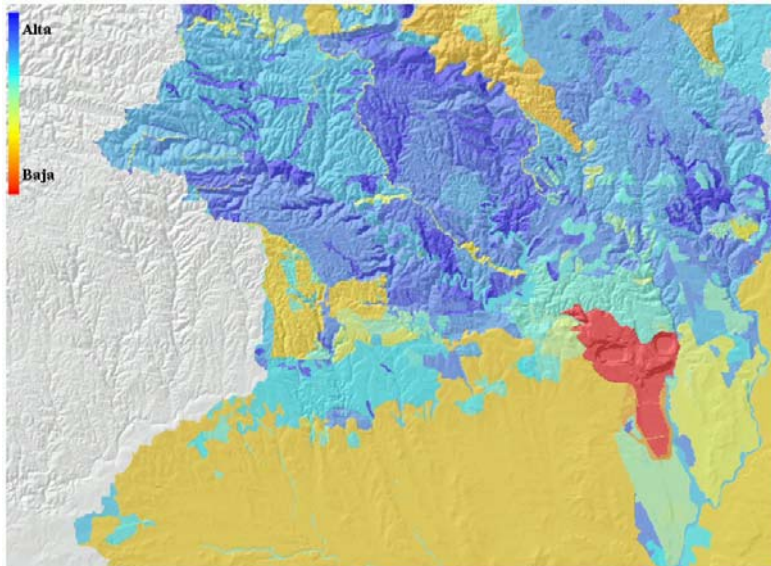


Figura 2. Intensidad visual

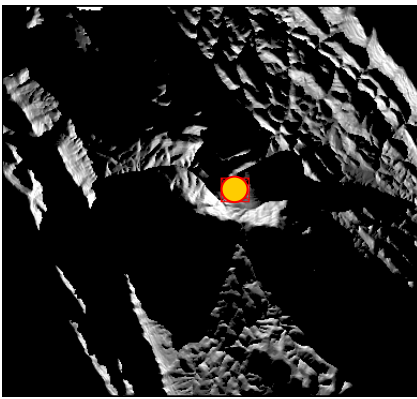


Figura 3. Ejemplo de unidad de paisaje situada en un contorno visual.



Figura 4. Valoración relativa. Las zonas en blanco son lugares de escasa visibilidad en la distancia.

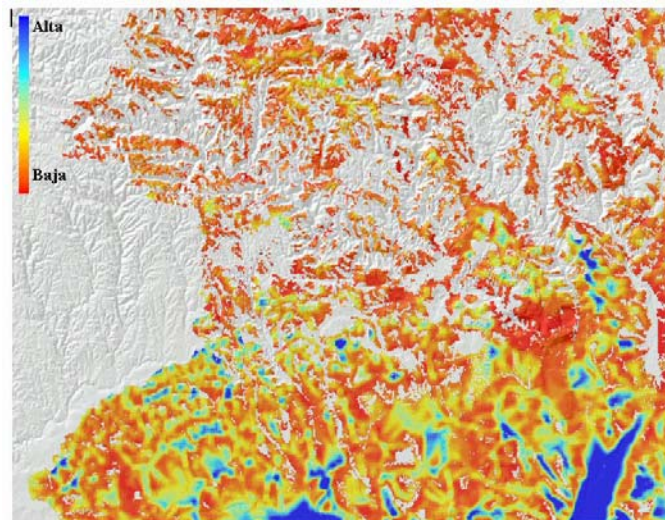


Figura 5. La fragilidad es importante en zonas con alta valoración relativa y absoluta.

