
**XVI Congreso Nacional de Tecnologías de la Información Geográfica
25, 26 y 27 de Junio de 2014. Alicante.**

**Vulnerabilidad del patrimonio paisajístico ante el
apantallamiento visual. Una solución basada en los parámetros
del Sistema de Visibilidad de Andalucía. REDIAM.**

Andrés Romero^{1*}, Juan José Guerrero², Michela Ghislanzoni³, Daniel Romero¹,
Fernando Giménez de Azcárate², Francisco Cáceres⁴, José Manuel Moreira⁴.

¹*RqueR tecnología y sistemas SL – REDIAM*

²*Agencia de Medio Ambiente y Agua de la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio de la Junta de Andalucía -
REDIAM*

³*Territoria, análisis y gestión del medio SL - REDIAM*

⁴*Viceconsejería. Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio de la Junta de Andalucía - REDIAM*

Resumen

El fenómeno del apantallamiento o interposición se define como la privación a un conjunto de situaciones de observación, de sus vistas de un elemento del paisaje, sea este de carácter natural o artificial, y tanto en sentido positivo (significante), como negativo (discordante), producida por la irrupción de un nuevo elemento en el territorio (construcción, vegetación...).

Es notable el hecho de que los usuarios del paisaje (observadores) no se distribuyen de forma homogénea por el territorio, sino que se concentran en ámbitos muy concretos como las vías de comunicación, ámbitos que facilitan la accesibilidad local del territorio. Esta característica tiene el efecto de elevar a su vez el valor de los terrenos cercanos y por tanto su tendencia a ser edificados. Es por ello que el fenómeno de apantallamiento no sólo se da de forma más frecuente en la

* *E-mail:* aromero@rquertys.es.

cercanía de núcleos urbanos y vías de comunicación, sino que su consecuencia es especialmente grave en estos entornos, puesto que sustrae a las personas que pasan por lugares de uso público de las vistas de las que antes se podía disfrutar. La deslocalización de causas y efectos en materia de visibilidad hace que en muchos casos la protección suplementaria de ámbitos cercanos (buffers) no sea suficiente para la salvaguarda de este "patrimonio público visual".

El Sistema de Visibilidad de Andalucía (SVA) contiene datos que determinan cuantitativamente las relaciones visuales existentes o potenciales entre los distintos puntos del territorio andaluz; en este trabajo se propone un procedimiento mediante el cual tratar estos datos con el fin de modelizar el fenómeno de apantallamiento: dado un objeto visible de forma recurrente en un entorno concreto (objeto de referencia), obtener un acercamiento a cuáles y cuántas son las situaciones de observación para las que la instalación de otro objeto (objeto interpuesto o pantalla) supone la interrupción de la relación de visibilidad entre el objeto de referencia y los observadores potenciales dispersos por el territorio, resolviéndose para cualquier localización espacial de la pantalla.

El resultado del procedimiento propuesto es información útil para la gestión territorial en materia de protección del paisaje, tanto si lo que se pretende es preservar las vistas de elementos significantes como si la finalidad es la reducción de la afección visual producida por elementos discordantes.

Palabras clave: visibilidad; apantallamiento visual; evaluación de impactos

1. Introducción y objetivos

El Sistema de Visibilidad de Andalucía, a través de la explotación de los datos que contiene, relativos a las relaciones visuales entre los distintos puntos del territorio andaluz, da respuesta a muchas de las cuestiones relacionadas con el impacto que una intervención tiene sobre la imagen del territorio (Fisher, 1996); en este sentido, debería contemplar uno de los efectos más perniciosos que estas intervenciones pueden producir, puesto que supone la propia sustracción de esta imagen, como es el fenómeno del apantallamiento.

El objetivo general de este documento será proponer nuevos parámetros para el SVA que satisfagan esta necesidad: Dado un objeto visible de forma recurrente en un entorno concreto (objeto de referencia), obtener un acercamiento a cuáles y cuántas son las situaciones de observación para las que la instalación de otro objeto (objeto interpuesto o pantalla) supone la interrupción de la relación de visibilidad entre el objeto de referencia y los observadores potenciales dispersos por el territorio, resolviéndose para cualquier localización espacial de la pantalla (Llobera, 2007).

Elementos patrimoniales de tipo natural y cultural, cuya impronta se deja notar de forma concluyente en el paisaje, deberían ser estudiados desde esta perspectiva, y los resultados obtenidos tenidos en cuenta en los procesos de gestión territorial, puesto que de esta manera se preservaría el imaginario del lugar.

En mayor detalle, son objetivos intermedios los siguientes:

- Establecer bases conceptuales para el fenómeno de apantallamiento
- Obtener una estructura de datos funcional con la que poder trabajar con este concepto.
- Determinar los cálculos necesarios para poder alcanzar el objetivo previsto
- Encontrar estrategias para optimizar estos cálculos, en base a las herramientas ya desarrolladas para el SVA.
- Proponer casos de uso para los procedimientos diseñados.

2. Propuesta metodológica

2.1. Propuesta conceptual en relación a los parámetros del SVA

El Sistema de Visibilidad de Andalucía (SVA) contiene datos que determinan cuantitativamente las relaciones visuales existentes o potenciales entre los distintos puntos del territorio andaluz (Guerrero et al., 2010). Estos parámetros almacenados son, para situaciones de observación distribuidas de forma homogénea por el territorio:

- La Altitud Angular o ángulo vertical que se forma entre el observador y cada punto del territorio.
- La Cota Complementaria de Visibilidad, que se define como la altura en metros que habría que añadir a cada punto del territorio no visible desde el punto de observación, para que comenzara a ser visible.
- La Proyección Visual, o ángulo en que la imagen de una tesela del territorio incide en la retina del observador
- Los Horizontes Visuales o últimos puntos visibles de cada grupo de puntos visibles.
- La Altura de Torre, o altura que habría que añadir al observador para que comenzara a ver los puntos no visibles del territorio.

Para la valoración cuantitativa del apantallamiento, recurriremos a los parámetros de Cota Complementaria de Visibilidad (CCV) y su aplicación a la visibilidad potencial de objetos, así como a la Altitud Angular de Visibilidad (ALT). Ambas son funciones que requieren de la definición de los siguientes parámetros: la situación para la que son calculadas $[x, y]$ y la altura de observación sobre el terreno h (Izraelevitz, 2003 y Guth, 2005).

El fenómeno de apantallamiento dependerá además, de los siguientes parámetros de partida:

- Modelo Digital de Elevaciones (MDE) del territorio hasta una distancia máxima de visibilidad.
- Situación (x, y) y altura del objeto conspicuo cuya visión quiere ser protegida (ht) .
- Altura base desde la que se estima que se observa el entorno (ho) .
- Altura prevista para el elemento interpuesto (hp) .

2.2. Situaciones y supuestos de apantallamiento.

01.- Un objeto interpuesto sólo podrá serlo en aquellas situaciones en las que su coronación es visible desde la del objeto de referencia.

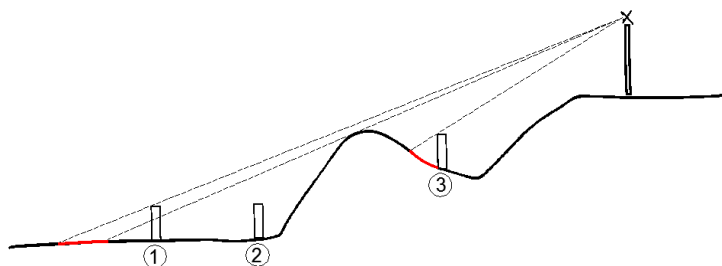


Fig. 1. El elemento interpuesto situado en (2) no puede apantallar la vista del objeto de referencia, puesto que no es visible desde él.

02.- Un objeto interpuesto sólo podrá serlo para situaciones de observación en las que el objeto de referencia es naturalmente visible, desde la altura de observación estimada.

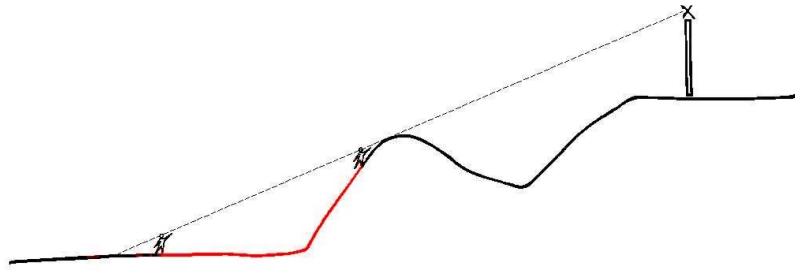


Fig. 2. Un observador no puede ser apantallado si desde su posición no puede ver el objeto de referencia

03.- Un objeto interpuesto que cumpla la condición impuesta en el punto 01 sólo podrá apantallar situaciones de observación que se encuentren en la radial entre el objeto de referencia y la localización del objeto interpuesto a examen, y más alejadas del primero (objeto de referencia) que esta última (situación del objeto interpuesto que se está evaluando).

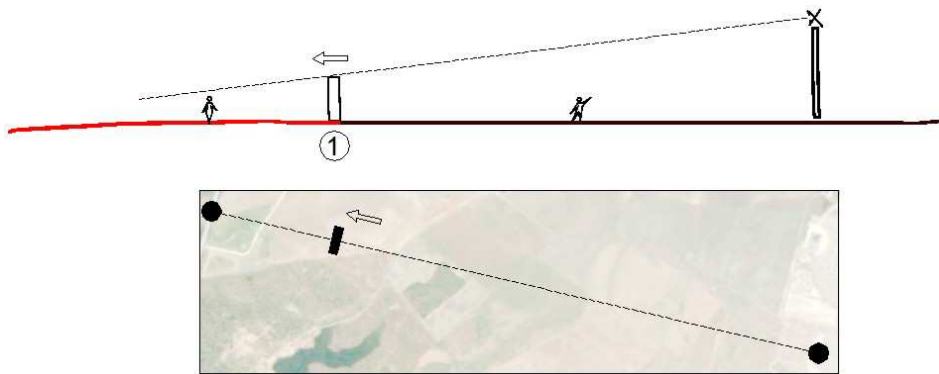


Fig. 3. El objeto interpuesto puede afectar sólo si se sitúa en la línea de visión, y sólo a las posiciones por detrás de él.

4.- Un objeto interpuesto situado siguiendo el criterio del punto 01 apantallará cualquier situación que cumpla las condiciones de los puntos 02 y 03 si, y sólo si la altitud angular de visibilidad medida desde la coronación del objeto de referencia hasta la coronación del objeto interpuesto es mayor que la altitud angular de visibilidad, medida desde la coronación del objeto de referencia hasta la altura de observación.

En la Fig. 4.,

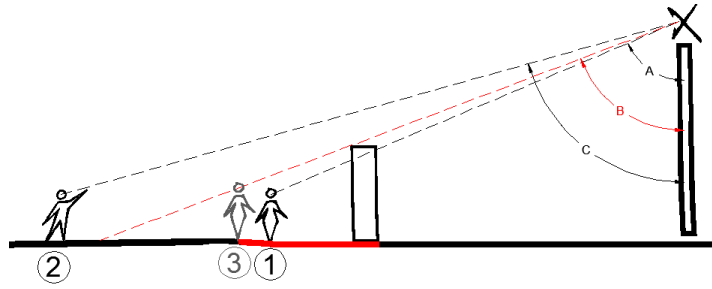


Fig. 4. La posición de observación 1 queda apantallada porque el ángulo $A < B$ (ángulo de referencia). La posición 2, en cambio, cumple $C > B$, y no es apantallada. El caso límite está representado con la posición de observación 3

2.3. Aplicación con los parámetros disponibles en el SVA de Cota Complementaria de Visibilidad (CCV) y Altitud Angular de Visibilidad (ALT).

Es posible obtener el ámbito al que se refiere el Supuesto 01 calculando la Cota Complementaria de Visibilidad (en adelante CCV) para la situación y altura del objeto de referencia, e imponiendo la condición $CCV[x, y, ht] < hp$. Esto determina el conjunto de situaciones en las que la instalación de un objeto de altura hp sería visible desde la coronación del objeto de referencia, y por tanto podría suponer pantalla para otras situaciones de observación.

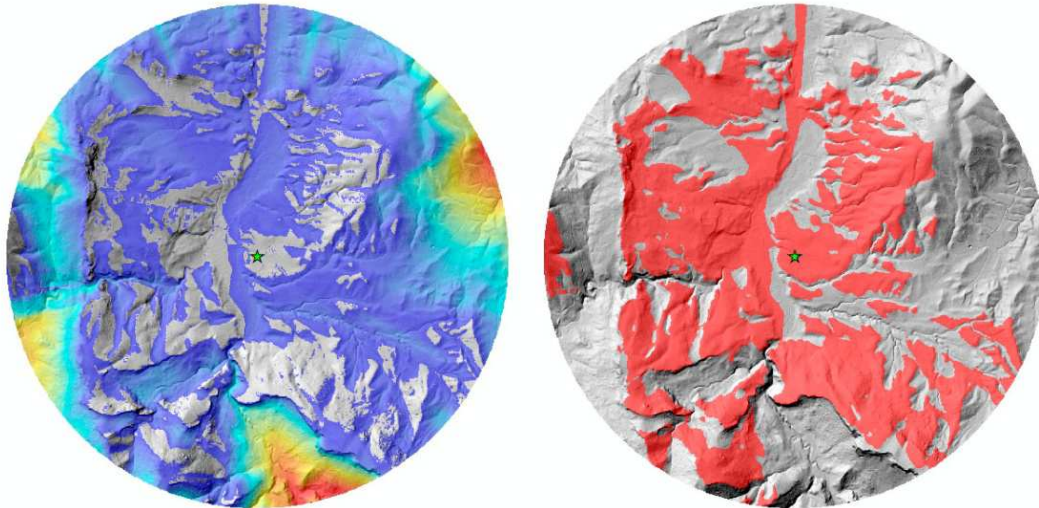


Fig. 5. El ráster de CCV (izq, con colores más cálidos para valores más altos y vacío para zonas naturalmente visibles) pasa a ser un ráster de visibilidad potencial cuando imponemos $CCV < hp$ (en rojo el área para la cual un elemento de la altura hp sería visible desde la coronación del objeto de referencia).

De la misma manera, el ámbito al que se refiere el Supuesto 02 puede ser obtenido a través del mismo cálculo anterior aprovechando la reciprocidad del fenómeno visual, imponiendo la condición $CCV[x, y, ht] < ho$. De esta forma se determina el conjunto de situaciones de observación para las que la coronación del

objeto de referencia sería visible, es decir situaciones que podrían sufrir apantallamiento tras la instalación de un elemento en las localizaciones que se definen en el Supuesto 01.

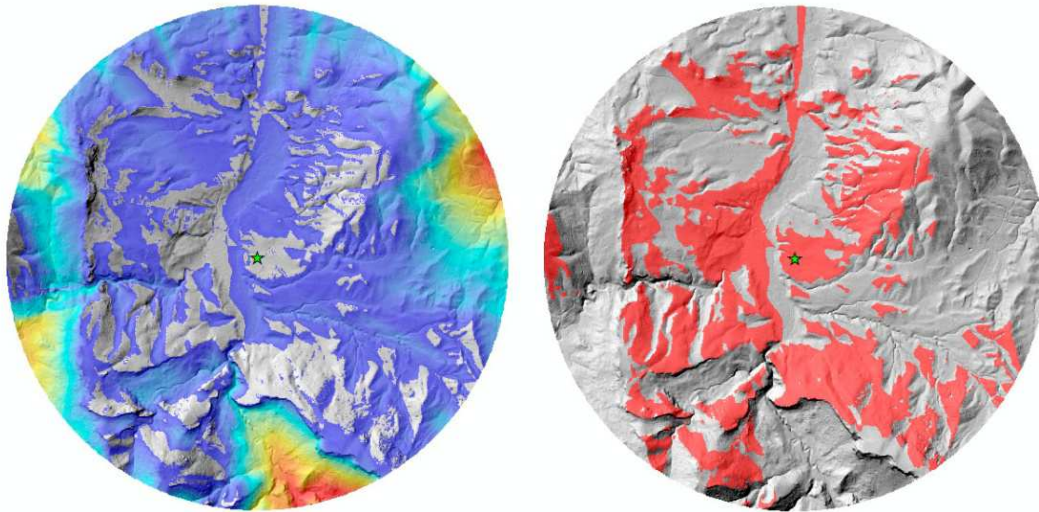


Fig. 6. De una forma análoga a la que operamos anteriormente, imponemos $CCV < h_o$. Nótese cómo al haberse utilizado en el ejemplo un valor para $h_o < h_p$, el área de visibilidad potencial es mucho menor que en la Fig. 5.

La Altitud Angular de Visibilidad (en adelante ALT) medida desde la coronación del objeto de referencia hasta la coronación de un objeto interpuesto de situación arbitraria no es más que $ALT[x, y, ht-h_p]$ para cada situación del objeto interpuesto, mientras que la altitud angular de visibilidad medida desde la coronación del objeto de referencia hasta la altura de observación es $ALT[x, y, ht-h_0]$.

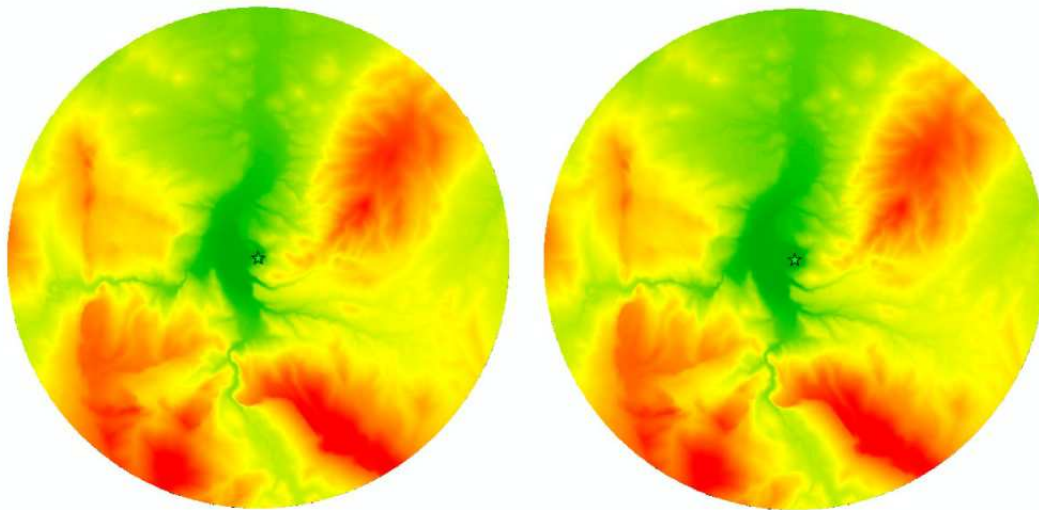


Fig. 7. Se representan, a la izquierda, el valor $ALT[x, y, ht-h_p]$, y a la derecha $ALT[x, y, ht-h_0]$. Las diferencias son muy sutiles, pero para todas las localizaciones los valores del primero son algo mayores que los del segundo, dado que h_p es mayor que h_o en el ejemplo representado.

La comparación de los valores ha de hacerse para cada situación posible del objeto interpuesto (dominio definido en el Supuesto 01), y dentro de cada una de ellas, para las localizaciones de observación que cumplen el dominio definido en el Supuesto 02, y que se sitúan siguiendo la línea que une el objeto de referencia y la situación de la pantalla, y más lejos del primero que la segunda. Esta comparación ha de hacerse conforme nos vamos alejando del objeto de referencia, y sólo hasta que $ALT[x, y, ht-hp] \leq ALT[x, y, ht-h0]$, puesto que a partir de aquí el apantallamiento no es posible. El caso límite entre situaciones apantalladas y no apantalladas, queda representado por la posición de observación 3 en la Fig. 4, y se define por $ALT[x,y,ht-h0](en\ x_0,y_0)=ALT[x,y,ht-hp](en\ x,y)$.

2.4. Obtención de los parámetros que definen el Apantallamiento.

Podemos ahora definir como Distancia de Apantallamiento (en adelante DAP) de una situación (para las alturas prefijadas del elemento interpuesto y de observación), como la distancia entre el punto en el que se sitúa el elemento interpuesto y el primer punto para el que se cumple la anterior condición $ALT[x, y, ht-hp](en\ x,y) \leq ALT[x, y, ht-h0](en\ x_0,y_0)$.

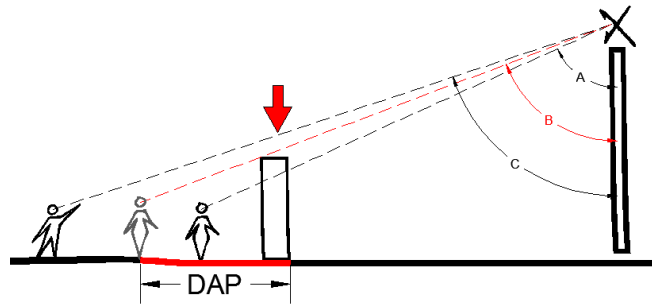


Fig. 8. Definición de Distancia de Apantallamiento para la situación de pantalla señalada. El valor se aplica donde señala la flecha roja, esto es, en la situación de la pantalla

Si calculamos el valor de DAP para todas las situaciones en las que el elemento interpuesto puede afectar (dominio del supuesto 01), y lo aplicamos sobre estas situaciones, puede tomar la forma de un mapa ráster. Desde este mapa podemos reconstruir la zona de pantalla que un elemento de la altura hp con una configuración geométrica precisa puede generar, tan sólo trazando radiales desde la situación de la pantalla.

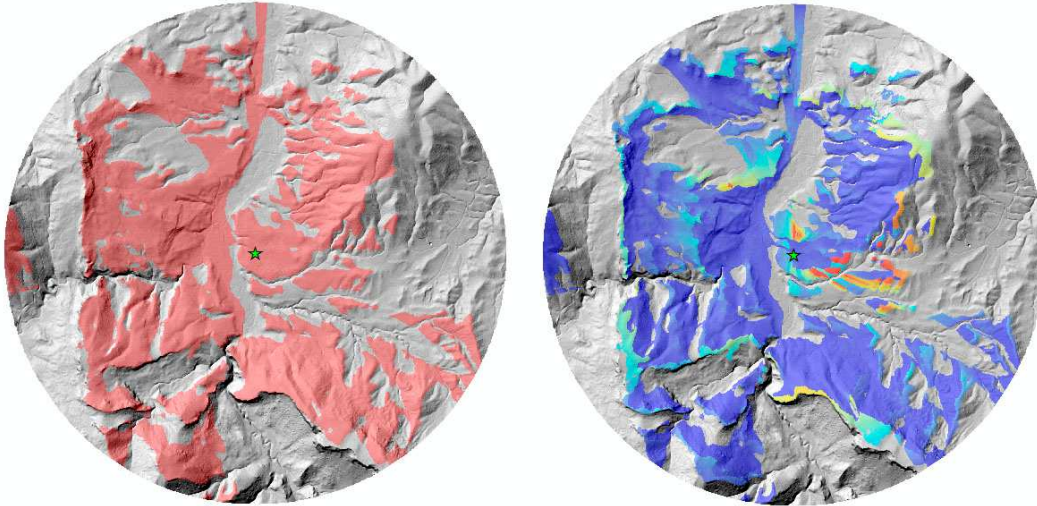


Fig.9. A la derecha, ráster de Distancia de Apantallamiento, para la localización y altura del objeto de referencia dado (x, y, ht) , altura de la pantalla hp y altura base de observación ho . Obsérvese cómo el ámbito coincide con $CCV[x, y, ht] < hp$, variando las distancias de menores (color más frío) a mayores (color más cálido). La unidad de medida de DAP es metros (m)

Además, y a través de DAP, podemos precisar la geometría exacta de la zona de apantallamiento que produce un objeto interpuesto complejo en el territorio. En la Fig.10 se representa la zona de apantallamiento para un objeto interpuesto lineal representado por una línea negra gruesa. La zona rayada representa las situaciones de observación para las que el objeto de referencia dejaría de ser visible.

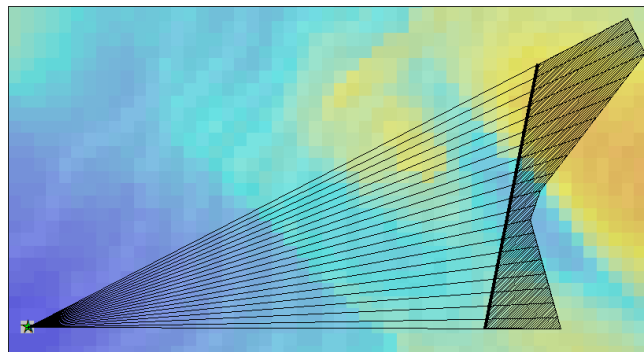


Fig.10. Zona de Apantallamiento para un objeto interpuesto lineal.

Podemos definir la Superficie de Apantallamiento (en adelante SAP) de una situación (para las alturas prefijadas del elemento interpuesto y de observación), como la superficie de las situaciones de observación (para las que el elemento de referencia es naturalmente visible -dominio del Supuesto 02) que quedarían apantalladas tras la instalación del objeto interpuesto, es decir, que quedan dentro de la DAP para esa situación del objeto interpuesto, situada ésta radialmente desde la localización propuesta de pantalla. Esta superficie puede contarse sólo para una clase de accesibilidad local, obteniéndose tantos valores de SAP como clases de accesibilidad consideremos (Guerrero et al., 2010). Este concepto hace referencia a la distribución

heterogénea de los posibles observadores contenidos en cada hectárea del territorio, pudiendo variar de forma sustancial según su localización espacial. Para el ámbito del SVA, partiendo de distintas bases de referencia sobre uso y ocupación de suelos (SIOSE) o sobre ámbitos concretos como podían ser las vías de comunicación (Datos Espaciales de Referencia de Andalucía, DERA), se realizaron sobre ellas procedimientos de adaptación, fusión y transformación con el fin de representar distintas categorías de accesibilidad local.

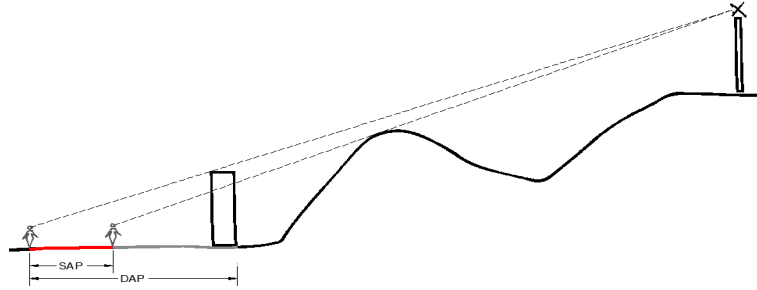


Fig. 11. Puede verse la diferencia con la DAP, quedando en gris la superficie del territorio para la que el objeto de referencia no es naturalmente visible, que no cuenta para SAP.

Calculando el valor de SAP para todas las situaciones en las que el elemento interpuesto puede afectar (dominio del Supuesto 01) y aplicándolo sobre estas situaciones, obtendremos un mapa ráster. Este mapa nos indica cuál es la superficie del territorio en la que un objeto interpuesto situado en cada punto apantallaría la visión del objeto de referencia. Si tenemos en cuenta distintas clases de accesibilidad local del territorio, será fácil obtener, utilizando un polinomio sobre los mapas, y de manera similar a la utilizada para la obtención de la accesibilidad visual del territorio, un valor aproximado del número de observadores para los que el objeto de referencia queda apantallado con la intervención, según su situación. Este valor puede llamarse Potencial de Apantallamiento (en adelante PAP), y ha de ser medido en número de observadores (u observaciones) afectados.

En la Fig. 12 podemos establecer y ver una comparativa entre SAP y DAP. A la derecha, ráster de **Superficie de Apantallamiento** (SAP), y a la izquierda el ráster de **Distancia de Apantallamiento** (DAP), ambos para la localización y altura del objeto de referencia dado (x , y , ht), altura de la pantalla hp y altura base de observación ho . El valor para cada punto es la superficie del territorio a la que un objeto interpuesto de altura hp apantallaría la visión efectiva del objeto de referencia. La unidad de SAP es el metro cuadrado (m^2). Obsérvese como localizaciones con gran DAP pueden resultar después tener una baja SAP, si la superficie a la que apantalla no cuenta con visibilidad natural.

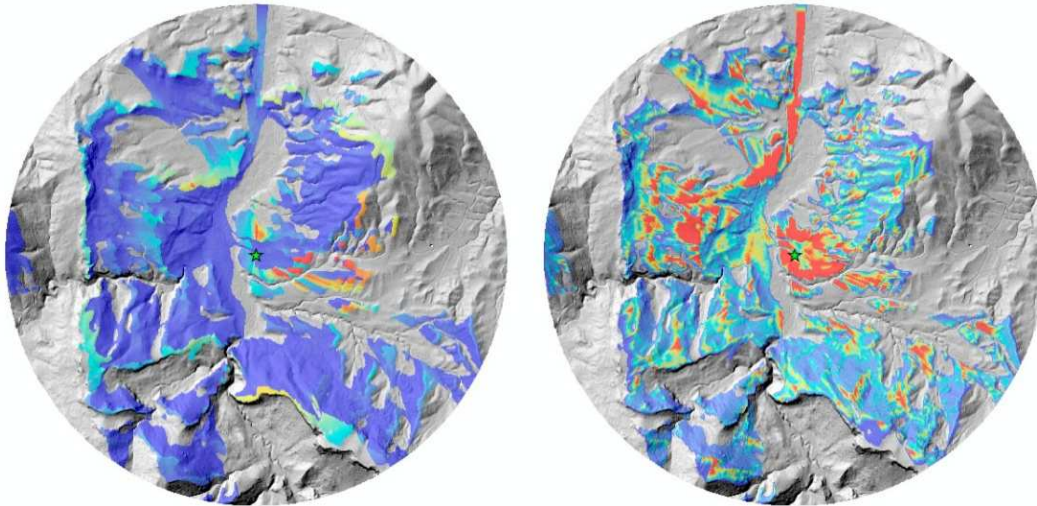


Fig.12. Comparativa entre SAP y DAP

3. Resultados y Conclusiones.

Con la metodología propuesta es posible obtener distintos mapas ráster a través de los cuales podemos facilitar la labor de toma de decisiones. Más en concreto, dados un objeto de referencia, de situación $[x,y]$ y altura sobre el terreno h_t , y una altura de observación h_o , obtendremos para cada altura de objeto interpuesto h_p que queramos valorar:

- Un ráster de Distancia de Apantallamiento (DAP), que significa la distancia (medida ésta a partir de la situación de cada píxel, y en dirección radial hacia el exterior) que un objeto de altura h_p situado en el propio píxel, apantallaría.
- Tanto ráster de Superficie de Apantallamiento (SAP) como distintas categorías de accesibilidad local del suelo se establezcan previamente, que significan la superficie (de cada categoría de suelo) efectivamente apantallada por el objeto interpuesto, según la localización de este último.
- Finalmente, obtendremos un ráster de Potencial de Apantallamiento (PAP), que relaciona entre sí los distintos mapas de SAP obtenidos para cada categoría de accesibilidad local del suelo, ponderándose cada uno de ellos por un valor relativo de accesibilidad local, de la misma manera que en su momento calculamos la accesibilidad visual.

Estos productos pueden ser aplicados potencialmente a:

- La protección o cautela de las vistas de aquellos elementos territoriales de especial significancia, desde aquellos lugares donde se alcanza ésta, ante intervenciones interpuestas no necesariamente cercanas a ninguna de ambas situaciones. (Fig.13, izquierda)
- La ocultación efectiva de elementos discordantes, a través de medidas correctoras que podrían ser situadas de forma óptima: Diseño y localización de la pantalla adecuada para la mitigación de distintas agresiones al territorio. (Fig.13, derecha)



Fig.13. Distintas situaciones de aplicación de la metodología propuesta

Referencias

- Fisher, P.F. (1996). Extending the Applicability of Viewsheds in Landscape Plannig. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, Vol. 62, No. 11, November 1996, pp. 1297-1302.
- Guerrero, J.J., Ghislanzoni, M., Romero, D., Cáceres, F., Giménez de Azcarate, F. y Moreira, J.M. (2010), " Identificación y caracterización del paisaje mediante parametros visuales del relieve. REDIAM". *XIV Congreso Nacional de Tecnologías de la Información Geográfica. Sevilla, 2010. Tecnologías de la Información Geográfica: La Información Geográfica al servicio de los ciudadanos. Secretariado de Publicaciones de la Universidad de Sevilla Sevilla*, pp. 841-860.
- Llobera, M. (2007). Modeling visibility through vegetation. *International Journal of Geographical Information Science. Volume 21 Issue 7, January 2007*, pp. 799-810.
- Izraelevitz, D. (2003). A Fast Algorithm for Approximate Viewshed Computation. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing. Vol. 69, No. 7, July 2003*, pp. 767-774.
- Guth, P.L. (2005). Shortcuts in the line-of-sight and viewshed algorithms with griddedgeographic dems: what's permissible and what's illegitimate. *ASPRS 2005. Annual Conference "Geospatial Goes Global: From Your Neighborhood to the Whole Planet"*. Baltimore Maryland, USA., March 7-11, 2005.