

La calidad del paisaje costero, a través de Sistemas de Información Geográfica (SIG) hacia un manejo territorial sustentable Bahía de Banderas y Puerto Vallarta-México

The coastal landscape quality through Geographic Information Systems (GIS)
towards a sustainable land management
Bahía de Banderas and Puerto Vallarta, México

Resumen

El análisis de la calidad del paisaje y de elementos de la fragilidad visual más la elaboración de un diagnóstico realizado mediante Sistemas de Información Geográfica (SIG) para su procesamiento, permite el análisis e implementación de un modelo de intervención paisajística sustentable. El proceso se basa en optimizar el manejo y exploración de los elementos visuales básicos que componen el paisaje costero de la Bahía de Banderas en México para establecer bases a fin de identificar impactos territoriales y posibles medidas de conservación, restauración y minimización de alteraciones sobre el mismo. Se determinan las zonas de mayor potencialidad del paisaje e identifican las áreas de protección por sus valores ecológicos. A partir de esto, es viable desarrollar un modelo de evaluación con estrategias para posibles *intervenciones paisajísticas sustentables* mediante recomendaciones y buenas prácticas en la *ocupación del territorio* por parte del sector turístico y de las actividades generadas por ello.

Palabras clave: áreas naturales, calidad del paisaje, fragilidad visual, territorio sustentable, zonas hoteleras.

Abstract:

The approach in this study is the analysis of the Quality of the Landscape and the elements of Visual Fragility based on a process and assessment using Geographic Information Systems (GIS), enabling the analysis and implementation of a Sustainable Model of Landscape Intervention. The process is based on the optimization of the treatment and exploration of basic visual elements of the coastal landscape, with the goal of establish groundwork for identification of territorial impacts and possible measures for the conservation, restoration and minimizing changes on it. The object of the analysis were the main elements of the visual quality of the landscape, such as the watershed and its visual fragility and the landscaping capacity; and thereby determine the areas of greatest potential in the landscape, as well as identify the protection areas on the ecological environment in the Bahía de Banderas, México. From that point on it is possible to develop an Evaluation and Strategic Model for potential actions that include Sustainable Landscape Interventions; and recommendations for good practices in the territory occupation by the tourism sector and the activities that generates.

Keywords: hotel areas, natural areas, quality of landscape, sustainable territory, visual fragility.

Autores:
Silvia Arias Orozco,
silviarias29@hotmail.com
David Carlos Ávila
Ramírez,
david22_2000@hotmail.com
Elizabeth Rivera Borrayo
elizabethrv@hotmail.com

Departamento de Proyectos
urbanísticos en el Centro
Universitario de Arte,
Arquitectura y Diseño de la
Universidad de
Guadalajara.

Centro de Investigaciones en
Medio Ambiente y
Ordenación Territorial

México

Recibido: 23 Ago 2015
Aceptado: 18 Oct 2015

1. Introducción

Para el análisis y manejo del paisaje a nivel territorial, el presente trabajo adopta los principios establecidos por la geógrafa María de Bolós i Capdevila de la Universidad de Barcelona, por Javier Martínez Vega del CSIV (Instituto de Economía y Geografía) y por Joaquín Bosques Sendra del Departamento de Geografía de la Universidad de Alcalá de Henares quienes desarrollaron la teoría y la aplicación a casos de ciudades de estudio en España, cuyas problemáticas se verían atenuadas.

Para ello, se hace uso de los SIG (Sistemas de Información Geográfica) que nos permiten hacer un análisis y procesamiento de datos de forma más precisa; a su vez, se optó por presentar, en este documento, algunos de los resultados obtenidos de un trabajo de investigación más amplio sobre un estudio del paisaje, destinado a evaluar e identificar los elementos que lo componen de acuerdo a las unidades, a la *calidad* y la *fragilidad visual* del paisaje para que sea factible un adecuado manejo y se pueda implementar un sistemas de mejoras para el medio ambiente natural y artificial.

Las intervenciones humanas que se consideran, en el presente estudio, se refieren en su mayoría a edificaciones turísticas; su análisis corresponde a diferentes vistas y zonas hoteleras específicas de los municipios de Bahía de Banderas y Puerto Vallarta en las costas de los estados de Nayarit y Jalisco respectivamente, en México.

Es importante señalar que este trabajo forma parte de algunos de los resultados de investigación del proyecto de ciencia básica denominado: *Desarrollo de criterios e indicadores sustentables hacia la certificación de las edificaciones turísticas en la costa de Jalisco, como oportunidad de mitigación del cambio climático*, financiado por el CONACYT (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología); estudio que se encuentra en proceso y que tiene como objetivo general promover la implementación de conceptos y criterios de sustentabilidad en las edificaciones turísticas, para dar respuesta a los diferentes requerimientos físicos y ambientales en el territorio.

2. Estado del arte

La maestra Bolós menciona que el paisaje, desde la teoría del paisaje con carácter geofísico, se compone de tres elementos fundamentales: las características del geosistema que las define; el tamaño referido a una escala espacial –sistema abierto desde el cosmos como hacia el interior de la tierra–, el período de tiempo considerado en la escala temporal –métodos de datación: absoluta y relativa–; y, las escalas de tiempo cronológico: megaescala, macroescala, mesoescala y microescala (De Bolós, 1992: 500).

En esta misma línea en el trabajo aquí desarrollado “se retoma la sistematización del paisaje presentado por De Bolós, en la que se clasifican por las características del geosistema (su dominancia de elementos) y que distingue a dos grandes tipos de paisajes: naturales y artificiales o antrópicos” (1992).

Dentro de los antrópicos además señala:

- Las características de los subsistemas
- Los elementos
- La energía

Por otro lado, clasifica los paisajes “de acuerdo al espacio: su tamaño físico, su localización geográfica, disposición a nivel territorial y de acuerdo a la funcionalidad; es decir, en relación a las funciones que los individuos puedan desarrollar es posible clasificarlos en paisajes urbanos, rurales y para el turismo” (De Bolós, 1992).

A los Sistemas de Información Geográfica constituidos como una tecnología poderosa en el manejo y gestión de datos espaciales y geográficos, se los considera además como una herramienta efectiva en valoración del paisaje; por tanto, se va a requerir, para su futuro manejo, la elaboración de una base de datos geográficos obtenida mediante la digitalización de las variables e indicadores necesarios hacia el problema a resolver. En general, se requiere las curvas de nivel que han servido para construir el Modelo Digital del Terreno (Bosque Sendra, 1992: 384-387) en donde se muestra las elevaciones sobre el nivel del mar, en cada punto del territorio; hidrografía, cauces y láminas de agua existentes; carreteras y vías de comunicación; núcleos de población; vegetación natural y usos del suelo y topografía.

Los SIG son herramientas cada vez más utilizadas en el ámbito de la toma de decisiones para la gestión de áreas naturales protegidas. Esto se explica por la posibilidad de vincular espacialmente las distintas fuentes de información relacionadas con los procesos y fenómenos hacia los cuales están orientadas las acciones de gestión (Bortoluzzi et al., 2007). Estas herramientas son empleadas, entre otros posibilidades,

para realizar mapas de hábitats (Remm, 2003; Store y Jokimäki, 2003; Bortoluzzi et al., 2007); para determinar áreas de especial interés para la conservación (Margules et al., 2002; Tognelli, 2005; Bortoluzzi et al., 2007); para realizar modelos predictivos de distribución (Lehman et al., 2003; Rushton et al., 2004; Bortoluzzi et al., 2007); para detectar amenazas potenciales para la biodiversidad o decidir cuáles son las áreas más idóneas para el establecimiento de determinadas actividades dentro de espacios protegidos (Senes y Toccolini, 1998).

El modelado espacial en el entorno de los SIG facilita la consideración simultánea de múltiples variables y sus interacciones de cara a comprender el funcionamiento del territorio como un todo y, fundamentalmente, a la evaluación y planificación del mismo. Martínez Vega establece la capacidad de contribuir a las investigaciones de las áreas protegidas y a la toma de decisiones eficientes en el uso adecuado de los recursos disponibles y en la ejecución de una gestión sostenible (Espeje et al., 1999; Romero y Martínez Vega, 2001; Romero, 2002; Bortoluzzi et al., 2007).

Asimismo otros expertos afirman que la “Ecología del Paisaje facilita el análisis del territorio, tratando de comprender y comparar las diversas configuraciones espaciales a través de las manchas de usos del suelo de distintas formas, cantidades, clases” (Riitters et al., 1995; Hong et al., 2000).

Las valoraciones ecológicas y paisajísticas son esenciales para una gestión sostenible del territorio y para orientar la toma de decisiones de los gestores responsables en un escenario multipropósito. En este contexto, se proporciona un marco conceptual apropiado para responder a las demandas de información que realizan los planificadores de los espacios naturales protegidos.

3. Objetivos

- Identificación de las unidades del paisaje.
- Evaluación de la *Calidad* y de la *Fragilidad Visual del Paisaje* en la zona de Bahía de Banderas.
- Determinación de un modelo de valoración de paisaje como base para establecer recomendaciones sustentables de los emplazamientos turísticos, hacia la preservación del entorno ecológico.

Para el planteamiento de la valoración del territorio a través de unidades de paisaje es posible determinar la calidad y la fragilidad visual del mismo, encaminadas al desarrollo de estrategias de intervención con el menor grado de impacto ambiental en la Bahía Banderas en México.

4. Metodología

La metodología empleada es similar a la utilizada en investigaciones de Martínez Vega (Martínez Vega et al., 2007b; Martínez Vega y González Cascón, 2007), aunque adaptada al objetivo específico de este trabajo y a la peculiaridad del área de estudio y de la información disponible; incluye ligeras variantes. Como señalan estos autores, se establece a través de experimentar si este método, apoyado en fuentes de información cartográfica disponibles a nivel regional, es consistente y útil para establecer unidades de paisaje en los espacios protegidos y que, de esta manera, en el futuro sea factible generar planes de gestión para la preservación del ecosistema natural y urbano.

El método utilizado está basado en los análisis de María de Bolós (1992), al que se realizaron algunas adaptaciones de acuerdo a las condiciones específicas del lugar, a la información disponible y en base a otras investigaciones propias.

El análisis del paisaje se llevó a cabo en el área del municipio de Bahía de Banderas, en el Estado de Nayarit y en el Municipio de Puerto Vallarta, en el Estado de Jalisco, ubicados en la costa poniente del pacífico mexicano. El estudio se realiza en cuatro zonas donde se han desarrollado un importante número de hoteles; las áreas referidas representan a las unidades del paisaje o subsistemas. Acorde a las características del geosistema por su dominancia antrópica se denominan: zona hotelera Nuevo Vallarta; zona hotelera de Marina Vallarta, zona hotelera Norte y zona hotelera Centro.



Figura 1: Metodología de análisis de la fragilidad visual. Fuente: Elaboración propia.

El análisis del paisaje se refiere en específico a la percepción, a la valoración de la calidad y a la fragilidad visual del paisaje natural para obtener un diagnóstico, mediante la determinación del grado de fragilidad de acuerdo a los atributos seleccionados como es la pendiente, la orientación o el grado de naturalización y calidad de vegetación.

Con la valoración de la fragilidad obtenida es factible determinar las futuras zonas de intervención de manera integral, conservando la calidad del paisaje y el atractivo ecológico del área.

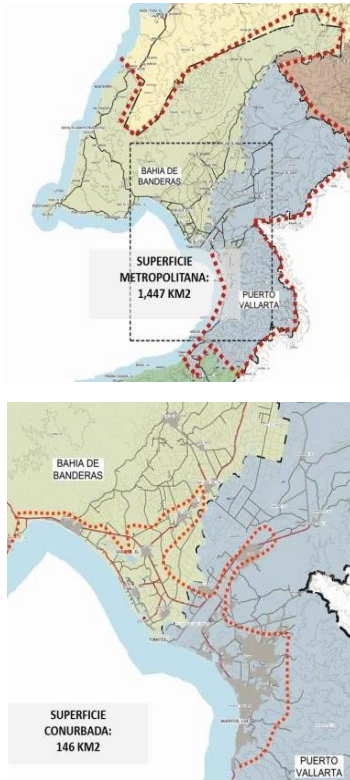


Figura 2: Localización de la zona de Bahía de Banderas y Puerto Vallarta, Pacífico Mexicano.

Fuente: FIDERCO-SOP-SEDEUR (2007). *Documento de Diagnóstico del POZMIPV y BB.*

Es necesario mencionar que la información alfanumérica e imágenes *raster* obtenida y procesada a través de las herramientas SIG tiene como soporte una base cartográfica y una planimetría proporcionada por el IITEJ (Instituto de Información Territorial del Estado de Jalisco), generada en el 2006 y que contiene datos topográficos de las curvas de nivel y demás información georeferenciada para hacer el relieve topográfico, recursos naturales existentes, tipo de vegetación y usos del suelo del territorio que comprende al Estado de Jalisco; a su vez se complementó con información del Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI) para el análisis de la zona que se encuentra en el Estado de Nayarit.

Problemas relacionados con la base de datos originales y derivados de la metodología

Es necesario entender que a pesar de la precisión de los datos auxiliados y generados a través de los sistemas SIG, éstos siempre estarán supeditados a la información que se encuentra en las instituciones oficiales y en los diferentes niveles de gobierno encargadas de procesar y registrar datos del territorio en base a las geotecnologías modernas; esto supone un problema en algunas ocasiones, debido a las diferencias en la calidad de datos confiables.

Por tanto, uno de los problemas principales que se presentaron para el presente análisis, tiene que ver con la obtención de la información digital geoespacial y territorial actualizada, debido a los largos procesos de gestión por parte de las instituciones, en este caso estatales y municipales, para adquirirlos y proporcionarlos a la ciudadanía en general. El Estado de Nayarit se encuentra con un mayor rezago en sus procesos y registros de información territorial actual.

La información que se utilizó y se procesó en este trabajo, se relaciona a datos del 2006¹ que si bien no existe gran diferencia con las bases de cartográficas topográficas en relación a la vegetación y a los usos del suelo, sí pueden variar debido a que en la actualidad se ha presentado un importante dinamismo en los procesos de urbanización del espacio de estudio, sobre todo si se quiere tener datos estables sobre las condiciones actuales, teniendo en cuenta que el fenómeno de la fragilidad del paisaje es muy variable en el tiempo y, por tanto, se necesitará largos periodos para recabar datos representativos.

Es necesario advertir que hay información que solo corresponde al Estado de Jalisco y una parte importante corresponde a la entidad federativa vecina en el Estado de Nayarit; en este caso, son escasas las posibilidades de contar con esa misma información base cartográfica digital. Debemos mencionar, además, que algunos de los datos fueron verificados de forma personal, pero gran parte están supeditados o basados a las fuentes oficiales.

A pesar de los problemas encontrados en términos metodológicos respecto a la obtención de datos, se puede concluir que la aproximación a los mapas generados en SIG son suficientemente adecuados para los fines prácticos del presente análisis, pues se puede establecer que existe un avance con respecto a la elaboración de este tipo de bases de información cartográfica, en esta forma de análisis específico; al mismo tiempo, se generan nuevos retos metodológicos en estos estudios, desde el punto de vista académico.

5. Percepción visual del paisaje

Para el estudio paisajístico es necesario establecer un seguimiento a través de la percepción visual del entorno para su correcta interpretación visual (figura 3). María de Bolós (1992) ha determinado dos factores de visualización en el paisaje de acuerdo a las diferentes vistas que posee: la cuenca visual y la intervisibilidad; todo ello, hacia una adecuada delimitación de las unidades del paisaje.

¹ La serie temporal de dichos datos tiene una diferencia de ocho años, si tomamos el 2015 como fecha del presente estudio.

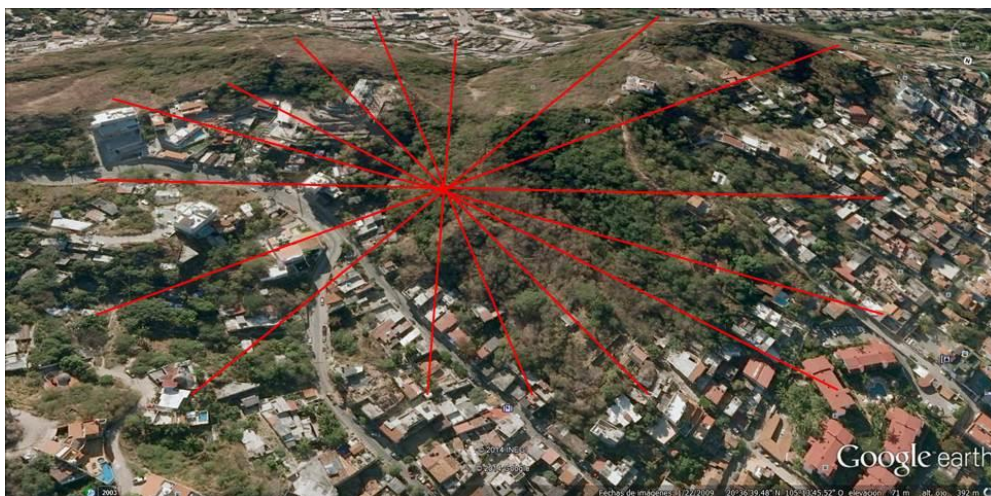


Figura 3: Emisión de visuales desde un punto de la Bahía de Banderas, representada sobre una fotografía aérea, para la determinación de la cuenca visual.

Fuente: Elaboración propia a partir de imagen obtenida de Google Earth.

La *Cuenca Visual* es la zona desde la que son visibles un conjunto de puntos o, recíprocamente, la zona visible desde un punto o conjunto de puntos. En un territorio de relieve accidentado sus límites coinciden con las divisorias de aguas. Los métodos para determinar la cuenca visual de un punto dado se basan fundamentalmente en el trazado de emisión de visuales desde el punto (líneas rectas), y su intersección con la altura que ofrece el relieve circundante. La emisión de visuales se efectúa sobre el terreno o sobre un mapa topográfico. Estas visuales parten radialmente del punto al determinar su cuenca. Se precisan por lo menos un mínimo de 16 vistas para obtener resultados fiables (Bolós, 1992).

Por tanto, la determinación de la cuenca visual resulta de gran importancia para la evaluación posterior respecto a los impactos visuales.

La *intervisibilidad* califica al territorio según el grado de visibilidad recíproca de todas las unidades entre sí –las líneas de las visuales trazadas ayudan a determinar la cuenca visual entre los diferentes puntos o zonas del paisaje, es decir la intervisibilidad–. Con ello se valora la existencia de panorámicas amplias en el horizonte visual de cada punto dentro de la Bahía de Banderas. Dicho valor es proporcional a la altitud relativa de las distintas zonas así como al elevado contraste de alturas que se presentan en el entorno circundante. También es clave a la hora de determinar el impacto visual de una determinada actividad o acción antropogénicas humanas.

Debido a que el paisaje está considerado como un recurso natural valioso, se ha establecido la capacidad

paisajística de territorio mediante varios aspectos: calidad visual, potencialidad y fragilidad visual del paisaje destinado a recibir los elementos o acciones del ser humano.

La *calidad visual* del paisaje se determina mediante la evaluación de los valores estéticos que posee. Para representar esto, se aplica el esquema metodológico desarrollado por María Bolós de la Universidad de Barcelona, España; según su experiencia, “(...) la visualización de un paisaje incluye tres elementos de percepción (figura 4): las características intrínsecas del punto donde se encuentra el observador, las vistas directas del entorno inmediato y el horizonte visual o fondo escénico” (Bolos, 1992).

La *potencialidad del paisaje* es una de sus características que se deriva sobre todo de la combinación del potencial de vistas, entendido como la visibilidad del territorio expresada en profundidad y amplitud de campo así como de la calidad de las unidades accesibles a dichas vistas.

El concepto de *fragilidad visual* va a indicar el deterioro que el paisaje experimenta mediante las actuaciones del hombre. Este concepto se opone al de capacidad de absorción visual que es el potencial que posee un paisaje de absorber visualmente modificaciones sin alteraciones de su calidad visual. La figura 5 muestra los elementos que intervienen en la valoración de la fragilidad visual de un paisaje (Bolós, 1992).

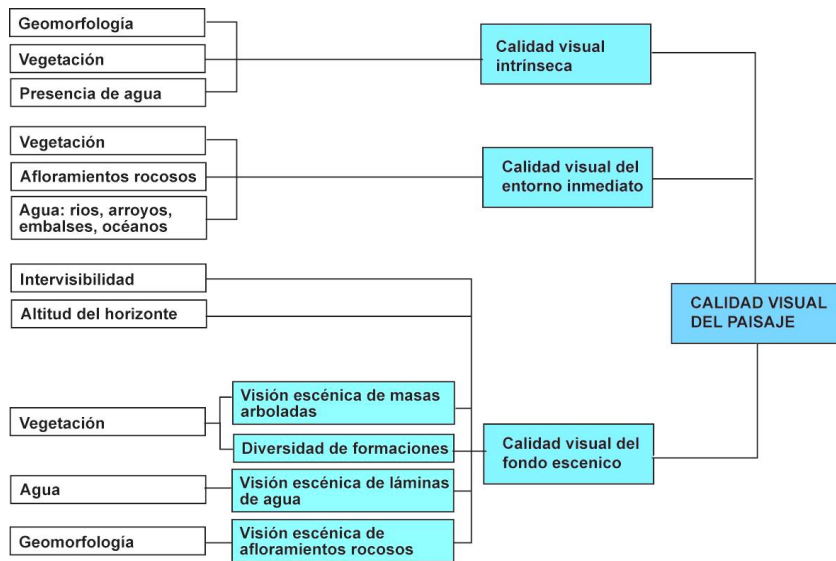


Figura 4: Calidad visual del paisaje.
Fuente: Bolós, 1992.

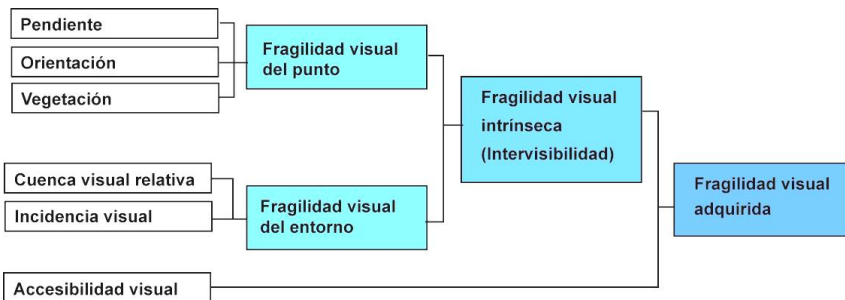


Figura 5: Fragilidad visual del paisaje.
Fuente: Bolós, 1992.

Se divide además en Fragilidad Visual Intrínseca, Visualización o Visibilidad –posibilidad de que las futuras actuaciones sean vistas–, Accesibilidad –teniendo en cuenta el número potencial de observadores–. Las zonas menos frágiles coinciden con las zonas no visibles desde el exterior; la Fragilidad Visual Extrínseca.

En base a este esquema, se desarrollará un análisis y diagnóstico en el territorio de Bahía de Banderas, correspondiente a las zonas hoteleras, en vías de establecer un modelo de intervención sustentable hacia un correcto emplazamiento de la arquitectura turística dentro del entorno natural. Con esto, se pretende que sea factible mejorar y proteger el valor estético y ambiental del paisaje intervenido así como los componentes de fragilidad visual intrínseca, visibilidad y accesibilidad.

Actividad

Se define como la visibilidad que existe desde el exterior hacia el interior del ámbito estudiado; concepto adaptado de las técnicas de Javier Martínez Vega y Joaquín Bosques Sendra (1997) quienes hacen uso de otro sistema de información geográfica denominado IDRISI, con el que intentan equiparar la actividad a la superficie de cuenca visual de cada unidad paisajística. Se tratará de comprobar la superficie de todo el ámbito que se ve recíprocamente de cada unidad (figura 6). El resultado final de la cuenca visual influye la superficie de la unidad observada. El cálculo de la variable se pone en relación la superficie ocupada por unidad observada – mirador–.



Figura 6: Visibilidad proveniente del exterior, hacia el interior, que define la actividad del ámbito de estudio. **Fuente:** Elaboración propia, en base a Joaquín Bosque (1997).

Conservabilidad

Este parámetro de la conservabilidad determina las zonas del territorio que por sus características y calidad del paisaje es conveniente y oportuno preservar. Asimismo ayuda a integrar las variables de los criterios paisajísticos y los de visibilidad así como a obtener una evaluación más global de las diferentes unidades del territorio. Se define según Joaquín Bosque (1997) como:

$$\text{Conservabilidad} = \text{Calidad} + \text{Fragilidad} + \text{Receptividad} + \text{Actividad.}$$

Con ello se determina que una unidad de análisis puede llegar a ser más conservable de acuerdo a un mayor nivel de la calidad intrínseca del paisaje, una fragilidad mayor y una receptividad y actividad más relevantes.

La interpretación de lo anterior significa que una unidad paisajística con mayor índice de conservabilidad resulta ser la zona más elevada, las montañas que circundan la Bahía de Banderas porque en sí mismos poseen un alto índice de calidad acorde a la vegetación natural del entorno (figura 7). Mediante criterios fisiográficos se delimitaron, hasta cierto punto, unidades irregulares porque las zonas de estudio han crecido de manera aleatoria; es decir, no siguieron un patrón regular.

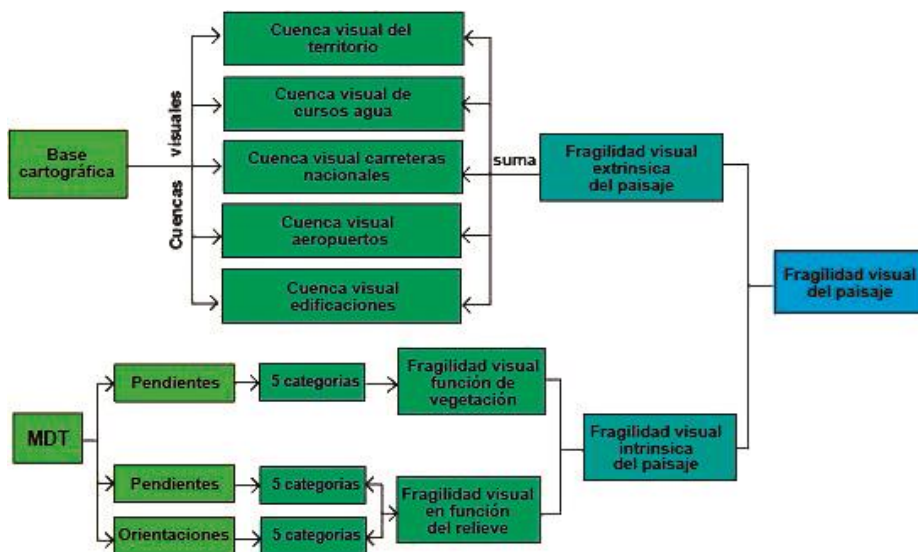


Figura 7: Fragilidad visual del paisaje propuesto para el caso de estudio. **Fuente:** Elaboración propia, adaptado y modificado de Martínez (2001).

La elección de criterios en el presente trabajo se centró en la variable pendiente, de acuerdo a su porcentaje – van de 0, 5, 15, 30 y 45% de pendiente– y a la orientación –Este, Sureste, Sur, Suroeste; Oeste, Noreste; Norte, Noreste– así como el uso de suelo y vegetación; con esto, se forman varias parcelas o terrenos contiguos con el mismo nivel de pendiente, denominadas las llanas a más de fondos de valle y zonas elevadas o inclinadas que conforman las laderas de zonas montañosas.

Delimitar un conjunto de grandes parcelas homogéneas, en relación a los tres criterios planteados, es relativamente fácil mediante la digitalización en pantalla del mapa a través el SIG y del resultado del cruce de las tres variables mencionadas –misma que se explicará más a detalle sobre el procedimiento del cálculo– para el desarrollo del análisis diferenciando las distintas zonas fisiográficas y de uso de suelo existentes en el área de Bahía de Banderas.

Por lo anterior, se procede a la cuantificación de los parámetros paisajísticos mediante los Criterios Paisajísticos de Visibilidad, en el siguiente orden:

Calidad

Muestra el estado actual del paisaje costero compuesto por tres elementos: naturalidad, variedad y singularidad.

- **Naturalidad.**- A través de los mapas es posible realizar medición de esta variable: cuantificar las superficies naturales de cada unidad territorial definida, correspondiente a las zonas hoteleras. Los elementos considerados como naturales –no afectados por actividades del hombre– engloban un conjunto de factores: cursos fluviales, lagos, masas arbóreas, cerros, zonas elevadas del territorio, con fuerte pendiente –más de 5° de inclinación– porciones muy visibles de cualquier zona del área y que determinan un fondo escénico muy atractivo.
- **Variedad.**- La variedad en función de la vegetación natural y formas de ocupación del suelo existentes en cada zona hotelera o unidad paisajística. Cada unidad se puede destacar por su diversidad o monotonía; entre mayor número de ocupación del suelo diferente y más uniforme, la proporción de superficie de cada unidad será más diversa.
- **Singularidad.**- Determina la cantidad de elementos no habituales existente en el ámbito estudiado: las montañas, los cuerpos de agua, tipo de vegetación que no se repite. El parámetro de singularidad se mide con un porcentaje; las unidades territoriales con proporciones más elevadas de superficie ocupadas por estos elementos, serán consideradas como más singulares.

Índice de fragilidad intrínseca

Realizar un inventario de ocupación de uso de suelo que pueden presentar valores más o menos elevados de fragilidad, en función del aspecto visual del paisaje para luego determinar el porcentaje de superficie que las ocupaciones frágiles suponen en el conjunto de la unidad.

Ocupaciones de suelo frágiles son aquellas en la que cualquier actividad del hombre se haría muy visible: la construcción de una vivienda dentro de un bosque queda más oculta a la vista que en una zona de matorral o área cultivada.

La fragilidad se relaciona también con la visibilidad que se tiene desde el exterior de la unidad así como el número potencial de observadores.

En términos generales, el SIG permite generación de cuencas visuales: zonas desde donde es visible un punto o conjunto de puntos –mirador– y/o recíprocamente, la zona visible desde un conjunto de puntos. El trazado de Cuencas Visuales parte del apoyo topográfico y el resultado es un conjunto de unidades homogéneas frente a la respuesta visual, sobre la base del Modelo Digital de Terreno (MDT) de la zona.

Modelo de trabajo para evaluar la Fragilidad Visual del Paisaje que se integra el MDT a través de la plataforma del sistema de *ArcGis*, en donde primero se hizo el cálculo de las pendientes topográficas y posteriormente se realizó el modelo tridimensional a través de las herramientas en *ArcScene*.

En el caso del análisis por pendientes, éstas se realizaron respecto a cada cara –perfil– de la superficie del terreno –de acuerdo con el relieve topográfico y curvas de nivel de la cartografía digital existente–. El mapa resultante se hizo en base a la interpolación adaptada a datos vectoriales –dirección u orientación de cada una de las pendientes– que nos permite ver con mayor detalle el análisis espacial en el conjunto del territorio.²

Si bien se cuenta con datos respecto a las laderas topográficas del lugar establecidas a partir de las curvas de nivel, el cálculo de la orientación de la pendiente está basado en intensidad del desnivel; es decir, su ángulo se calcula respecto a los grados de inclinación con relación a los puntos cardinales.

Para nuestro análisis particular, los mapas generados se dividieron en ocho categorías según los ángulos de procedencia de la orientación. Los ángulos tomados han sido utilizados para transformar la información espacial continua en formato *raster* a una información discreta

² Cabe advertir que este tipo de mapas no existen habitualmente en bases cartográficas; éstos, en general, deben ser generados previamente mediante algún procedimiento numérico con los datos disponibles en bases topográficas territoriales (curvas de nivel) y con las herramientas GIS que permiten hacer el cálculo con mayor precisión.

de dirección de la pendiente, según la orientación respecto a los puntos cardinales y siempre en sentido de las manecillas del reloj (figura 8).

Es necesario hacer mención que la razón de que aparezca repetida la orientación Norte (N) es la imposibilidad en ArcGis de agrupar en la misma clasificación valores que contengan separación numérica y que aun así pertenecen a una misma clase categórica; es decir, la fórmula estaría comprendida entre los valores menores de 22,5 grados y los mayores que 337,5 grados.

Por tanto, a partir de este análisis, se toma un mirador en cada una de las unidades paisajísticas estudiadas; con ello se define el área que es visible desde los puntos establecidos. El cálculo del porcentaje de superficie de otras unidades que percibe cada unidad integrará además el índice de fragilidad.

Los valores de fragilidad visual que van desde la alta a baja, se consideran de acuerdo al nivel de visibilidad respecto al grado de radiación solar recibida en el transcurso del año.

Delimitación de las unidades

Dentro de la región de Bahía de Banderas se considera una vista Nor-Este (NE) que corresponde a la primera

gran unidad que es la vista general de la misma. Unidades derivadas de la anterior son las diferentes áreas hoteleras descritas como zona hotelera de Nuevo Vallarta, zona hotelera de Marina Vallarta, zona hotelera Norte y zona hotelera Centro (figura 9).

6. Resultados

La **evaluación de la fragilidad visual del paisaje** se realiza primero en función al relieve y de acuerdo al porcentaje de pendiente. Una vez que se le asigna un valor, se compara y se adiciona con la fragilidad por orientación de la pendiente (figura 10).

De esta forma, se puede observar que la pendiente está directamente relacionada con la inclinación del terreno; es decir, un terreno con mayores pendientes es más visible hacia las zonas más altas desde ciertos puntos del observador más remoto. Sin embargo, con pendientes nulas existen menos zonas visibles porque pueden constituirse como barreras visuales.

La integración de los valores de fragilidad visual y calidad del paisaje, con respecto al porcentaje y a la orientación, da como resultado una serie de áreas más susceptibles de un grado o nivel de mayor fragilidad visual en el territorio.

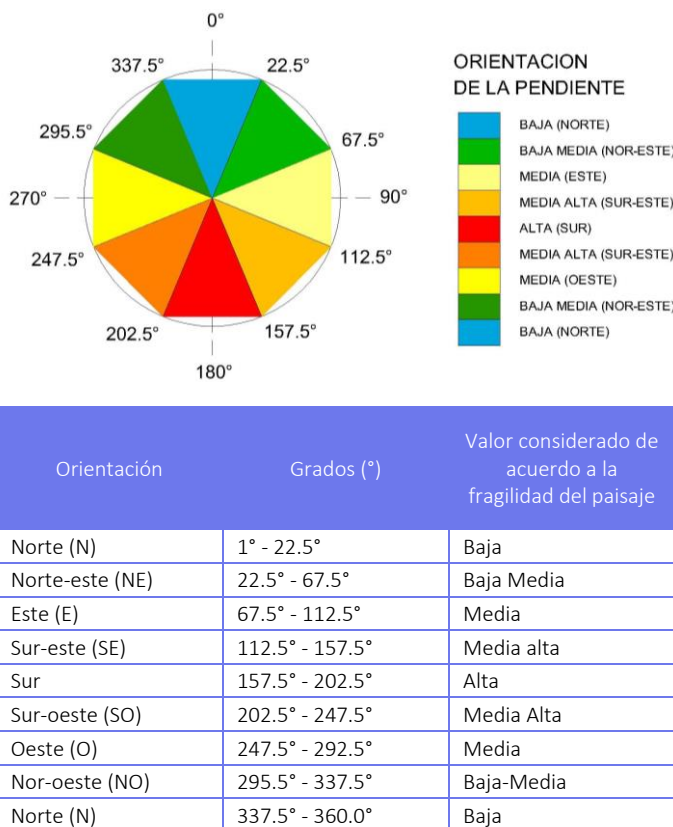


Figura 8: Diagrama y Cuadro de la Orientación de la pendiente. Fuente: Elaboración propia.

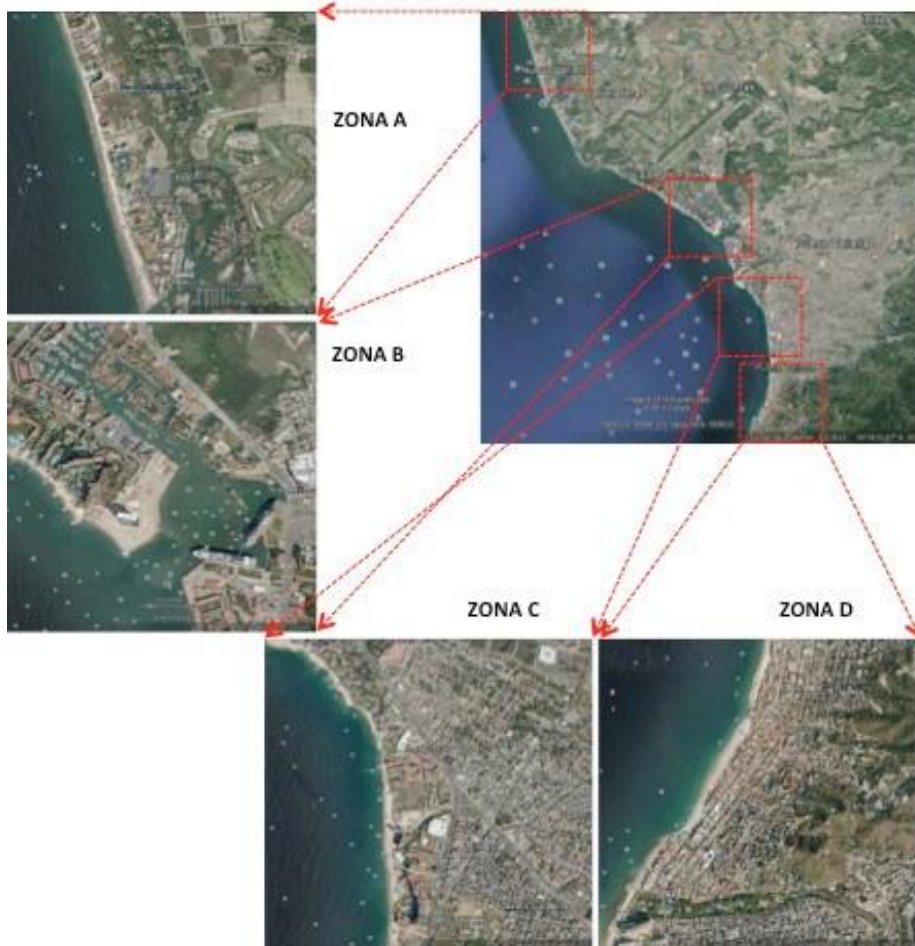


Figura 9: Delimitación de las zonas hoteleras seleccionadas, Bahía de Bandera y Puerto Vallarta, México.
Fuente: Elaboración propia, a partir de imagen obtenida de Google Earth

Las áreas naturales de vegetación se han visto altamente modificadas por los asentamientos turísticos y sus infraestructuras de servicio; la invasión a zonas como el estero del Salado es un ejemplo tajante de la falta de protección a las zonas naturales. Es importante recalcar que para la segunda etapa del trabajo, se planea delimitar dichos espacios con ayuda de las variables de la calidad del paisaje, donde se integran los conceptos de la diversidad biogeográfica y las vistas panorámicas de las cuencas visuales más importantes en la Bahía de Banderas.

Las zonas de mayor fragilidad coinciden con una menor ocupación del suelo, al menos en las zonas de mayor pendiente. Tanto los asentamientos humanos como los desarrollos turísticos se establecieron fuera de las zonas de mayor fragilidad visual del paisaje; sin embargo, cabe recalcar que en la segunda etapa del análisis, se aplicarían también las otras variables de la calidad del paisaje relacionadas con fragilidad visual extrínseca integrada a las cuencas visuales; de allí, con seguridad, se obtendrían otros grados de impacto.

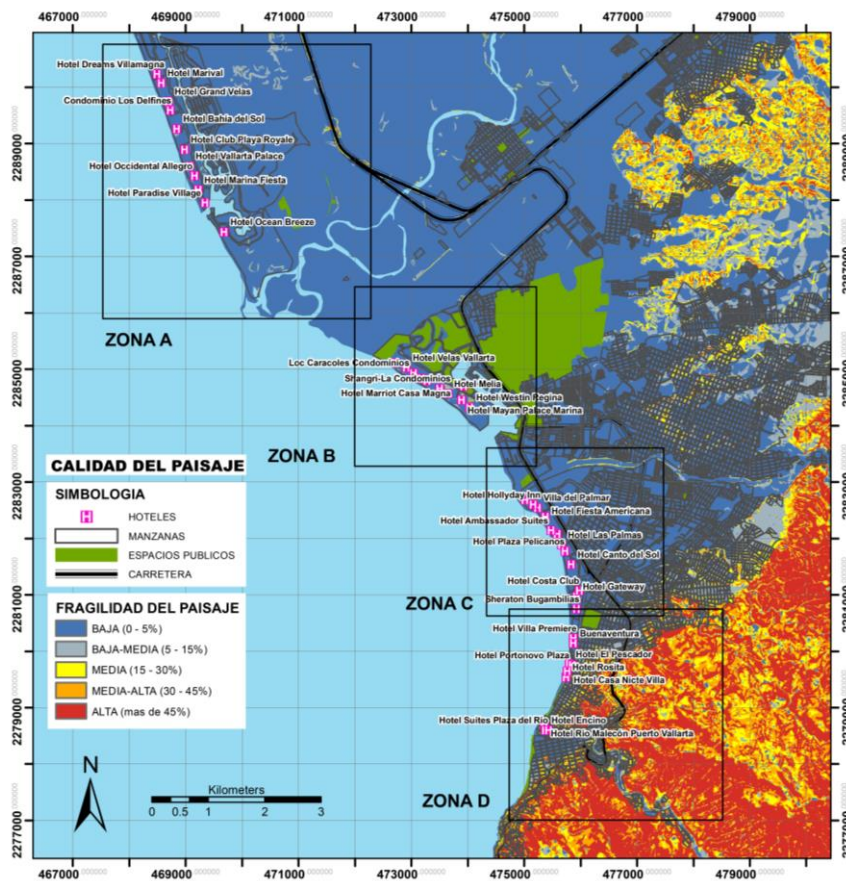


Figura 10: Fragilidad visual del paisaje de acuerdo al porcentaje de la pendiente
 Fuente: Elaboración propia a través de SIG sobre base cartográfica y planimetría del IITEJ (2006) e INEGI.



Figura 11: Fragilidad visual de acuerdo al porcentaje de la pendiente.
 Fuente: Elaboración propia a través de SIG, sobre base cartográfica y planimetría del IITEJ (2006) e INEGI.

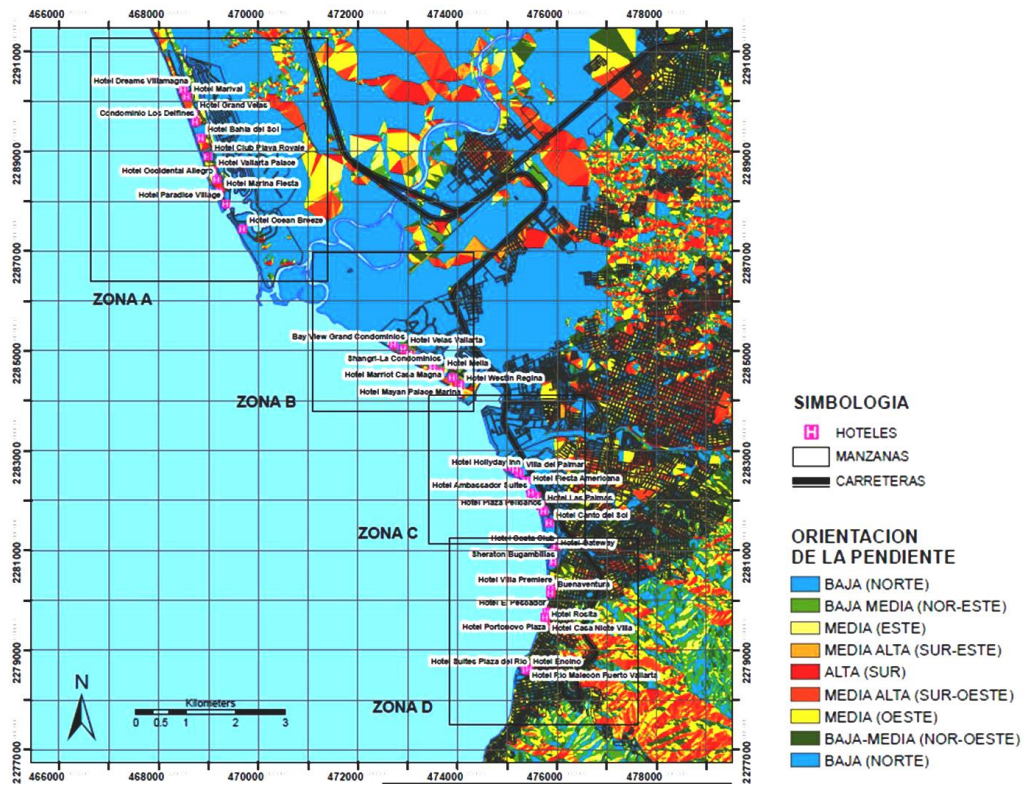


Figura 12: Calidad del Paisaje de acuerdo a orientación de la pendiente.
 Fuente: Elaboración propia a través de SIG, sobre base cartográfica y planimetría del IITEJ (2006) e INE.

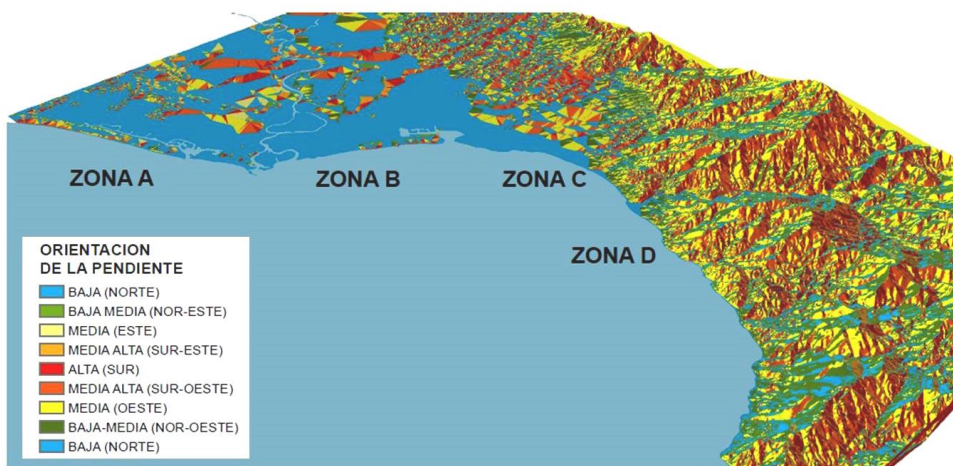


Figura 13: Calidad del Paisaje de acuerdo a orientación de la Pendiente
 Fuente: Elaboración propia a través de SIG, sobre base cartográfica y planimetría del IITEJ (2006) e INEGI.

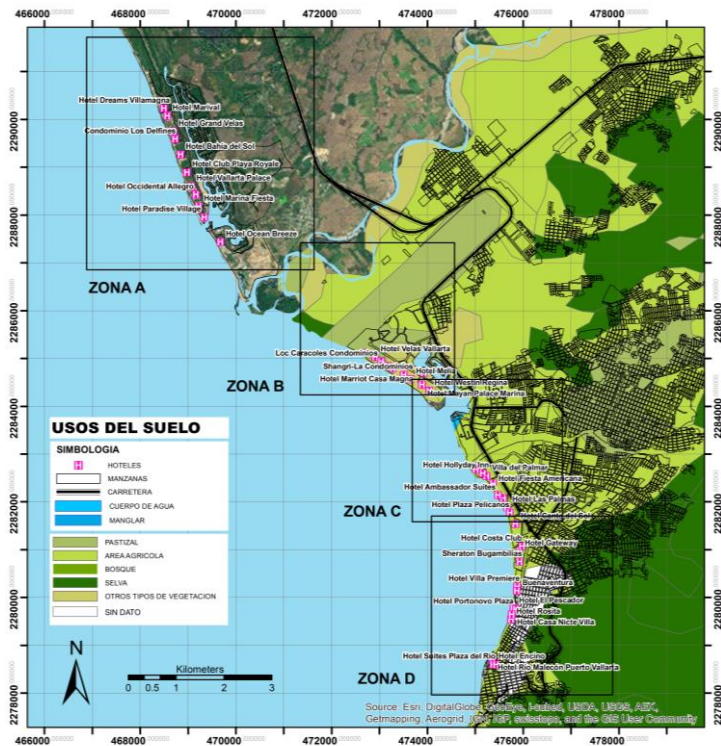


Figura 14: Fragilidad visual de acuerdo a los usos de suelo.

Fuente: Elaboración propia a través de SIG, sobre base cartográfica y planimetría del IITEJ (2006) e INE.

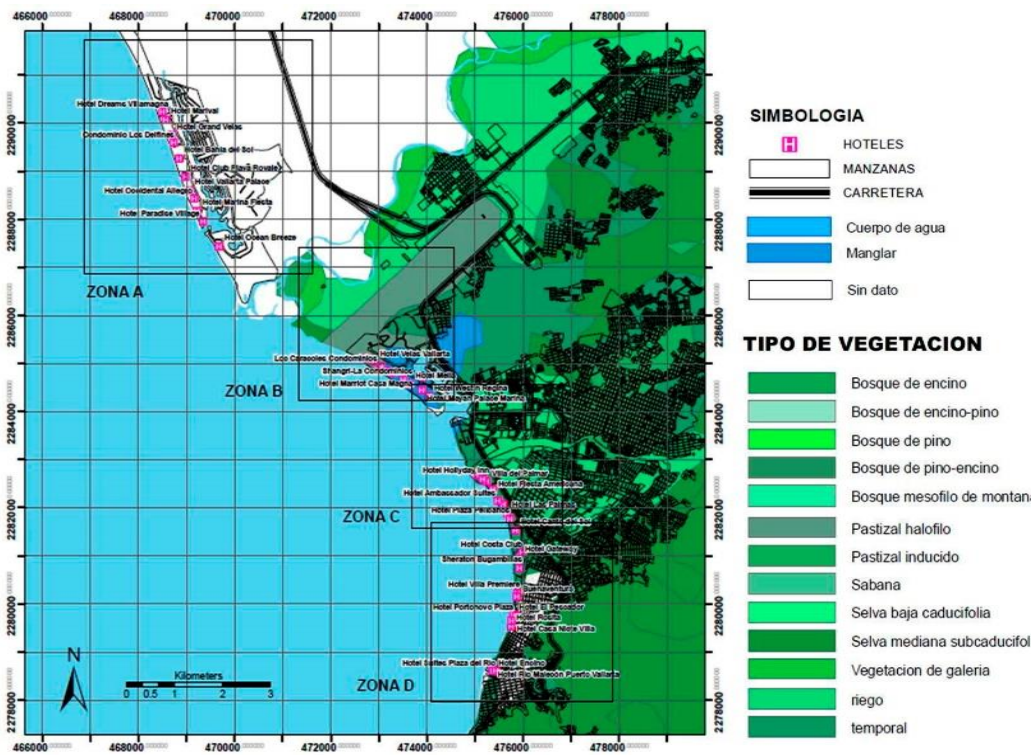


Figura 15: Fragilidad visual de acuerdo al tipo de vegetación

Fuente: Elaboración propia a través de SIG, sobre base cartográfica y planimetría del IITEJ (2006) e INEGI.

7. Conclusiones

Las técnicas de evaluación del paisaje basadas en la fragilidad visual del mismo, en general, se valoran como sistemas subjetivos; sin embargo, presentan ciertas ventajas como: se pueden aplicar en áreas de diferentes escalas (grande, media o pequeña); pueden ser utilizadas para identificar y describir áreas de requieran técnicas de conservación así como políticas de restauración; proporcionan inventarios completos para la futura planificación de usos de suelo en las diferentes etapas de crecimiento en las ciudades costeras, con ello se puede obtener una superficie destinada a reservas territoriales para asentamientos turísticos, como nuevas fuentes de trabajo y para destinar una parte a la conservación del paisaje urbano y natural.

La aplicación de estudios de calidad y fragilidad visual de paisaje es necesaria para la correcta ordenación territorial; de manera especial, si trata de espacios naturales o de protección medioambiental. Las políticas de conservación y restauración del entorno natural son importantes porque tienen una vocación compatible con las actividades turísticas y recreativas.

Así mismo el estudio de la fragilidad es de suma utilidad en el trazado y planeación de la infraestructura porque

en base a las áreas obtenidas, se podrán sugerir los espacios con menor fragilidad para incorporar equipamientos urbanos, con una mayor calidad visual del paisaje; en este caso, del área de estudio en los municipios de Bahía de Banderas y Puerto Vallarta, en México.

Los resultados expuestos de estos estudios son parciales, pues en la siguiente fase de este trabajo de investigación se analizarán y evaluarán los demás atributos del paisaje así como de otras zonas hoteleras en la Bahía de Banderas.

Como citar este artículo/How to cite this article:
 Orozco, D., Avila, D., & Rivera, E. (2016). La calidad del paisaje costero, a través de Sistemas de Información Geográfica (SIG) hacia un manejo territorial sustentable. *Estoa. Revista de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de Cuenca*, 5(8), 7-20. doi:10.18537/est.v005.n008.02

Bibliografía

- Arias, Silvia y Ávila, David. *Ecología Urbana*. Guadalajara: Editorial Universidad de Guadalajara, 2001.
- Bolós, María. *Manual de ciencia del paisaje*. Barcelona-España: Editorial Masson, 1992.
- Bosque, Joaquín; Gómez, Monserrat; Rodríguez, Ana Esther; Rodríguez, Víctor Manuel; Vela, Antonia. "Valoración de los aspectos visuales del paisaje mediante la utilización de un SIG". *Documents d'Anàlisi Geogràfica* 30. España: Departamento de Geografía-Universidad de Alcalá de Henares, (1997). 01 de junio, 2014.
- <http://www.geogra.uah.es/joaquin/pdf/calidad-visual-paisaje.pdf>
- Escribano, María del Milagro. *El paisaje*. Barcelona: Editorial MOPU, 1989.
- México. Fideicomiso para el Desarrollo de la Región Centro (FIDERCO)-Occidente / Secretaria de Obras Públicas (SOP) / Secretaria de Desarrollo Urbano (SEDEUR), Gobierno del Estado de Jalisco 2007. *Documento de Diagnóstico del Plan de Ordenamiento de la Zona Metropolitana Inter-estatal de Puerto Vallarta-Bahía de Banderas (POZMIPV y BB)*. Instituto de Información Territorial del Estado de Jalisco (IITEJ) febrero, 2014. <http://iit.jalisco.gob.mx>
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) diciembre 2013 <http://www.inegi.org.mx>
- Martínez, Javier. *Métodos para la Planificación de Espacios Naturales protegidos*. Madrid: Editorial Consejo Superior de Investigaciones Científicas, 2003.