

VIABILIDAD DEL MÉTODO DE CUENCA VISUAL EN LAS EVALUACIONES DE IMPACTO AMBIENTAL

Francisco Rafael García Vázquez¹

biofgarcia@gmail.com

Joaquín Jiménez Huerta²

joako81@hotmail.com

RESUMEN

La cuenca visual (CV) en el contexto de la evaluación del paisaje se entiende como la manifestación visual o externa del territorio, derivada de la combinación de una serie de factores causales físicos (geomorfología, clima, vegetación y perturbaciones naturales y antrópicas) (Ámbar, 2012). A pesar de su relevancia, el método no ha sido ampliamente aplicado en México, aun cuando existen proyectos que bien pueden estar bajo su análisis. La presente investigación compara la viabilidad del método en las evaluaciones del impacto ambiental, aplicando los criterios para la viabilidad y factibilidad durante la evaluación del paisaje en los estudios de impacto ambiental (EIA). Asimismo, se determinó el nivel de impacto ambiental en diferentes condiciones de cuencas o paisajes, para el caso de varios proyectos con un orden ascendente en relación al área aprovechada. Los criterios del método de cuenca visual fueron comparados con el método matricial de Leopold (1971) en EIA, y se propuso su aplicación para calidad y fragilidad visual como un índice de evaluación en dichos estudios. La metodología aplicada corresponde a la selección de obras para aplicar el análisis, con base a la superficie de aprovechamiento; posteriormente se definieron los parámetros del método, que incluyen: calidad visual, fragilidad visual y capacidad de absorción visual. Se apropiaron fases para la evaluación y análisis de paisaje concentrando datos como información del proyecto, puntos de observación, cuencas visuales, unidades de paisaje, simulaciones virtuales y comparación de resultados con modelos matriciales. Independientemente del sitio en donde se realice la evaluación constituye un indicador confiable para el análisis de impactos ambientales; sin embargo, dicha confiabilidad aumenta en zonas donde el área a afectar resulta mayor a 3 hectáreas, porque se presentan vistas panorámicas, que facilitan la percepción para el observador en relación a los parámetros que solicita el método. Una mayor precisión en la evaluación depende del observador, con base en su experiencia, sensibilidad de apreciación y conocimientos técnicos. La aplicación de la cuenca visual puede resultar insuficiente si lo que se requiere es un inventario o una caracterización detallada del sitio donde se pretende desarrollar un proyecto.

¹ Biólogo con Especialidad en Diagnóstico y Gestión Ambiental, Universidad Veracruzana. Facultad de Biología y Facultad de Ingeniería Química. Universidad Veracruzana. Circuito Gonzalo Aguirre Beltrán s/n. Zona Universitaria. Xalapa, Veracruz, México. C.P. 91000. Teléfono: (228) 8421700.

² Maestro en Desarrollo Rural Sustentable. Universidad Veracruzana.

INTRODUCCIÓN

El término *cuenca visual* (CV) está concebido dentro del concepto de Evaluación del Paisaje, como “la manifestación visual o externa del territorio, derivada de la combinación de una serie de factores causales físicos como son la geomorfología, clima, vegetación e incidencia de perturbaciones de tipo natural y de origen antrópico” (Ámbar, 2012).

Bajo este contexto, la propuesta que se presenta intenta abordar la factibilidad y viabilidad del análisis del impacto ambiental en el paisaje a través de la técnica de cuenca visual, como un ejercicio de análisis señalado por la Secretaría de Medio Ambiente de Veracruz, en la Guía para la Elaboración de Manifestaciones de Impacto Ambiental. De esta manera se buscó identificar las características ambientales y bióticas para su aplicación en campo y tener mayor certeza en el proceso de evaluación de las características del paisaje que pudiesen ser modificadas, como consecuencia de los proyectos de desarrollo socioeconómico.

En ese sentido, la problemática ambiental generada por la ejecución de proyectos de desarrollo en un contexto regional, como el estado de Veracruz, representa un reto en las manifestaciones de impacto ambiental y en particular en la evaluación paisajística. Con la misma tónica, el territorio veracruzano presenta múltiples diferencias altitudinales marcadas por una geomorfología bastante accidentada que se presenta desde planicies extensas en la costa hasta las zonas montañosas y accidentes geográficos bien delimitados, aunado a los diferentes tipos de ecosistemas presentes a lo largo y ancho del territorio estatal. Es debido a estas características que el análisis de cuenca visual puede utilizarse para la evaluación del impacto visual de actuaciones con efectos negativos sobre el paisaje.

Por tal motivo, identificar los criterios y condiciones bajo los cuales la evaluación del paisaje por el método de cuenca visual pueda ser aplicable, resulta ser una gran aportación en los estudios de evaluación como un instrumento dentro la gestión ambiental. Con ello se pretende contribuir a la mejora de los procesos metodológicos y de gestión en las evaluaciones del impacto ambiental.

OBJETIVO GENERAL

Comparar la viabilidad del método de cuenca visual en las evaluaciones del impacto ambiental.

Objetivos específicos

- Aplicar los criterios para la viabilidad y factibilidad, en la aplicación del método de cuenca visual durante la evaluación del paisaje en los estudios de evaluación de impacto ambiental.
- Determinar el nivel de impacto ambiental en diferentes condiciones de cuencas o paisajes, para el caso de varios proyectos con un orden ascendente en relación al área aprovechada.
- Comparar los criterios del método de cuenca visual con el método matricial de Leopold (1971) en estudios de impacto ambiental.
- Proponer la aplicación del método de cuenca visual para calidad y fragilidad visual como un índice de evaluación en los estudios de impacto ambiental.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se eligieron tres obras con base al tamaño de la superficie del proyecto (cuadro 1). El criterio de selección, además de la superficie, estuvo en función de la disponibilidad de obras, así como de las autorizaciones correspondientes por parte de los promotores de los proyectos. Se tuvo acceso a dos obras ubicadas en las localidades de Tecolutla y San Andrés Tuxtla, Ver., por medio de una consultora ambiental. Por otro lado, se logró establecer un vínculo con la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), en específico con el Centro SCT Veracruz, para poder realizar dicho análisis en la obra denominada “Libramiento Coatepec”, en el municipio del mismo nombre.

Cuadro 1. Descripción de las obras seleccionadas para análisis.

Clasificación	Superficie (ha)	Localidad	Superficie de obra (ha)
Pequeña	< 3	Tecolutla	0.1
Mediana	3 – 10	San Andrés Tuxtla	3.2
Grande	> 10	Coatepec	8.68 km lineales

Los parámetros que se valoraron, a partir de la observación en campo, para evaluación de calidad y fragilidad del paisaje son los propuestos en el modelo de Rojas y Kong (1998), los cuales proporcionan una calidad visual objetiva. Esta adaptación define calidad visual a través de un método indirecto de evaluación que separa y analiza de forma independiente los factores que conforman el paisaje (biótico, abiótico, estético y humano) (GAC, 2010).

Calidad visual. Se entiende por calidad paisajística la singularidad de los elementos que caracterizan un área según la percepción estética dentro de un entorno inmediato, considerando el fondo escénico mismo (SERNATUR, 2008). A través de la valoración de una serie de categorías estéticas definidas con mayor o menor precisión en cada caso, es como se llega a obtener un valor único para cada unidad (cuadro 2).

Cuadro 2. Criterios para evaluar la calidad visual

Elemento valorado	Calidad visual alta	Calidad visual media	Calidad visual baja
Morfología o topografía	Pendiente de más de 30%, estructuras morfológicas muy modeladas y de rasgos dominantes y fuertes contrastes cromáticos. Afloramientos rocosos.	Pendientes entre 15% y 30%, estructuras morfológica de modelado suave u ondulado.	Pendientes entre 0% y 15%, dominancia del plano horizontal visualizando ausencia de estructuras de contraste y jerarquía.
	5	3	1
Fauna	Presencia de fauna nativa permanente. Áreas de nidificación, reproducción y alimentación.	Presencia de fauna nativa esporádica dentro de la unidad, sin relevancia visual, presencia de animales domésticos (ganado).	No hay evidencias de presencia de fauna nativa. Sobrepastoreo o crianza masiva de animales domésticos.
	5	3	1
Vegetación	Presencia de masas vegetales de alta dominancia. Alto porcentaje de especies nativas, diversidad de estratos y contrastes cromáticos.	Presencia de vegetación con baja estratificación de especies. Presencia de vegetación alóctona. Masas arbóreas aisladas de baja dominancia visual.	Vegetación con un cubrimiento de suelo bajo el 50 %. Presencia de áreas con erosión sin vegetación. Dominancia de vegetación herbácea, ausencia de vegetación nativa.
	5	3	1
Formas de agua	Presencia de cuerpos de agua con significancia en la estructura global del paisaje.	Presencia de cuerpos de agua pero sin jerarquía visual.	Ausencia de cuerpos de agua.
	5	3	0
Acción antrópica	Libre de actuaciones antrópicas estéticamente no deseadas.	La calidad escénica esta modificada por menor grado por obras, no añaden calidad visual.	Modificaciones intensas y extensas que reducen o anulan la calidad visual del paisaje.
	2	0	-2
Fondo escénico	El paisaje circundante potencia e incrementa el área evaluada. Presencia de vistas y proyecciones visuales de alta significancia visual.	El paisaje circundante incrementa moderadamente la calidad estética del área evaluada.	El paisaje circundante no ejerce influencia visual al área evaluada.
	5	3	0
Variabilidad cromática	Combinaciones de color intensas y variadas contrastes evidentes entre suelo, vegetación, roca y agua.	Alguna variedad e intensidad en color y contrastes del suelo, roca y vegetación, pero no actúa como elemento dominante.	Muy poca variación de color o contraste, colores homogéneos continuos.
	5	3	1
Singularidad o rareza	Paisaje único, con riqueza de elementos singulares	Característico, pero similar a otros de la región.	Paisaje común, inexistencia de elementos únicos o singulares.
	5	3	1

De acuerdo con los criterios señalados anteriormente, los valores que se obtengan por cada unidad de paisaje evaluada serán categorizados para calidad visual y su respectiva clase para calidad escénica, correspondiente a la clasificación homóloga que estableció el Departamento de Gestión Territorial, o BLM por sus siglas en inglés, de los Estados Unidos (cuadro 3).

Cuadro 3. Clasificación de la calidad visual. (BLM ,1980 y Rojas y Kong 1998)

Valor obtenido	Calidad escénica (BLM, 1980)	Descripción del área	Clasificación (Rojas y Kong, 1998)	Connotación visual del área
0 – 11	Clase C	Áreas con características y rasgos comunes en la región fisiográfica; de calidad baja, áreas con muy poca variedad en la forma, color, línea y textura.	Calidad visual baja	Área deficiente o carente de elementos singulares o sobresalientes. Por lo general, este tipo de áreas se encuentran modificadas en su composición o estructura por actividades antrópicas.
12 – 18	Clase B	Áreas que reúnen una mezcla de características excepcionales para algunos aspectos y comunes para otros de calidad media, áreas cuyos rasgos poseen variedad en la forma, color, línea y textura, pero que resultan comunes en la región estudiada y no excepcionales.	Calidad visual media	Área atractiva visualmente, sin características sobresalientes.
19 – 33	Clase A	Reúnen características excepcionales, para cada aspecto considerado, poseen rasgos singulares y sobresalientes.	Calidad visual alta	Área con atributos visuales únicos o excepcionales, tanto en su composición interna como en su organización. Asociada por lo general a áreas prístinas.

Fragilidad visual. Así mismo la combinación de la fragilidad visual del punto y del entorno define la fragilidad visual intrínseca de cada punto del territorio, y la integración global con el elemento accesibilidad, la fragilidad visual adquirida. En el cuadro 4 se especifican los criterios a evaluar y su respectiva calificación.

Cuadro 4. Criterios y puntuación para evaluación de fragilidad visual

Factores	Elementos	Alta	Media	Baja
Biofísicos	Pendiente	Pendientes de más de un 30%, terrenos con un dominio del plano vertical de visualización.	Pendientes entre 15 y 30%, terrenos con modelado suave u ondulado.	Pendientes entre 0 a 15%, terrenos con plano horizontal de dominancia visual.
		5	3	1
	Vegetación – densidad	Grandes espacios sin vegetación. Agrupaciones aisladas. Dominancia estrato herbácea.	Cubierta vegetal discontinua. Dominancia de estrato arbustiva o arbórea aislada	Grandes masas boscosas. 100% de ocupación de suelo.
		5	3	1
Vegetación	Vegetación – contraste	Vegetación monoespecífica, escasez vegetacional, contrastes poco evidentes	Diversidad de especies media con contrastes evidentes pero no sobresalientes	Alto grado en variedad de especies, contrastes fuertes gran estacionalidad de especies
		5	3	1
Altura	Vegetación – altura	Vegetación arbustiva o herbácea, no sobrepasa los 2 m de altura.	No hay gran altura de las masas (- 10 m) baja diversidad de estratos.	Gran diversidad de estratos. Alturas sobre los 10 m.
		5	3	1

Visualización	Tamaño de la cuenca visual	Visión de carácter cercana o próxima (0 a 1000 m). Dominio de los primeros planos.	Visión media (1000 a 4000 m). Dominio de los planos medios de visualización.	Visión de carácter lejano o a zonas distantes > 4000m.
		5	3	1
	Forma de la cuenca visual	Cuencas alargadas, generalmente unidireccionales en el flujo visual.	Cuencas irregulares, mezcla de ambas categorías.	Cuencas regulares extensas, generalmente redondeadas.
Singularidad		5	3	1
	Compacidad	Vistas panorámicas, abiertas. El paisaje no presenta elementos que obstruyan los rayos visuales.	El paisaje presenta zonas de menor incidencia visual, pero en un bajo porcentaje	Vistas cerradas u obstaculizada. Presencia constante de zonas de sombra o menor incidencia visual.
		5	3	1
Singularidad	Unidad de paisaje	Paisajes singulares, notables con riqueza de elementos únicos y distintivos.	Paisajes de importancia visual pero habitual, sin presencia de elementos singulares.	Paisaje común, sin riqueza visual o muy alterada.
Accesibilidad	Visual	Percepción visual alta, visible a distancia y sin mayor restricción.	Visibilidad media, ocasional, combinación de ambos niveles.	Baja accesibilidad visual; vistas repentinas, escasas o breves.
		5	3	1
	Física	Localizado a corta distancia de carretera, caminos locales, poblados o zona habitadas	Localizado en zona con caminos secundarios, poco transitados	Localizado en predio privados con acceso restringido, zonas sin caminos públicos.
		5	3	1

Así mismo, se muestra en el cuadro 5, los intervalos de valores de calificación y la connotación para la fragilidad visual.

Cuadro 5. Clasificación de la fragilidad visual

Puntuación global	Clasificación	Connotación visual del área
34 – 45	Fragilidad visual alta	Área sensible frente a intervenciones, con nula o mínima capacidad para absorber impactos
21 – 33	Fragilidad visual media	Área medianamente sensible frente a intervenciones. Capacidad media de absorción de impactos.
9 – 20	Fragilidad visual baja	Área capaz de absorber impacto visuales, dada su composición u organización. La incorporación de nuevos elementos no alteraría significativamente las características del área.

Capacidad de absorción visual. Aptitud que tiene un paisaje de absorber visualmente modificaciones (SERNATUR, 2008). La capacidad de absorción visual (CAV) es inversamente proporcional a la fragilidad visual de un sitio; y utiliza una expresión matemática simple:

$$CAV = S (E+R+D+C+V)$$

Dónde:

S = pendiente;

E = estabilidad del suelo;

R = potencial de regeneración de la vegetación;

D = diversidad de vegetación;

C = contraste de color roca – suelo, y;

V = contraste suelo vegetación.

Cuadro 6. Parámetros de valoración de la CAV (Yeomans, 1986)

Factor	Característica	Valoración
Pendiente (S)	>55%	1
	Entre 25 – 55%	2
	<25%	3
Diversidad de vegetación (D)	Baldíos, prados y matorrales	1
	Coníferas y repoblaciones	2
	Diversificada (mezcla de claros y bosques)	3
Estabilidad del suelo (E)	Restricción alta, derivado del riesgo alto de erosión e inestabilidad, pobre regeneración potencial	1
	Restricción moderada a causa de un cierto riesgo de erosión e inestabilidad y regeneración potencial	2
	Poca restricción por el riesgo bajo de erosión e inestabilidad y buena regeneración potencial	3
Contraste suelo – vegetación (V)	Contraste visual bajo	1
	Contraste visual moderado	2
	Contraste visual alto	3
Potencial de regeneración de la vegetación (R)	Potencial de regeneración bajo	1
	Potencial de regeneración moderado	2
	Potencial de regeneración alto	3
Contraste color roca – suelo (C)	Contraste alto	1
	Contraste moderado	2
	Contraste bajo	3

Y su correspondiente valoración de las unidades de paisaje para capacidad de absorción visual.

Cuadro 7. Puntuación para determinar la CAV (PYEMA, 2008)

CAV	Puntuación
Baja	<15
Moderada	15-30
Alta	>30

Fases de la evaluación y análisis del paisaje. Se determinó una estrategia metodológica específica para la recopilación de información y aplicación de la técnica de evaluación en campo, basado en una guía de trabajo emitida por el Servicio Nacional de Turismo de Chile (SERNATUR, 2008), referente a las evaluaciones y análisis del paisaje aplicado a la evaluación impacto ambiental, consta de las siguientes etapas:

- Información del proyecto: descripción de las principales características, diseño y organización espacial.
- Salida a terreno: obtención de información descriptiva del paisaje en campo para los distintos parámetros antrópicas, histórico culturales y componentes del paisaje.

- Selección de puntos de observación (PO): selección de sitios con mejor vista sobre el lugar que ocupará el proyecto.
- Determinación de cuenca visual (CV): área de influencia visual del proyecto
- Determinación de unidades de paisaje (UP): definir paisajes y realizar un inventario de los elementos, su calidad y fragilidad visual.
- Realización de la simulación visual: simulación de vistas del sitio.
- Identificación y valorización de los posibles impactos a partir de la simulación: dichos impactos estarán condicionados por la extensión de la superficie afectada visualmente.
- Evaluación: impacto aceptable, no aceptable o corregible.
- Propuesta de medidas protectoras o correctoras: realizar una serie de acciones encaminadas a la mitigación o prevención de los impactos detectados.

Las últimas tres fases de este procedimiento fueron descartadas de la aplicación debido a que son propiamente de la evaluación de impacto ambiental, cuestión que no le ataña al presente trabajo, ya que lo que se buscó fue conocer la viabilidad del método en función de evaluaciones “tradicionales” (métodos matriciales).

En su lugar, se propuso la siguiente fase para fundamentar la viabilidad del método de cuenca visual con respecto al método convencional de matriz de Leopold.

- Comparación con modelos matriciales: los resultados de los criterios ambientales que puedan ser homologados en ambos métodos de evaluación (cuenca visual y matriz de Leopold) serán comparados para determinar la fiabilidad del método de cuenca visual con respecto al método aceptado por la autoridad.

Esta fase consiste en un esquema comparativo de algunos parámetros que son homólogos o semejantes entre cada uno de los métodos de evaluación: índice de afectabilidad, que se refiere a la susceptibilidad que un medio natural tiene para ser afectado en un proyecto a partir del modelo matricial, con la fragilidad visual; y calidad visual con el criterio de calidad visual igualmente a partir de las matrices, que describe el contexto esperado una vez que se ponga en marcha el proyecto en cuestión, manejándolo como benéfico o adverso

Cuadro 8. Parámetros en comparativa

Método de evaluación	Índice de afectabilidad con	Cuenca visual fragilidad	Criterio de calidad con	Cuenca visual Calidad
Parámetros semejantes u homólogos.	Suelo – calidad	Compacidad	Calidad del suelo	Fondo escénico
	Biótico – vegetación	Vegetación – contraste	Vegetación	Vegetación
	Biótico – fauna	---	Fauna	Fauna
	Paisaje – relieve	Pendiente	Relieve	Morfología o topografía
	Paisaje – elementos contrastantes	Unicidad de paisaje	Elementos contrastantes	Variabilidad cromática
	Paisaje – cobertura vegetal.	Vegetación – densidad	Cobertura vegetal	Vegetación

Cabe señalar que el tipo de evaluación obtenida a partir de la matriz de Leopold, el índice de afectabilidad no posee categorías que precisen el impacto ocasionado en bajo, medio o alto sino que fundamenta la calificación en un sistema con base decimal, en donde la suma de cada valor da como resultado 10 puntos. Sin embargo, resulta ser un marco de referencia para precisar la importancia de cada impacto valorado dentro del sistema.

En este mismo sentido, los criterios de calidad se refieren a las propiedades que guardará el sistema una vez que se hayan aplicado las modificaciones y se hayan presentado los impactos; es decir, es un criterio de calidad un momento después de la puesta en marcha de la construcción del proyecto y está en función de una calificación independiente que puede ser comparada con otras pertenecientes a diferentes impactos, en donde el único marco de referencia es el valor máximo que puede obtener cada impacto (que es de 28), pudiendo ser benéfico o adverso, lo que puede ayudar a establecer tres categorías: 0 – 9 impacto bajo, 10 – 19 medio, y 20 – 28 impacto bajo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para efectos de mayor precisión en los resultados se presenta únicamente el proyecto que arrojó una mayor cantidad de información y se consideró con una mayor confiabilidad para la aplicación del método.

Coatepec. El proyecto corresponde a la construcción y operación de un tramo carretero denominado “Libramiento Coatepec” que iniciará en el km 0+000, donde se construirá el “entronque Pacho”, posteriormente continuará hasta finalizar en el “entronque Zimpizahua” en el

km 8+680. La vía será de tipo A2: dos cuerpos de 3.50 m de ancho, acotamientos de 2.50 m de ancho; el ancho de corona será de 12.00 m y el ancho de calzada será de 7.00 m.

Está ubicado al este de la ciudad de Coatepec, abarcando los municipios de Coatepec y Xico.

Salida a terreno. Para las fechas de los recorridos en campo es importante mencionar que se encontraba liberado el derecho de vía y presentaba un avance en la construcción del tramo comprendido desde el km 0+000 hasta el 2+551.62 y del 2+965.80 hasta el 3+500. Así mismo, desde este último punto (km 3+500) al entronque Zimpizahua (km 8+680) no se habían realizado trabajos de construcción.

Lo anterior resulta relevante, porque en la primera etapa (del km 0+000 al 3+500) se presenta una perturbación al sistema ambiental por lo que la evaluación a dicho sistema puede representar una limitante a un diagnóstico correcto del mismo

El sitio en donde se desarrolla y se pretende continuar el proyecto corresponde a una zona semiurbana en donde previo a cualquier actividad constructiva del libramiento ya se presentaban cultivos de diversa índole como cafetales cubiertos por vegetación de sombra y algunos cañales; así mismo a lo largo del trazo se pueden apreciar diversas obras de infraestructura como carreteras estatales y locales, bodegas y localidades

Selección de puntos de observación. Se realizó un recorrido preliminar para la identificación y la ubicación de los puntos de observación, el trazo está definido entre terrenos de propiedades privadas, para ello se localizó a cada uno de los dueños obteniendo respuestas positivas para el acceso, excepto en un tramo de 600 m aproximadamente, comprendido entre el km 5+300 al 5+900, en donde el único acceso al sitio por donde está trazado el libramiento está restringido por ser una propiedad privada.

Debido a la longitud y a las propiedades hidrológicas y topográficas que influyen directamente sobre la obra los distintos puntos de observación serán agrupados de acuerdo con la micro cuenca hidrológica que se encuentre en la región para poder realizar una homogeneización de los distintos parámetros ambientales y paisajísticos. En el cuadro 9 se muestran las observaciones correspondientes a cada uno de los puntos de observación definidos; para lo cual también se utilizó el software ArcMap 10.

Cuadro 9. Puntos de observación para el Libramiento Coatepec

PO	Coordenadas		Altura (msnm)	Micro cuenca	Observaciones
	Norte	Oeste			
PO1	716184	2155977	1269	A	Entronque Pacho
PO2	716084	2155410	1270		Punto más alto sobre el puente de la carretera Xalapa – Coatepec
PO3	716322	2154897	1259		Inicio de pendiente, parte más alta
PO4	716545	2154241	1217		Parte central de la pendiente, vista lejana o distante
PO5	717276	2153058	1246		Cerro próximo, vegetación abundante, poca visibilidad del trazo
PO6	716784	2153224	1198		Correspondiente al anterior, sobre el trazo.
PO7	716940	2152693	1194		Inicio de segunda pendiente
PO8	717301	2152506	1191		Cerro próximo, fin del derecho de vía liberado
PO9	717538	2152075	1156		Vegetación de sombra y cafetal
PO10	717591	2152002	1155		Entronque El Seco. Puente construido.
PO11	717477	2151494	1147		
PO12	717286	2151267	1123	B	Zona de vegetación secundaria y cañal
PO13	717144	2151076	1124		Cañal
PO14	717120	2150806	1119	C	Cañal
PO15	717015	2150566	1111		Cañal, vegetación secundaria, río.
PO16	716675	2150503	1117		Cultivo, vegetación secundaria
PO17	716513	2150452	1119		Cultivo, vegetación secundaria
PO18	716216	2150322	1130	D	Propiedad privada, acceso restringido
PO19	716055	2149655	1088		Cañal y platanar
PO29	715932	2149576	1084		Platanar, cañal y vegetación primaria
PO21	714941	2150285	1161		Cerro próximo y amplio panorama
PO22	714926	2150251	1156	E	
PO23	714475	2149804	1133		Carretera Coatepec – Xico – Teocelo. Cortina de vegetación inducida
PO24	714377	2149825	1128		Vista hacia la sección del entronque Zimpizahua, vegetación secundaria y cafetal
PO25	714057	2149746	1121		
PO26	713972	2149691	1118		

Determinación de la cuenca visual. Una vez identificados los puntos de observación, realizado un recorrido y determinado las características geomorfológicas y la accesibilidad física y visual de cada uno, y con apoyo en el software ArcMap10 y la carta de INEGI clave E14B37 se ubicaron las microcuenas que intervienen en el proyecto, como lo muestra la figura 1.

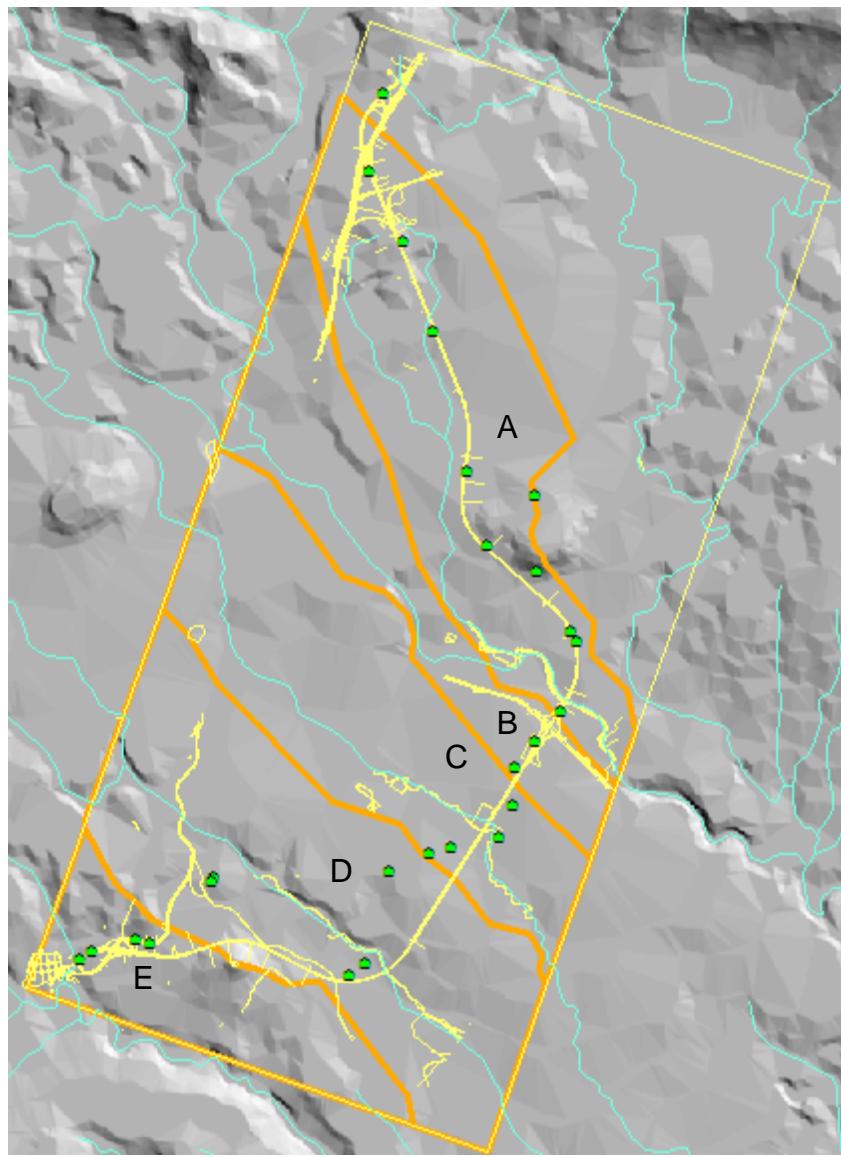


Figura 1. Determinación de microcuencas y puntos de observación.

Determinación de unidades de paisaje. A partir de la determinación de las cuencas visuales y la agrupación de los puntos de observación se describieron cada una de las unidades de paisaje de acuerdo con la cuenca visual – hidrográfica que fue modelada en el software de apoyo.

En general las unidades de paisaje presentan un escenario semiurbano, caracterizado por la perturbación al factor ambiental por medio de cultivos e infraestructura carretera así como edificaciones diversas y viviendas. A continuación se presentan las particularidades de cada una de las microcuencas.

Microcuenca A. Presentó una perturbación previa, ocasionado por la sección de la carretera Xalapa – Coatepec así como la vía de acceso a la localidad de Pacho Viejo; se localiza una estación de servicio y amplias áreas que han sido utilizadas como zonas de cultivo. Casi la totalidad del avance de construcción que presentaba el Libramiento Coatepec estaba incluido en esta zona. Predominó la forma tridimensional aunque hay secciones en donde se presentan planos horizontales, como se observa en la figura 2.



Figura 2. El avance de obra era mayor en esta zona.

Microcuenca B. Ésta sección presentó dos puntos de observación, los cuales estuvieron caracterizados por gran actividad y perturbación antropogénica al sistema ambiental; en esta zona se pueden ubicar edificaciones, cruces con carreteras locales y caminos secundarios, como los observados en la figura 3, y cultivos de caña de azúcar.



Figura 3. La infraestructura urbana de esta zona predominaba junto a zonas de cultivo

Microcuenca C. Esta cuenca se caracterizó por presentar una mayor superficie de zonas de cultivo, en específico caña de azúcar, así como algunos terrenos dispersos que presentaron vegetación secundaria aunada a la que se encuentra en las orillas del río San Andrés, como se muestra en la figura 4.



Figura 4. Vegetación secundaria colindando con terrenos cultivados.

Microcuenca D. Esta cuenca resultó, en algunas secciones, la menos perturbada de todas; presentando cortinas de vegetación que impedían el acceso físico y visual a la zona del trazo, tal cual se observa en la figura 5. Sin embargo, también existen zonas de cultivo de caña de azúcar que modificaban el paisaje original



Figura 5. Al fondo de los cultivos se aprecia una densa cortina de vegetación

Microcuenca E. La última sección de la proyección del tramo carretero se caracterizó por poseer una perturbación sonora y visual constante debido al tránsito vehicular de la zona, debido que en esta sección entra con la carretera Coatepec – Xico – Teocelo, casi a la altura de la localidad de San Marcos, en donde entroncaría el trazo carretero mostrado en la figura 6.



Figura 6. Sitio en donde finaliza el trazo denominado entronque Zimpizahua.

Evaluación de la calidad y fragilidad visual. Se presenta el resultado del inventario de recursos visuales del sitio evaluado de manera general para todo el trazo.

Pendiente: predominan las pendientes entre un intervalo del 0 al 15%, terrenos con planos horizontales; aunque existen algunas elevaciones importantes el trazo no está proyectado sobre estas.

Fauna: la presencia de fauna durante los días de recorrido en campo fue esporádica. Se presenció fauna “urbana” como perros y de corral como gallinas y guajolotes. En cuanto a fauna silvestre no fue observado ningún mamífero ni reptil; la presencia de aves fue común durante los recorridos, como gavilanes, tordos y palomas torcaces.

Vegetación: por donde está proyectado el trazo, no es una zona completamente urbanizada siendo el común denominador la expansión de las localidades, propiedades y terrenos de cultivo en diversas zonas. Es por ello que se observaron cultivos de caña de azúcar y de cafetal con árboles de sombra como jínicuiles, huizaches, chalahuites, nísperos, plátanos, pastos y herbáceas, así como poca presencia de vegetación primaria en las orillas del río Pixquiac.

Cuerpos de agua: a lo largo del tramo carretero construido y proyectado se cruza con tres escurrimientos naturales: río Pixquiac, San Andrés y Pintores, los cuales están fuertemente influenciados por las descargas que se originan en la mancha urbana de Coatepec.

Acción antrópica: existe una fuerte presencia y modificaciones extensivas de este factor; las actividades productivas de la región demandan la utilización de terrenos vinculados con la proyección del Libramiento Coatepec.

Fondo escénico: en cada una de las microcuenca, predominan los paisajes abiertos y panorámicos gracias a las diferencias altitudinales que se presentan a lo largo del trazo.

Variabilidad cromática: para esta obra existe una diversa variabilidad de colores en la vegetación que va desde cultivos de caña, pasando por cultivos de café bajo la sombra de árboles de características perennes, pastos y vegetación secundaria y vestigios de lo que fue bosque de niebla en las zonas menos urbanizadas por las que se trazó el proyecto.

Singularidad o rareza: a lo largo de los recorridos no se presenciaron rasgos que fuesen distintivos o sobresalientes; en general existen vistas lejanas y con un fondo escénico que resalta la singularidad del paisaje pero no más allá de una baja influencia en el mismo.

La valoración de las 5 microcuenca se presenta de manera resumida en el cuadro 10.

Cuadro 10. Evaluación de calidad, fragilidad y capacidad de absorción visual para el Libramiento Coatepec.

Microcuenca	Calidad		Fragilidad visual	CAV
	Escénica	Visual		
A	Clase B	Media	Media	Baja
B	Clase C	Baja	Media	Baja
C	Clase B	Media	Media	Baja
D	Clase B	Media	Media	Moderada
E	Clase B	Media	Media	Baja

Descripción del análisis de la evaluación. Si bien realizar una evaluación de manera general limita en extremo las características intrínsecas que posee el sistema ambiental vinculado con el proyecto, en función de las dimensiones del mismo; también es cierto que debe expresarse, en función de las autoridades evaluadoras, un panorama general del factor ambiental que englobe las distintas secciones del proyecto.

De esta manera, los factores que otorgan un peso negativo en la calificación media de calidad son: topografía, acción antrópica y singularidad o rareza. Toda vez que el sitio, de manera general, no posee pendientes pronunciadas, presenta cierto grado de perturbación por la

inclusión de infraestructura y desarrollo urbano y no son sitios que posean alguna característica en particular que les brinde alguna propiedad de únicos.

En relación a la fragilidad los factores que otorgan una calificación mayormente “sensible” son los siguientes: accesibilidad física y accesibilidad visual.

Por último, los factores que inciden en mayor medida en el nivel moderado y bajo de la capacidad de absorción visual, están vinculados con: el contraste suelo – vegetación, el potencial de regeneración de la vegetación y, el contraste roca – suelo.

Estos tres factores mencionados; fungen como indicadores de los aspectos que deben cuidarse y en donde se deben implementar las medidas necesarias para evitar un impacto mayor con relación a la vegetación, suelo y su interacción.

Simulación visual. Se utilizó el software ArcGis 10 y una carta topográfica del INEGI clave E14B37 en donde se proyectó el trazo que comprende el proyecto carretero, los puntos de observación, el perfil altitudinal y un trazado virtual, obteniéndose la figura 7; así como una proyección sobre una ortofoto digital con la misma clave a una escala 1:60000 para mostrar el contexto urbano que se vería influenciado por el proyecto, véase figura 8.

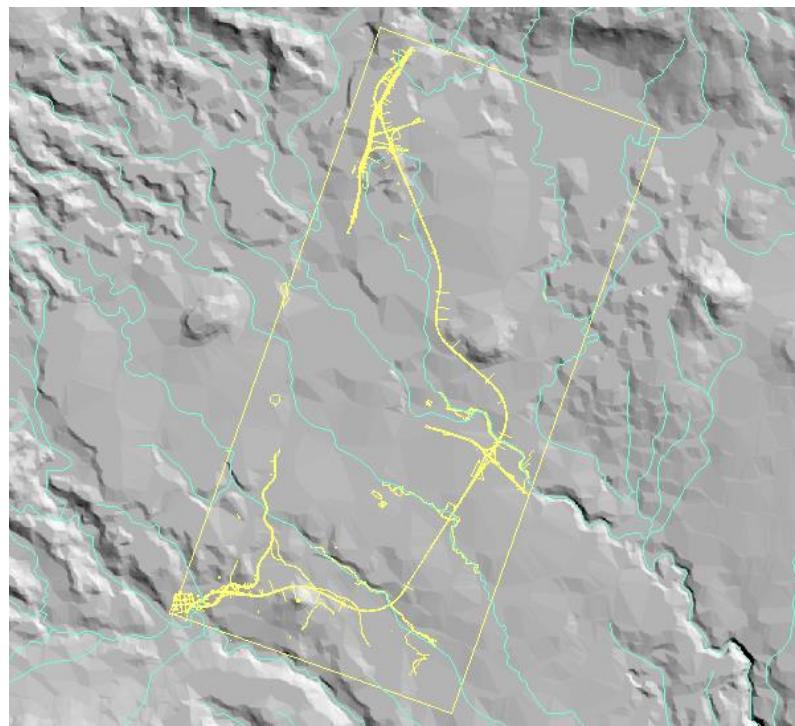


Figura 7. Simulación visual que muestra topografía, hidrografía y trazo del proyecto.

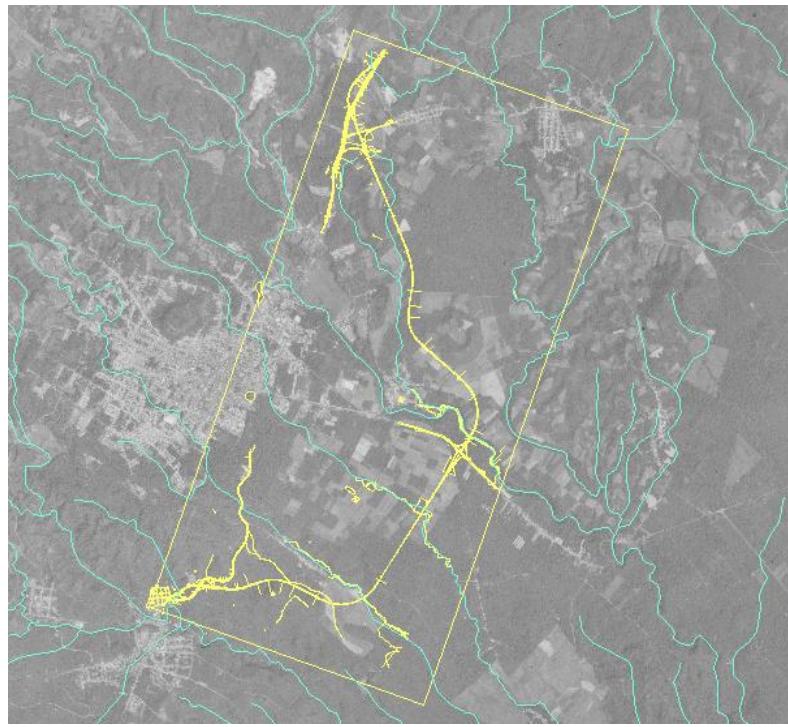


Figura 8. Proyección sobre ortofoto digital E14B37A de INEGI.

Comparación con métodos matriciales. Se realizó la comparación de los resultados obtenidos con las evaluaciones de calidad y fragilidad visual con lo arrojado por el modelo matricial de Leopold presentado para este proyecto e ingresado para su evaluación correspondiente.

Cabe recordar que el índice de factibilidad está fundamentado en un sistema de base 10 por lo que no existen intervalos o categorías que precisen el nivel de afectación que ejerce sobre el medio. Sin embargo, se puede establecer una correlación entre los valores numéricos y nominales presentado. Para la calidad de suelo, resulta no ser un valor alto dentro del índice de afectabilidad, por lo que la equivalencia a compacidad y su valor medio de fragilidad visual resulta equiparable. De igual forma puede observarse que, tanto el relieve como la pendiente tienen valores bajos por lo que está más que clara la equivalencia de un índice con respecto del otro. Los valores obtenidos para vegetación, para cobertura vegetal del índice de afectabilidad, así como el contraste y la densidad para de la fragilidad visual, resultan en los mismos valores; en función de que el sistema natural ya no presenta vegetación nativa sino que es vegetación secundaria y acahuales aunados a los diversos cultivos y cambio de uso de suelo que se realizó en la zona, esto se encuentra resumido en el cuadro 11.

Cuadro 11. Índice de afectabilidad vs. Fragilidad visual

Método de evaluación	Índice de afectabilidad		Fragilidad visual	
Parámetros semejantes u homólogos	Suelo – calidad	0.73	Compacidad	Media
	Biótico – vegetación	0.26	Vegetación – contraste	Media
	Paisaje – relieve	0.11	Pendiente	Baja
	Paisaje – elementos contrastantes	1.65	Unicidad de paisaje	Media
	Paisaje – cobertura vegetal.	0.26	Vegetación – densidad	Media

Los parámetros de criterio de calidad comúnmente resultan ser de tipo adverso para el medio natural; de igual forma no tienen intervalo o categoría alguna para poder clasificarlos. No obstante se puede realizar un vínculo entre cada uno de estos elementos, es decir, valores “intermedios” como los de calidad de suelo, fauna, relieve y elementos contrastantes tendrán un impacto adverso durante el desarrollo del proyecto por lo que el sitio verá afectado sus elementos de calidad visual que poseen un grado medio. Cabe señalar que la vegetación, que posee un valor de mayor impacto (-23), al momento de realizar los recorridos en campo ya había sido modificada en un 50-60% debido al mismo porcentaje de avance que lleva la obra, por lo que de haber evaluado este elemento antes de cualquier perturbación podría haber arrojado una correlación equivalente mediante la aplicación de calidad visual, se presentan el cuadro 12 que contiene los valores comparativos para calidad.

Cuadro 12. Criterio de calidad vs. Calidad visual

Método de evaluación	Criterio de calidad		Calidad visual	
Parámetros semejantes u homólogos.	Calidad del suelo	-15	Fondo escénico	Media
	Vegetación	-23	Vegetación	Medio
	Fauna	-17	Fauna	Media
	Relieve	-13	Morfología o topografía	Baja
	Elementos contrastantes	-18	Variabilidad cromática	Media

CONCLUSIONES

El análisis de la cuenca visual está tomando cada vez mayor relevancia en los estudios de impacto ambiental, en específico en proyectos de obra que son nuevos en el sitio a desarrollar con la finalidad de determinar la integración del mismo en el paisaje y la caracterización de los atributos y características visuales de componentes físicos, bióticos y antrópicos.

Si bien existe un pequeño apartado dedicado al paisaje en los estudios de impacto ambiental, este no es lo suficientemente explícito para determinar el impacto visual que ocasionará la nueva obra a desarrollar en el sitio. De esta forma, los parámetros para la viabilidad y factibilidad que fueron aplicados durante la realización de este estudio corresponden a adaptaciones de modelos aplicados por la USDA Forest Service y Bureau of Land Management de Estados Unidos, que fueron adaptados por Rojas y Kong (1998) basan la evaluación en separar, analizar y valorar, de modo independiente, los factores que conforman el paisaje.

1. La aplicación del índice capacidad de absorción visual, así como la utilización de los SIG, resultó una herramienta útil en el desarrollo del estudio al brindar un apoyo visual. Sin embargo, existieron limitantes durante ésta última etapa ya que los SIG únicamente trabajan con las curvas de nivel altitudinal y no consideran aspectos como la vegetación que, en ocasiones, resultan ser barreras visuales que impiden apreciar las zonas en las que se requiere realizar la evaluación, porque varían de acuerdo con la época del año y al grado de crecimiento.

2. Los resultados obtenidos con la metodología propuesta en este documento son equiparables y presentaron prácticamente, los mismos valores que los obtenidos por medio del modelo tradicional de matrices de impactos. De esta manera,

independientemente del sitio en donde se realice la evaluación por cuenca visual resulta ser un indicador confiable para la evaluación de los impactos ambientales; sin embargo, dicha confiabilidad aumenta para zonas en donde el área a afectar resulta mayor a 3 hectáreas, y para proyectos que impliquen gran extensión de terreno como un trazo carretero, porque se presentan vistas de mayor cobertura o panorámicas, lo que facilita la percepción para el observador en relación a los parámetros que solicita el método.

3. Es importante recordar que la mayor precisión en la evaluación va a depender drásticamente del observador, su experiencia, sensibilidad de apreciación y conocimientos técnicos del sitio, entre otros factores. Así mismo, la aplicación del método de cuenca visual puede resultar insuficiente si lo que se requiere es un inventario o una caracterización detallada del sitio en donde se pretende desarrollar un proyecto.
4. Se concluye que el estudio realizado resulta viable para su aplicación, inicialmente como una herramienta de complemento a los estudios de matrices y posteriormente para ser considerado una opción metodológica más para la evaluación de impacto ambiental.

BIBLIOGRAFÍA

- ÁMBAR S.A. Consultoría e Ingeniería Ambiental, *Anexo B: Evaluación De Paisaje* [en línea], ÁMBAR., Agosto 2007 [rev. 05 de agosto de 2012]. Disponible en web: <http://www.e-seia.cl/archivos/06_Anexo_B_Evaluacion_de_paisaje.pdf>.
- GAC. Gestión Ambiental Consultores. *Metodología caracterización del paisaje*. [en línea]. GAC, Noviembre 2012. [rev. 10 de octubre de 2012]. Disponible en web: <http://seia.sea.gob.cl/archivos/Anexo_2.3_-_Paisaje.pdf>.
- SERNATUR Gobierno de Chile. *Turismo y Paisaje: Una aproximación al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental*. Diciembre 2006 [rev. 25 de enero de 2013] Disponible en web: <<http://www.sernatur.cl/politicas-y-planes?did=459>>
- PYEMA. Planes y estrategias del medio ambiente S.L. *Metodología y descripción del medio Natural. Sistemas naturales y de soporte: Agrícola, forestal e hidrológico*. Agosto 2008. [rev. 08 de abril de 2013]. Disponible en web: <<http://www.forosocialcriptana.com/actividades/agenda-21-local/article/diagnóstico-de-sostenibilidad>>
- INEGI. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. *Carta E14B37. Escala 1:50000*. [Carta topográfica]. México. [2013]. 1 carta.