

MOYSES V 3.0 MODELADOR Y SIMULADOR DE IMPACTO VISUAL

OTERO César⁽¹⁾; CENDRERO, Antonio⁽²⁾; BRUSCHI, Viola⁽²⁾; TOGORES, Reinaldo⁽¹⁾; MANCHADO, Cristina⁽¹⁾; ARIAS, Rubén⁽¹⁾

⁽¹⁾ Universidad de Cantabria, España
Departamento de Ingeniería Geográfica y Técnicas de Expresión Gráfica
oteroc@unican.es
togoresr@unican.es
manchadoc@unican.es
ariasr@unican.es

⁽²⁾ Universidad de Cantabria, España
Departamento de Ciencias de la Tierra y Física de la Materia Condensada
cendreroa@unican.es
bruschiv@unican.es

RESUMEN

Esta comunicación describe un procedimiento orientado a la ayuda en la evaluación del impacto paisajístico causado por la implantación de nuevas obras de infraestructura, tales como autopistas. La simulación en computador ha requerido la idealización del fenómeno que debe ser representado gráficamente, su modelización teórica y el análisis funcional de la herramienta computacional que puede ayudar a encontrar la solución que se busca. El núcleo del problema es que existe un juego no finito de posibles paisajes a ser considerado y, en consecuencia, analizado. Sin embargo, con ayuda de ciertas técnicas gráficas (de Gráficos por Computador en general y de CAD y SIG en particular), resulta posible obtener un catálogo reducido de imágenes realistas capaces de simular, cada una de ellas, el efecto que la nueva infraestructura causará en el entorno y precisamente en los lugares donde el paisaje resulta más vulnerable. Se presenta el planteamiento científico y técnico junto con la evolución de la herramienta gráfica creada como resultado de estas consideraciones

Palabras clave: CAD, SIG, Impacto Ambiental, Impacto Visual, Sistema de Ayuda a la Toma de decisiones, Ingeniería Gráfica, Software de Ingeniería Civil, Evaluación de Impacto.

1. Introducción.

La **calidad visual** (entendida como el valor intrínseco de una unidad paisajística –un sitio- desde un punto de vista perceptivo) y la **fragilidad** (sensibilidad a la intrusión visual causada por la actividad humana) del paisaje están principalmente determinadas [Escribano87] por tres grupos de factores:

- Los geomorfológicos, tales como relieve, forma, tipo de roca.
- La vegetación y la presencia de agua.
- El uso del suelo, especialmente los elementos de alto potencial de impacto, como pueden ser las construcciones prominentes.

La incorporación de grandes estructuras (fig. 1) tales como una autopista implica una serie intrusiones visuales que pueden reducir la calidad paisajística; esta reducción, que se denomina **intensidad del impacto**, está relacionada con el grado de modificación, esto es, el contraste en tamaño, forma, color

o textura entre la estructura y el paisaje original. Por otra parte, la **magnitud del impacto** se considera dependiente del número de personas que perciben esta alteración de de la superficie afectada por ella.

Pero estas medidas o estimaciones sobre magnitud e intensidad del impacto visual resultan extremadamente complejas en fase de proyecto porque existen infinitos puntos de vista desde los que proponer la evaluación y para cada uno de ellos existen no menos infinitos puntos hacia donde dirigir la mirada. Computacionalmente hablando, el planteamiento del problema implica una coste no menor de $O(n^3)$, siempre que consideremos que la obra de infraestructura es puramente lineal. Otras obras civiles no puramente lineales pueden tener un coste de cálculo menor (presas) pero también puede ser más elevado (urbanizaciones, polígonos industriales, embalses etc.). La pregunta que resulta crucial a este propósito es si resulta posible reducir este infinito número de posibles puntos de vista y de puntos adonde mirar a un catálogo discreto y manejable y hasta qué punto tal catálogo puede ser representativo del conjunto en aras de poder medir magnitud o estimar intensidad del impacto paisajístico causado.



Figura 1. La intrusión de una autopista en el paisaje puede resultar perceptible desde distancias considerables.

Un modelo de tratamiento del problema planteado y su correspondiente implementación en ordenador son el tema de esta contribución. Por otra parte, el resultado en sí se transforma en una herramienta que puede colaborar ofreciendo más criterios en la toma de decisiones sobre el mejor de diversos trazados alternativos cuando se está trabajando aún en la fase de diseño inicial de la obra civil.

2. El modelo para la evaluación del impacto visual.

2.1. Aspectos científicos.

La evaluación del impacto ambiental es un instrumento de apoyo a la toma de decisiones sobre ordenación territorial. Las actividades humanas determinan cambios en los componentes del medio físico, originando unas modificaciones en su aspecto y su funcionamiento. Estas modificaciones afectan, entre otros rasgos, al paisaje [Bolós92]. Para identificar estas alteraciones es indispensable conocer las características del terreno, de las nuevas actuaciones y de cómo el desarrollo de éstas pueden afectarles, dependiendo de su fragilidad y calidad [Aguiló00]. La determinación, análisis y

prevención de los posibles impactos sobre el paisaje se suelen basar en la consideración de tres atributos: calidad, fragilidad y visibilidad [Ribas92]. La calidad del paisaje es la característica principal para su conservación, y se define sobre la base de sus valores ecológico, perceptivo y cultural [Cancer99]. Dentro de dichos estudios, toma un papel muy importante la evaluación de las modificaciones generadas por una nueva estructura sobre el paisaje visual, haciendo hincapié en el valor potencial del mismo (capacidad de acogida), considerado como una función de la fragilidad frente a las actuaciones humanas [Ramos79].

De esta forma, dentro de los estudios de impacto ambiental pueden destacarse muy claramente los estudios de impacto visual, es decir, aquellos enfocados a la determinación y evaluación de los efectos negativos o positivos de una determinada obra sobre el carácter paisajístico del territorio [Cifuentes93]. La construcción de una nueva estructura, además de aportar modificaciones en los componentes del paisaje y en su funcionamiento, representa una intrusión que puede reducir su calidad visual [Aguiló00]. Por un lado, el impacto visual está directamente relacionado con el grado de visibilidad de la nueva estructura (MAGNITUD del impacto) y, por otro lado, depende del contraste entre la nueva obra y el paisaje original (INTENSIDAD del impacto) [Bonaechea03, Bruschi03]. La intensidad se relaciona [González-Díez00] con el grado de modificación, es decir, con el contraste de tamaño, forma, color y texturas que se produce entre la estructura y el estado natural del paisaje por el que transcurre. Resulta obvio que cuanto menor es este contraste, menor es el impacto. La intensidad puede ser considerada la expresión cualitativa del impacto paisajístico. La magnitud del impacto puede ser considerada como la expresión cuantitativa del efecto, sobre personas que disfrutan de ese paisaje y sobre el área afectada. En cuanto a la medida de ambas determinaciones, puede considerarse que la magnitud, es dependiente del área total desde la que la nueva estructura puede ser vista (este área puede tener regiones disjuntas) y también del número de personas afectadas (habitantes de la zona, visitantes o personas en tránsito a través de otras carreteras del lugar). La intensidad puede ser medida mediante la definición de zonas con diferente nivel de alteración desde el punto de vista de la sensación visual (se seleccionan especialmente aquellas de mayor fragilidad o calidad) desde la base de los diferentes grados de contraste con la nueva estructura, presentados por medio de fotografías o imágenes.

2.2. Aspectos técnicos.

Existen esfuerzos sistemáticos relevantes de caracterización del Impacto Visual desde la década de los 80 y, más intensamente, desde la década de los 90. En la Bibliografía adjunta destacamos las del Gobierno canadiense [BCG01] y del Instituto de Evaluación Medioambiental en UK [IEATLI95]. Junto a estas referencias se han elaborado obras de consulta recomendables, como [Felleman86], [Karp01]. El tratamiento del área cuyo paisaje va a ser alterado mediante herramientas SIG ha dado origen a propuestas interesantes, como las que se reflejan en [Cox03], [Felleman02], [Homma99] y [Zhang00]. No obstante, mucha de la información y experiencia existente en este campo no resulta publicada, sino que queda dentro de la confidencialidad propia de la iniciativa privada. Es interesante, por ejemplo, revisar [TDB02], como muestra de un amplio catálogo de resultados semejantes.

En lo que respecta a la línea de trabajo seguida por este equipo, el procedimiento comienza [Otero00, Otero00b] con la determinación de las Unidades paisajísticas (**UP**) y, en particular, con aquéllas por las que transcurre la nueva obra de infraestructura. Hay dos métodos fundamentales para identificar y trazar las unidades paisajísticas:

- La determinación de las cuencas visuales, sea directamente como labor de campo o como resultado de operaciones SIG.
- La definición de unidades en base a criterios principalmente geomorfológicos (relieve, forma general del terreno, uniformidad del terreno, diversidad geomorfológica, vegetación y cursos de agua suelen ser indicativos suficientes), tal como se ha descrito y referenciado en apartados anteriores.

Además de las UP, resultan precisos los siguientes datos iniciales:

- Modelo digital de la superficie del terreno (**MDT**), sea en forma TIN o DEM.

- Geometría de la Obra lineal (**GO**), modelo digital de la Obra Lineal (o de la Obra civil, en general) proyectada, sea en forma de TIN o DEM.
- Cartografía de base, que debe contener, al menos, la red de carreteras, la de ferrocarril, los núcleos de población, la red hidrográfica, la representación de las infraestructuras singulares más representativas de la zona, la capa de vegetación, los puntos de alto valor panorámico (los típicos miradores).
- Base de Datos con datos de población por núcleos.
- Aforo de la red de carreteras.
- Fotografías de intrusiones visuales semejantes ya producidas.

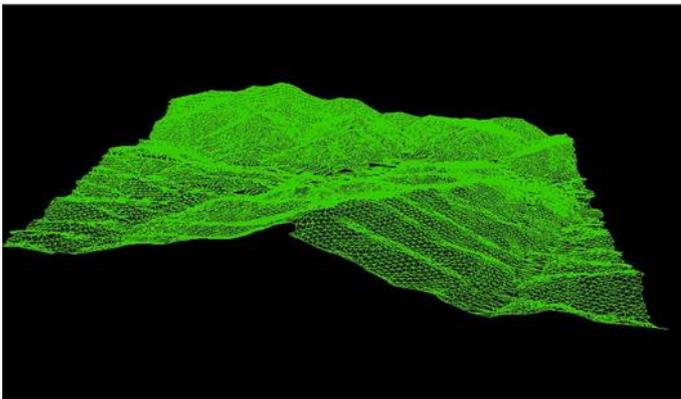


Figura 2. Las capas correspondientes a MDT y GO son las más relevantes de entre todos los datos de partida.

A partir de estos datos iniciales, se construyen diversas capas de información geométrica:

- Áreas de densidad de población (**DP**). Se trata de dividir el MDT en un mosaico de áreas según la densidad de población. Normalmente se divide en tres categorías (alta, media o baja densidad).
- Áreas de influencia de la red de transporte (**TB**). Son el resultado de las típicas operaciones SIG de “buffer”, aplicadas sobre la red de carreteras y la de ferrocarril.

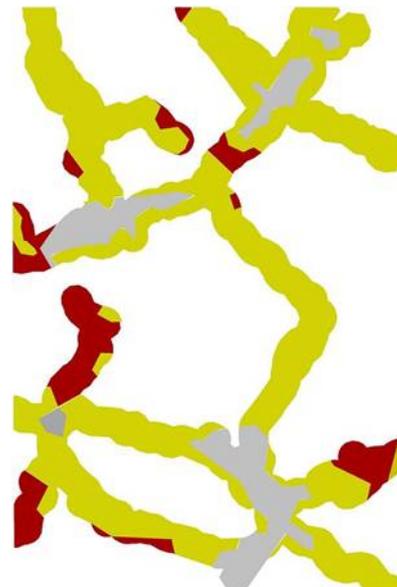
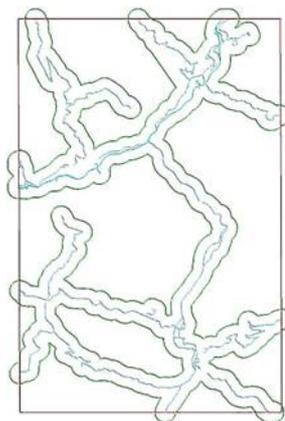


Figura 3. La capa DP (izda.) se obtiene mediante tratamiento manual o automático de las densidades de población próxima a la Obra Lineal; la capa TB (centro) surge como un análisis espacial SIG convencional (área de influencia). Su intersección espacial produce la capa AGIV (dcha.).

Mediante proceso automático, todos estos datos dan origen a estos resultados intermedios:

- Áreas de Gran Impacto Visual (**AGIV**), que se obtienen mediante la ponderación de las densidades de población DP y la red de transporte TB. Ver la figura 3.
- Tramos de la Obra de Infraestructura según el paisaje en que discurren (**TIUP**). Se trata de dividir la Obra proyectada en tramos según las Unidades paisajísticas, a razón de un tramo por cada unidad. Ver la figura 4.

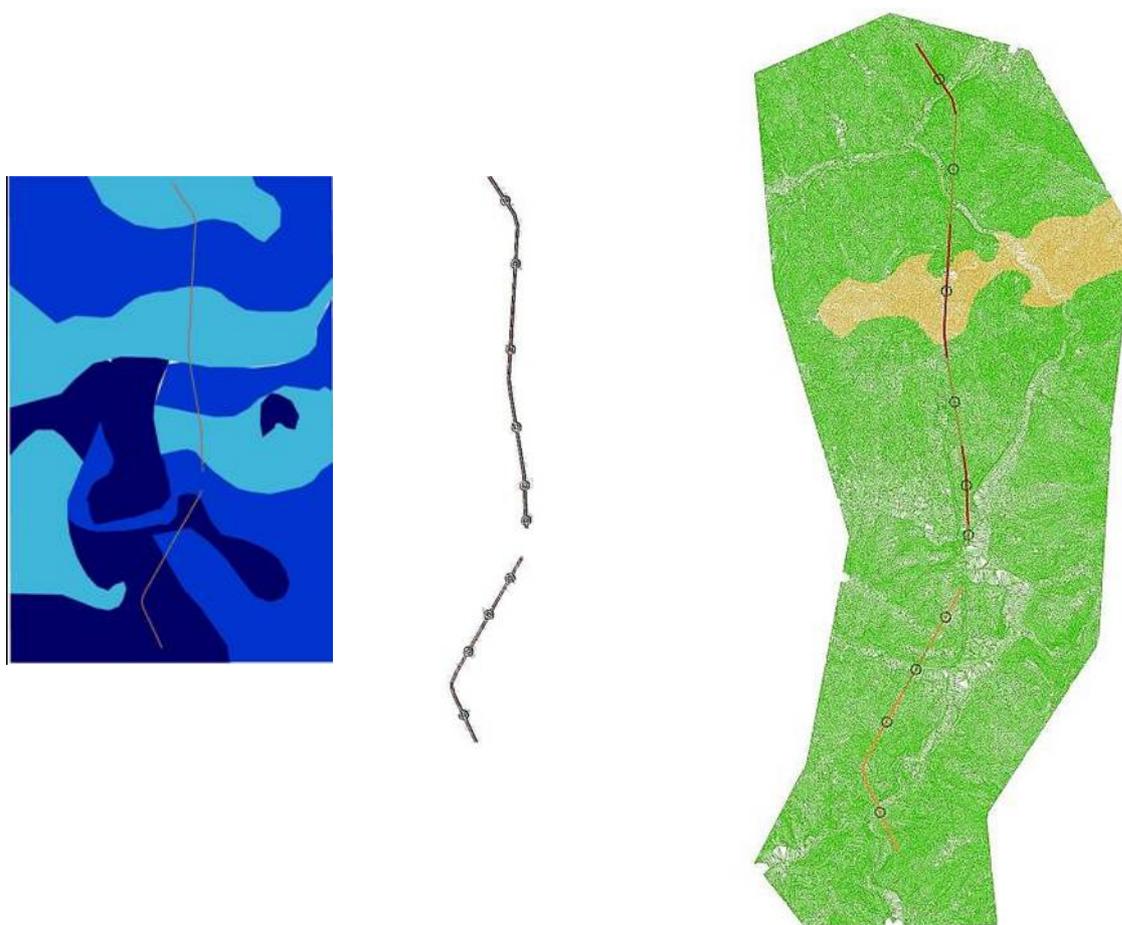


Figura 4. El cruce por superposición de las capas UP y GO (izda.) da origen a las capas TIUP y CTIUP (centro). Para un centroide cualquiera de CTIUP se obtiene su Cuenca Visual CV, que se representa en tono más claro a la derecha.

- Centroides de los tramos de Obra de Infraestructura (**CTIUP**). Se trata de crear un punto representativo de cada uno de los tramos de la capa geométrica TIUP. Ver la figura 4.
- Cuencas visuales de los centroides de tramos de Obra de Infraestructura (**CV**). Se determina, para cada centroe de CTIUP la parte de MDT que tiene visibilidad directa sobre él. Ver la figura 4, donde se representa una sola cuenca visual, asociada a un centroe del conjunto CTIUP.
- Áreas de Gran Impacto en una Cuenca Visual (**AGICV**). Para un centroe dado del conjunto CTIUP, las zonas de AGIV que están dentro de su Cuenca Visual CV son, precisamente, aquéllas regiones que tienen visibilidad sobre ese tramo de carretera. Ver la figura 5. De estas regiones, las que tengan mayor densidad de población y de transporte son las que **maximizan la magnitud del impacto**.

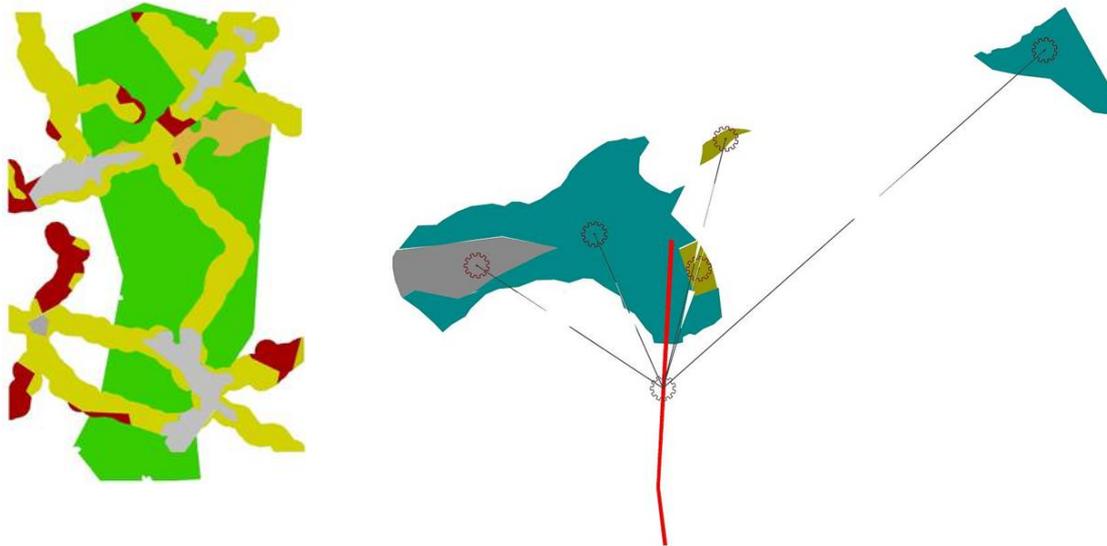


Figura 5. La intersección espacial de AGIV con una CV asociada a un punto de CTIUP da como resultado (izda.) una serie de áreas que constituyen las zonas del terreno que ven un tramo de carretera que discurre por un terreno de calidad paisajística ponderada y con un factor de incidencia sobre una población residente o transeúnte ponderada. Cada una de esas áreas constituye la colección AGICV para un centroide dado. Los centroides CAGICV están representados (dcha.) junto con sus áreas. Todas las visuales parten de uno de esos centroides y apuntan hacia el centroide de CTIUP.

Si se eligen los centroides de CTIUP correspondientes al mayor valor paisajístico, resulta que las regiones correspondientes a su AGIV maximizan la magnitud del impacto para los tramos que maximizan, a su vez, la intensidad del mismo. Esa es la situación que buscamos. Si se consideran los centroides **CAGICV** correspondientes a las regiones que indicamos en el párrafo anterior, resulta que estos puntos pueden considerarse como representativos de las zonas desde las cuales la observación de un determinado tramo de la obra lineal afecta al máximo de población.

Considérese entonces un catálogo de perspectivas de MDT generadas de manera que el punto hacia donde se mira es uno del catálogo de CTIUP y los puntos de vista pertenecen al grupo CAGIV. Tal catálogo de perspectivas indica que se está viendo un tramo que discurre por una zona de gran intensidad de impacto y de gran magnitud de impacto. Basta con poner y quitar la capa GO (que es la de proyecto) para comenzar a trabajar sobre la evaluación del impacto, ya que el catálogo de perspectivas a considerar es el más adecuado para hacer esa valoración. Ver la figura 6.

3. Aspectos tecnológicos. El proyecto MOYSES.

3.1. Evolución de la línea de investigación.

Este trabajo surge a partir de un conjunto de desarrollos que se enmarcaban dentro del Proyecto de U.E. GETS. GETS fue un proyecto que englobó más de 50 investigadores y profesionales del entorno empresarial de áreas diversas (geomorfología, matemáticas, computación, SIG y CAD) de diversos países de la U.E. Bajo el objetivo común de analizar el Impacto Ambiental de Sistemas de Transporte, se llevaron a cabo trabajos en diversas zonas de estudio de diferentes regiones europeas (en Italia, Austria, Italia, Holanda y España).



Figura 6. La imagen superior es virtual; el polígono industrial que se ve en el centro de la foto, transcurriendo desde el centro hacia la derecha, no existe y se simula desde uno de los puntos de vista de mayor impacto calculados con MOYSES v2.0. Abajo se puede observar una fotografía digital de la zona tomada desde el punto calculado; la ubicación en ese punto del terreno es, hoy día, un problema trivial. La línea de árboles que tapa parcialmente las naves industriales tampoco existe; se ha propuesto como solución para mitigar el impacto visual desde esta zona.

En lo que se refiere al impacto paisajístico, dentro de GETS se abordó el desarrollo de esquemas encaminados a medir la calidad paisajística y los impactos sobre la misma, pero no se desarrolló un modelo conceptual completo ni herramientas informáticas que permitiesen a empresas y profesionales su aplicación en condiciones normales de trabajo. Es este tipo de desarrollo el que se pretendió acometer con este Proyecto.

Durante el año 2001, se realizó el desarrollo MOYSES v.1.0, en plataforma AutoDESK, realizando las operaciones CAD con librería Vliisp y las de tipo SIG mediante la extensión de funciones Vliisp de AutoCAD MAP. Era preciso disponer de una herramienta capaz de permitir hacer demostraciones y que estuviera implementada en el paquete de uso más extendido. Esta actividad permitió que el Grupo de Investigación EGICAD fuera admitido en el Programa ADN (AutoDESK Developers Network).

Durante el año 2002, se realizó el desarrollo MOYSES v.2.0, en plataforma INTERGRAPH, realizando, como novedad, una exportación de los elementos CAD a una BD Geográfica y resolviendo todo el problema gráfico mediante una .dll propia en C++ y dejando todo el trabajo de Análisis Espacial a la Librería de Geomedia Professional. Esta actividad permitió que el Grupo de Investigación EGICAD fuera admitido en el Programa RRL (Registered Research Laboratory), de Intergraph. MOYSES v.2.0 ya es un ejecutable “stand alone”, pero no del todo, porque necesita que la máquina tenga instalada una versión de Geomedia Professional, que es arrancada como objeto Application para poder acceder a sus objetos de Análisis espacial.

MOYSES v.2.0 era capaz de obtener el catálogo de puntos de mayor impacto visual, pero no era capaz de detectar los obstáculos naturales que pueden tapar la visual calculada. Recientemente, en el año 2004 se ha escrito MOYSES v.2.1 que es capaz de calcular los peores puntos de vista teniendo en cuenta la vegetación existente en el terreno (bosques de diferentes alturas medias). También esta versión ha incorporado al catálogo de puntos solución los posibles miradores naturales que existan en la región y desde donde se perciba intrusión paisajística. Las conclusiones de MOYSES v.2.1 han sido presentadas en el ICCSA 2004 y publicadas en [Otero04].

Desde Diciembre de 2005 se trabaja en la versión MOYSES 3.0, con financiación del Plan Nacional de I+D+i. Otra parte del equipo firmante ha seguido estudiando los fundamentos científicos que dan soporte a la evaluación de impacto visual, mejorando la Modelización del fenómeno en sus aspectos de evaluación posterior. En términos generales, cabe decir que, una vez que se dispone de las soluciones devueltas por MOYSES, el tratamiento de evaluación propiamente dicho no deja de tener un claro grado de subjetividad. La medida de la intrusión puede ser cualitativa o cuantitativa y ambas son tratadas en la línea de referencias bibliográficas que se describieron en el apartado 2.

3.2 .La aplicación actual.

Actualmente se dispone de dos plataformas: MOYSES v2.1 está operativa y MOYSES v3.0 está en desarrollo. Describiremos las principales características de la primera pues pretendemos dejar las innovaciones de la tercera versión para comunicaciones posteriores.

Como puede deducirse de toda la exposición realizada en el apartado 2, la aplicación es esencialmente gráfica y de cálculo geométrico pero muy poco interactiva; en la figura 7 se muestra el interfaz de usuario, donde éste puede provocar eventos sobre los controles convencionales (*listboxes*, *comboboxes*, botones de comando y de chequeo) y puede ver la escena en planta sobre una ventana de Mapa sobre la que no se han programado respuestas a eventos sobre elementos gráficos.

El usuario selecciona el fichero que contiene los datos (en esta versión el MDT, la GO, la red de carreteras y el resto de los datos de entrada vienen de una misma Base de Datos GIS elaborada en Geomedia porque en la época de su elaboración el Grupo estaba inmerso primordialmente en desarrollos SIG; no hay otra razón para la selección de la plataforma de datos de entrada, porque es un aspecto que se considera secundario). Una vez seleccionados los datos, existen dos tipos de ajustes:

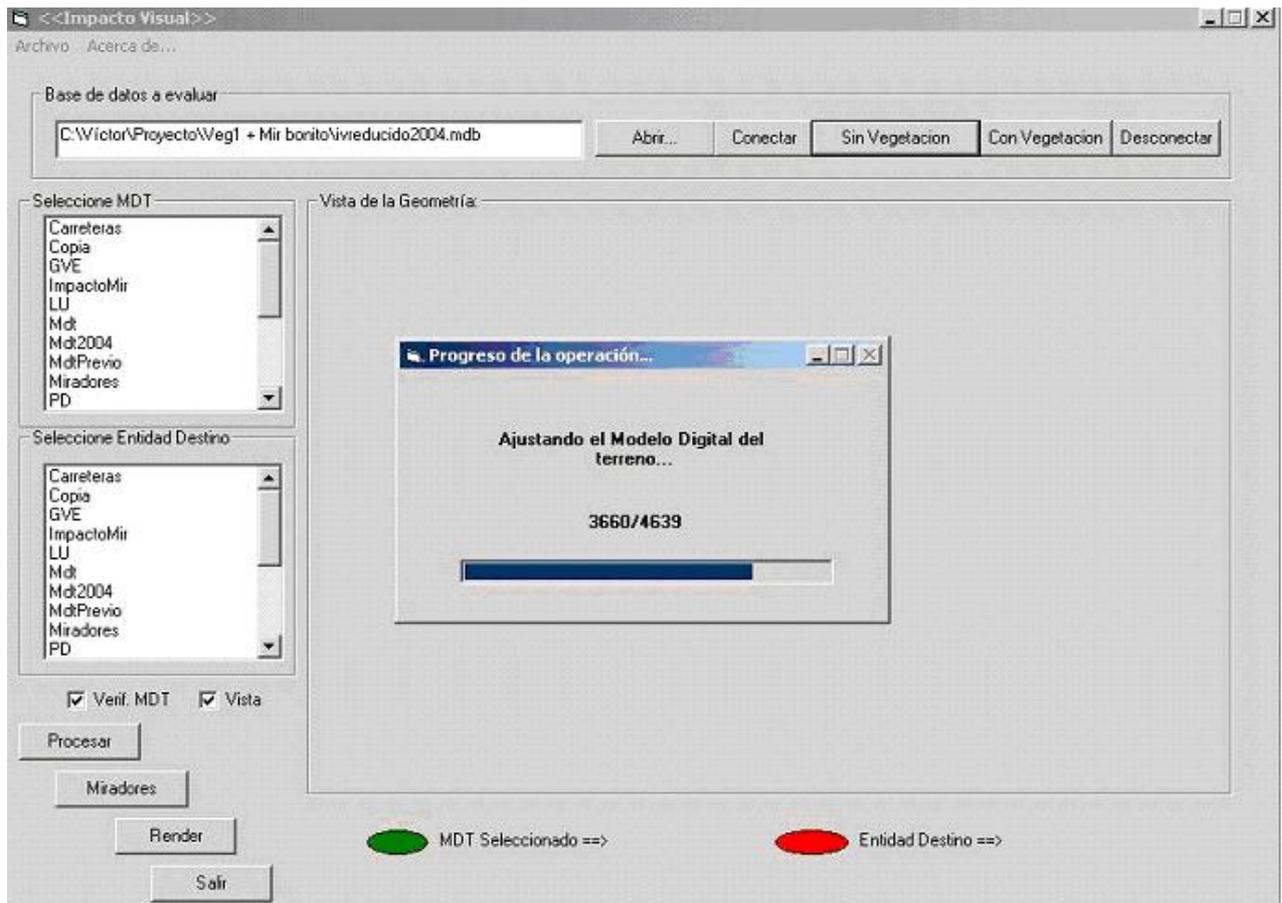


Figura 7. Interfaz inicial de MOYSES v2.0

- Los que controlan las opciones de cálculo: botones denominados Miradores y Con Vegetación o Sin Vegetación. Los miradores generan directamente perspectivas mientras que tener en cuenta o no la vegetación supone modificar el algoritmo de cálculo de las Cuencas Visuales, pero este aspecto de cálculo ya fue descrito en una comunicación a este mismo Congreso en el año 2000 [Otero00b].
- Los que controlan ajustes de cálculo, que se muestran en la figura 8.

A partir de estos datos, MOYSES es un proceso automático que desarrolla todos los pasos expuestos en el apartado 2 sin necesidad de interactuar con el usuario y que, al final, devuelve el catálogo de centroides CAGICV asociados con un centroide de tipo CTIUP. Estos resultados pueden exportarse a un fichero neutro que puede ser leído desde cualquier aplicación realista o incluso de realidad Virtual para generar las representaciones realistas correspondientes. Así se ha realizado en la figura 6 y se vuelve a mostrar en la figura 9, donde se compara una imagen virtual de las naves industriales de la zona final del polígono, vistas desde un punto de la carretera. Para nuestra sorpresa, en este caso ya existe en el terreno una vegetación que tiende a ocultar mejor que en la imagen virtual la alteración de estas nuevas edificaciones.

4. Conclusión.

A lo largo de esta contribución se ha descrito una línea de trabajo investigador que tiene 6 años de vigencia. La evolución de nuestro conocimiento del tema ha venido pareja a la mejora de la calidad del software de Ingeniería Gráfica que nos ayuda en el tratamiento y desarrollo de la aplicación. La versión 3.0 de MOYSES aprovecha esta circunstancia de manera que las plataformas CAD y SIG de mercado quedan exclusivamente dedicadas a la preparación de datos, existen macros propias capaces de transformar esos datos en ficheros numéricos neutros, que pueden ser procesados desde una

aplicación independiente. La aplicación independiente es, precisamente, MOYSES v3.0 y los ficheros neutros podrán ser en principio vectoriales o raster. No existe aún una idea clara sobre cuál de las dos soluciones será la que se implemente definitivamente, aunque nuestro trabajo actual se centra en procesos raster. Pero el proyecto necesita obtener conclusiones a principios del 2008, de modo que hay tiempo suficiente para analizar rendimientos y para comunicarlo en nuevas ediciones de IngeGraf.

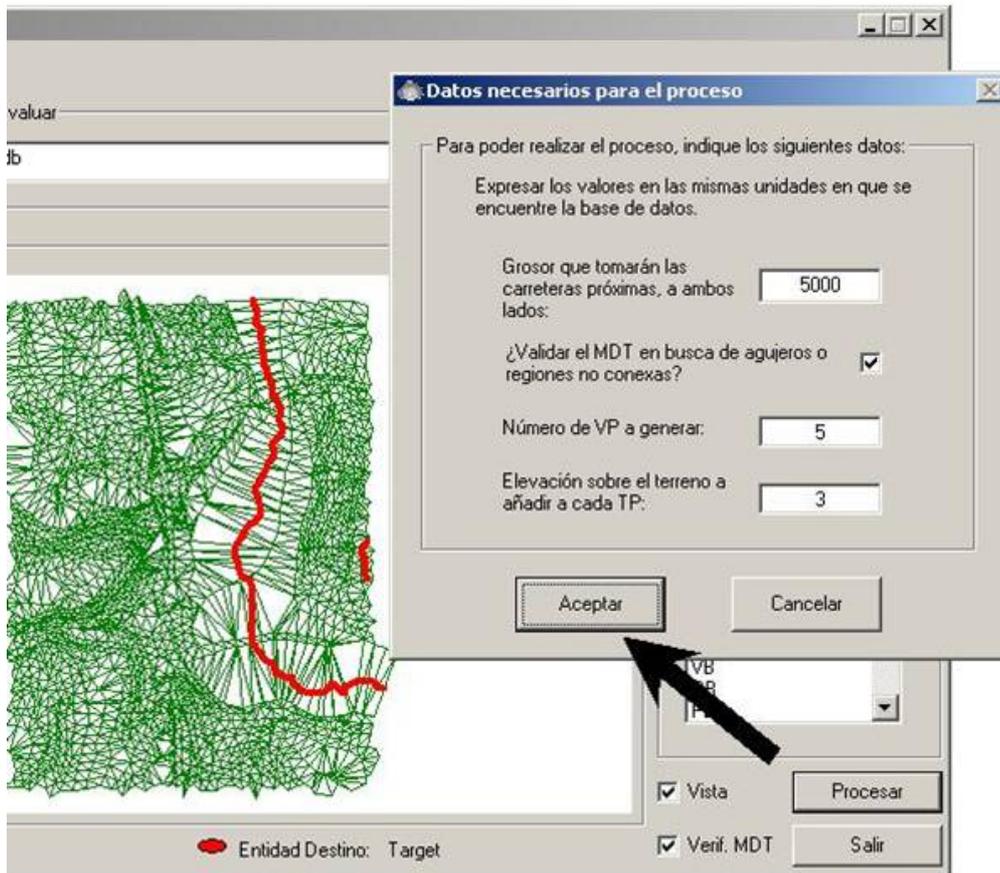


Figura 8. Ajustes propuestos por el usuario y ventana gráfica.





Figura 9. Comparación de imagen virtual con imagen real obtenida como resultado del cálculo de MOYSES.

Agradecimientos.

Los trabajos de desarrollo de esta aplicación han sido parcialmente financiados con los proyectos GETS de UE, TMR Program (1998-2000) [UE. FMRX-CT98-0162] y MOYSES v3.0 del Plan Nacional de I+D+i, subprograma de Construcción, convocatoria 2004, resuelto en diciembre de 2005.

Colateralmente, el proyecto ha recibido impulso de los programas Programa ADN (AutoDESK Developers Network) y RRL (Registered Research Laboratory), de Intergraph.

Referencias

[Aguiló00] et Al. Ministerio de Medio Ambiente. Centro de Publicaciones, Madrid. Guía para la elaboración de estudios del medio físico. Contenido y Metodología. 2000

[BCG01] British Columbia Government. Visual IMPact assessment Guidebook. 2nd Edition. January 2001. <http://www.for.gov.bc.ca/TASB/LEGSREGS/FPC/FPCGUIDE/visual/Httoc.htm>.

[Bolós92] Manual de Ciencia del Paisaje. Teoría, métodos y aplicaciones. Masson, s.a. (ed.), Colección de Geografía. 1992.

[Bruschi03] González-Díez, A., Remondo, J., Cendrero A. Análisis del paisaje visual sobre la base de parámetros objetivos; aplicaciones SIG para la evaluación de impacto ambiental. II Jornadas Ibéricas de Ecología del Paisaje. Presente y futuro de la ecología del paisaje en la Península Ibérica. Volumen resúmenes II Jornadas Ibéricas de Ecología del Paisaje. Pgs. 91-97. Alcalá de Henares, Madrid. 2003.

[Bonaachea03] J. Bonachea, V. Bruschi, J. Remondo, A. González, L. Salas, J. Bertens, A. Cendrero, C. Otero, C. Giusti, A. Fabbri, J.R. González, J.M. Aramburu. An Approach for the Incorporation of Geomorphologic Factors into EIA of Transportation Infrastructures; a Case Study in Northern Spain. Geomorphology, vol 66(1-4), pp. 95-117. 2003.

[Cancer99] Cáncer P La degradación y protección del paisaje. Ediciones CÁTEDRA, Geografía Menor, Madrid, pp.247. 1999.

- [Cifuentes93] Cifuentes P . Diccionario de la Naturaleza. Hombre, ecología, paisaje. Madrid, Espasa-Calpe y Banco Bilbao-Vizcaya, pp. 694.
- [Cox03] Cox C. The use of Computer Graphics and Virtual reality for Visual Impact Assessments. PhD Thesis. University of Nottingham. 2003. Disponible en .pdf desde la dirección electrónica <http://etheses.nottingham.ac.uk/archive/00000038/>
- [Escribano87] Escribano P. Frutos M., Iglesias E. Mataix C. y Torrecilla I. El paisaje. Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo, Madrid.
- [Felleman02] Felleman, Palmer and Smardon. Visual Impact Assessment. Foundations for Visual Project Analysis. SUNY-SEF. The Faculty of Environmental Studies-SUNY College of Environmental Science and Forestry. State University of New York. 2002
- [Homma99] Homma, R., IKI,K., Morozumi, M., and Morisaki, T.. Geographic Information Database for Landscape Evaluation. Proceedings of the Fourth Conference on Computer Aided Architecture Design Research in Asia. Shanghai Scientific and Technological Literature Publishing House. 1999.
- [IEATLI95] Institute of Environmental Assessment and The Landscape Institute (IEATLI), Guidelines for Landscape and Visual Impact Assessment. First Edition. London: E&FN SPON, and imprint of Chapman&Hall. 1995.
- [Karp01] Karp and Smardon. The Legal Landscape. SUNY-SEF. The Faculty of Environmental Studies-SUNY College of Environmental Science and Forestry. State University of New York. 2001.
- [Gonzalez-Díez00] González-Díez, A.; Remondo, J.; Bruschi, V.M.; de la Pedraja, A.; Rivas, V., Otero, C. & Cendrero, A. Computer Assisted Methods for the Assessment of Impacts on Geomorphological Resources; Application to a Case Study in Northern Spain. ISPRS XIX Congress. Amsterdam. Julio 2000.
- [Otero00] Otero C, Bruschi V, Cendrero A., Rivas V. Assessment of visual impacts on landscape. Gets 4TH Workshop. Söelden . Austria. January 2000.
- [Otero00b] Otero C., Togores R, De la Pedraja A., Bruschi V., González A. Métodos Gráficos en la Modelización, simulación y evaluación del impacto ambiental. XII Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica. Valladolid. Junio 2000.
- [Otero04] Otero C., Bruschi V. , Cendrero A. , Gálvez A. , Lázaro M. , Togores R. An Application of Computer Graphics for Landscape Impact Assessment. Lecture Notes on Computer Science. Springer Verlag. January 2004 Heidelberg.
- [Ramos79] Ramos R. Planificación Física y Ecología. Modelos y Métodos. E.M.E.S.A., Madrid.
- [Ribas92] Ribas . Estudios de paisajismo. En: M^a de Bolós (dir), Manual de Ciencia del Paisaje. Teoría, métodos y aplicaciones, Barcelona, Masson, (1992), pp. 205-218.
- [TDB02] TDB Consultants. 3D Visualization Project Planning and Communication Services. http://www.tdb.bc.ca/geom_via.htm.
- [Zhang00] Zhang Z, Tsou J. Y. , and Lin H. GIS for Visual Impact Assessment. 21st Asian Conference on Remote Sensing ACRS 2000. Taipei, Taiwan, December 2000.