

UNIVERSIDAD NACIONAL
SISTEMA DE ESTUDIOS DE POSGRADO
ESCUELA DE CIENCIAS GEOGRÁFICAS

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
SISTEMA DE ESTUDIOS DE POSGRADO
POSGRADO EN GEOGRAFÍA

PROGRAMA MAESTRÍA PROFESIONAL EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN
GEOGRÁFICAS Y TELEDETECCIÓN

VALORACIÓN DE LA FRAGILIDAD Y LA CALIDAD VISUAL DEL PAISAJE
APLICANDO UN SIG. CASO DE ESTUDIO: SANTA ANA.

Trabajo Final de Graduación sometido a la Comisión del Programa de Estudios de
Posgrado para optar por el grado de Magíster en SIG y -Teledetección

Laura Pérez Ortiz

Campus Omar Dengo, Heredia
Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, Montes de Oca
Costa Rica

Noviembre 2017.

Dedicatoria

A mis padres, porque todo lo que soy se lo debo a ellos.

A mis hermanos Hugo y Diego, quienes siempre me han apoyado y motivado para seguir adelante en todos mis proyectos.

A Silvestrito, quien siempre me acompaña.

A la Puky, que, aunque ya no estés con nosotros, seguís en mi memoria.

A Marco, que me ha enseñado la fortaleza de la vida, y a Marce que me ha demostrado la sensibilidad de la misma.

Si no escalas la montaña, jamás podrás disfrutar del paisaje.

Pablo Neruda

Agradecimientos

A mi tutor, el Dr. Rafael Arce Mesén, por motivarme y guiarme durante toda mi carrera profesional y en especial por su apoyo para culminar esta etapa académica.

A los lectores, MSc. Marvin Alfaro Sánchez y MSc. Javier Saborío León, por brindarme su asesoría durante toda la investigación.

A mi colega y amistad, MSc. Sandra Alfaro Trejos, que sin su apoyo mi proyecto no hubiera iniciado.

A mis compañeros de maestría que en los momentos difíciles, me motivaron con otras perspectivas durante el tiempo que duro este proceso, y su amistad por el resto de nuestras vidas.

Y con cariño agradezco a mi hermano, el Lic Victor Hugo por su comprensión, paciencia y entrega incondicional, y a mi hermano el Ing. Agrónomo Diego por su guía oportuna.

Por último, si por descuido omito a alguien importante fuera de la mención, pido las disculpas en caso de que, sin intención, esto pueda pasar.

Este Trabajo Final de Graduación fue aceptado por la Comité de Gestión Interinstitucional del Programa (CI) de Maestría en Sistemas de Información Geográfica y Teledetección de la Universidad Nacional y la Universidad de Costa Rica, como requisito para optar por el grado de Magíster en Sistemas de Información Geográfica y Teledetección.

M.Sc. Luis Francisco Rodríguez Soto
Coordinador
de Maestría en Sistemas de Información Geográfica y Teledetección
Universidad Nacional

Dr. Rafael Arce Mesén
Coordinador
de Maestría en Sistemas de Información Geográfica y Teledetección
Universidad de Costa Rica

M.Sc. Marvin Alfaro Sánchez
Profesor responsable

Dr. Rafael Arce Mesén
Tutor

Laura Pérez Ortiz
Sustantante

Lista de Tablas	v
Lista de Figuras.....	vi
Lista de Abreviaturas.....	vii
Lista de Anexos.....	vii
i. Introducción	8
i. Planteamiento del problema	10
ii. Justificación	10
iii. Objetivos:	11
Objetivo General	11
Objetivos Específicos.....	11
iv. Delimitaciones.....	11
v. Alcances del proyecto	12
vi. Limitaciones	12
Capítulo 2. Marco Teórico.....	14
Definición del término Paisaje	15
Contexto histórico conceptual del paisaje.....	16
Abordaje internacional del concepto paisaje	19
Abordaje nacional del concepto paisaje	22
Paisaje desde su enfoque visual.....	23
Calidad del Visual	25
Fragilidad.....	26
Fragilidad visual intrínseca	27
Factores biofísicos.....	27
Factores de visualización.....	28
Factores históricos-culturales	28
Fragilidad visual adquirida	28
Cuenca Visual	28
Tamaño	29
Compacidad	30
Visibilidad e intervisibilidad	31
Forma	31
Altura relativa.....	32

Sistemas de Información Geográfica	33
Tipos de modelos del SIG	34
Datos vectoriales	34
Datos ráster	34
SIG en la accesibilidad de rutas	35
Técnica de escalarización	35
Estructura jerárquica	36
Métodos de Jerarquías Analíticas	37
Evaluación Multi-Criterio (EMC)	38
Diseño de muestra	39
Capítulo 3. Metodología.....	41
i. Tipo de investigación	41
ii. Instrumentos	41
iii. Procedimiento	41
Diseño Muestral	43
iv. Análisis de la información	45
Fragilidad visual intrínseca	45
Orientación.....	45
Pendiente:	45
Vegetación:	46
Fragilidad visual adquirida	46
Cuenca Visual:	46
Accesibilidad:	47
Compacidad:	48
Calidad Visual del paisaje	48
Pendiente:	48
Usos de la tierra	49
Condición de uso de la tierra	49
Valorización del paisaje.....	49
Capítulo 4. Resultados y Discusión.....	53
Fragilidad intrínseca	53
Fragilidad adquirida	55

Fragilidad adquirida en puntos calculados.....	57
Fragilidad adquirida en puntos accesibles	59
Visibilidad en campo	61
Fragilidad del paisaje.....	70
Calidad del paisaje.....	72
Valoración del paisaje	74
Capítulo 5. Conclusiones y Recomendaciones.....	76
i. Conclusiones	76
ii. Recomendaciones	78
• Bibliografía	79
Anexos.....	85

Resumen

El paisaje, concepto diverso, se ha utilizado como recurso de gestión del territorio desde el 2000, gracias a los nuevos abordajes que se han generado a nivel internacional por iniciativas creadas durante el Consejo Europeo del Paisaje (CEP).

Dentro de estas nuevas consideraciones, se comprende el paisaje como la respuesta que se expresa desde las relaciones naturales y antrópicas, y con el fin de evitar sesgos de subjetividad (como lo es la percepción visual), estas relaciones pueden y los valores del espacio paisajístico, pueden ser analizados con distintas herramientas objetivables.

Es así que se evaluó el paisaje del cantón de Santa Ana (con datos del 2005), mediante técnicas multi-criterio diseñadas desde el análisis de los Sistemas de Información Geográfica, para, por medio del análisis de la fragilidad y de la calidad del paisaje poder brindar una aproximación al valor paisajístico de este cantón.

En el caso de la fragilidad del paisaje, el sector de estudio demuestra una tendencia de valores paisajísticos medianos, mientras que el caso de la calidad demuestra condiciones altas; para el caso de la valoración total del espacio paisajístico del cantón, se expresa un valor mediano, indicando que es conveniente una gestión enfocada en promover la calidad del paisaje, con el fin de no disminuir esta condición.

Cabe rescatar la aplicabilidad de la herramienta, su efectividad en el análisis del paisaje, la correcta síntesis de los datos por parte del SIG y la facilidad de la repetitividad del presente estudio, con datos de acceso público, con información actualizada, o de ser requerido, la alta plasticidad para aplicarse en otras posibles zonas de estudio.

Palabras clave:

Intervisibilidad, fragilidad del paisaje, evaluación multi-criterio, calidad del paisaje, cuenca visual, punto de observación.

Lista de Tablas

Tabla 1. Sensibilidad de los atributos de la cuenca visual.....	29
Tabla 2. Clasificación de compacidad.....	30
Tabla 3. Síntesis de Procedimiento Metodológico.....	42
Tabla 4. Clasificación de orientación de sombras.....	45
Tabla 5. Clasificación de pendiente.....	46
Tabla 6. Clasificación de Vegetación de coberturas.....	46
Tabla 7. Clasificación de la cuenca visual.....	47
Tabla 8. Clasificación de accesibilidad.....	48
Tabla 9. Clasificación de pendiente para la calidad visual.....	49
Tabla 10. Clasificación de usos de suelo.....	49
Tabla 11. Clasificación de condición usos de la tierra.....	49
Tabla 12. Síntesis de la agrupación de clases.....	51
Tabla 13. Matriz de reclasificación.....	52
Tabla 14. Matriz de valoración paisajística.....	52
Tabla 15. Porcentaje de la fragilidad intrínseca según categorías.....	55
Tabla 16. Porcentaje de la fragilidad adquirida en puntos accesibles según categorías.....	61
Tabla 17. Comportamiento de la cuenca visual según puntos accesibles.....	62
Tabla 18. Porcentaje de la fragilidad del paisaje según categorías.....	72
Tabla 19. Porcentaje de la calidad del según categorías.....	74
Tabla 20. Porcentaje de la valoración paisajística según categorías.....	74

Lista de Figuras

Figura 1. Esquema de variables de análisis	14
Figura 2. Factores biofísicos de la fragilidad intrínseca.....	27
Figura 3. Clasificación por tamaño de una cuenca visual.....	29
Figura 4. Clasificación de la compacidad en una cuenca visual.....	31
Figura 5. Clasificación de la forma de una cuenca visual	32
Figura 6. Clasificación de una cuenca visual según su altura relativa	33
Figura 7. Técnica de Escalarización.....	36
Figura 8. Jerarquización de elementos.....	37
Figura 9. Elementos de una evaluación multi-criterio	38
Figura 10. Puntos muestrales del paisaje estimado	44
Figura 11. Modelo de la valorización del paisaje	50
Figura 12. Mapa de Fragilidad Intrínseca	54
Figura 13. Muestras sistematizadas y próximas.....	56
Figura 14. Fragilidad Adquirida según muestreo automatizado	58
Figura 15. Fragilidad Adquirida en puntos de acceso.....	60
Figura 16. Cuenca Visual desde el punto 1.....	63
Figura 17. Cuenca Visual desde el punto 2.....	65
Figura 18. Cuenca Visual desde el punto 3.....	67
Figura 19. Cuenca Visual desde el punto 4.....	68
Figura 20. Cuenca Visual desde el punto 5.....	69
Figura 21. Fragilidad del paisaje	71
Figura 22. Mapa de Calidad de Paisaje.....	73
Figura 23. Valoración del Paisaje.....	75

Lista de Abreviaturas

AHP	Proceso de Jerarquías Analíticas (Analytic Hierarchy Process)
CCVAH	Agenda Centroamericano de Vivienda y Asentamientos Humanos
CEP	Convenio Europeo del Paisaje
COSEVI	Consejo de Seguridad Vial, Costa Rica
EMC	Evaluación Multi-Criterio
IFA	Índice de Fragilidad Ambiental
IFLA	Federación Internacional de Arquitectura del Paisaje
IGN	Instituto Geográfico Nacional, Costa Rica
ILC	Convención Internacional del Paisaje
LALI	Iniciativa Latinoamerica del Paisaje
MED	Modelo de Elevación Digital
MIVAH	Ministerio de Vivienda y Asentamientos Humanos, Costa Rica
NCGIA	Centro Nacional de Análisis e Información Geográfica, Estados Unidos
SICA	Sistema de Integración Centroamericana
SIG	Sistemas de Información Geográfica

Lista de Anexos

Anexo 1. Detalle de valorización de la fragilidad visual intrínseca para cada variable.....	85
Anexo 2. Matriz de valores para el cálculo de la fragilidad intrínseca.....	86
Anexo 3. Matriz de valores de la fragilidad adquirida según puntos calculados.....	87
Anexo 4. Matriz de valores de la fragilidad adquirida según puntos accesibles	88
Anexo 5. Mapa de cuenca visual del punto 1	90
Anexo 6. Mapa de cuenca visual del punto 2	91
Anexo 7. Mapa de cuenca visual del punto 3	92
Anexo 8. Mapa de cuenca visual del punto 4	93
Anexo 9. Mapa de cuenca visual del punto 5	94
Anexo 10. Matriz de valores de la fragilidad.....	95
Anexo 11. Matriz de valores de la calidad del paisaje	95
Anexo 12. Matriz de la valoración del paisaje	97
Anexo 13. Código fuente de modelado para la validación del paisaje	97

i. Introducción

A partir del año 2000, se celebra en Europa el Convenio Europeo del Paisaje (CEP), también llamado Convención de Florencia, en el cual se expresa no solo la importancia que juega el paisaje en el desarrollo humano en todas sus formas, sino también, determina que el paisaje es una entidad clave para la gestión integral del ordenamiento territorial.

Dentro de los términos establecidos en este convenio, se menciona el término “gestión del paisaje”, cuyas acciones involucran aspectos tanto de calidad ambiental, desarrollo sostenible como de valoración del paisaje (Le Centre International de Droit Comparé de l'Environnement. 2000).

Igualmente, este convenio trae consigo una nueva concepción en el tratamiento del paisaje, pues se concibe este como una herramienta para lograr un desarrollo equilibrado en la relación ambiente-sociedad, gracias a la articulación de los elementos integradores del sistema paisajístico (Peña, M. 2005).

En una línea parecida, en mayo del 2010 en Suzhou China, el Consejo Mundial de la Federación Internacional de Arquitectura del Paisaje (IFLA) expresa la necesidad de la creación de una Convención Global del Paisaje, razón por la cual se desarrollan una serie de iniciativas que engloban el primer esfuerzo internacional, cuyo objetivo es desarrollar en los próximos años la futura Convención Internacional del Paisaje (ILC), que lamentablemente no existe fecha definida para dicha actividad.

En este contexto, a nivel latinoamericano, durante la celebración de la XXXV Reunión de Jefes de Estado y de Gobierno de los Países Miembros del Sistema de Integración Centroamericana (SICA), se propone la primera Agenda Centroamericano de Vivienda y Asentamientos Humanos (CCVAH) en la cual se determina que el paisaje debe ser incorporado a los cuerpos jurídicos correspondientes, aplicado así en la política de ordenamiento territorial de Costa Rica.

De manera conjunta, a partir del 2012, en Latinoamérica se crea una propuesta, cuya visión es análoga a los elementos expuestos en el CEP; este proyecto se denomina La Iniciativa Latinoamericana del Paisaje (LALI). Esta iniciativa busca integrar el paisaje en políticas estatales

de manera tanto binacional como multinacional; Pellegrino (2012) detalla: “(esta iniciativa expresa) *integrar el paisaje, con su debida importancia en políticas públicas sectoriales (infraestructura y movilidad, producción, explotación de recursos, energías renovables, salud, urbanismo y vivienda).*” (p5).

A nivel costarricense, como respuesta a las corrientes de pensamiento político internacional, el paisaje se plasma en la Política Nacional de Ordenamiento Territorial 2010-2040 como una herramienta fundamental que debe ser introducida en los diversos instrumentos de planificación territorial.

No obstante, desde la perspectiva jurídica se aplican diferentes conceptos del término *paisaje*, situación que evidencia la complejidad para efectos de protección legal; por ejemplo, en la Ley Nº 7554 Ley Orgánica del Ambiente este se menciona, pero no se conceptualiza o se define como tal, mientras que en la Política de Ley de Ordenamiento Territorial establecida por el Ministerio de Vivienda y Asentamientos Humanos (MIVAH) existe todo un eje de acción basado en el paisaje.

Lo anterior puede ser explicado por la complejidad del concepto en sí de “paisaje”, pues los discursos teóricos y metodológicos tradicionalmente se han direccionado en dos corrientes debidamente diferenciadas; por un lado se encuentra el abordaje de la temática desde un enfoque subjetivo -artístico, y por otro el planteamiento de este concepto desde la temática objetivo-científica.

Sin embargo, se puede realizar estudios considerando ambas tendencias mediante el desarrollo de una visión holística, en la cual se exprese el paisaje como una unidad integral (Alzate, A. 2008). La Geografía permite-superar las limitaciones de la parte subjetiva del paisaje si se logra homogeneizar la metodología de análisis utilizando métodos de evaluación rigurosos, principalmente en la construcción de modelos digitales; López, F. et al (2015) explican: “*Aunque el principal problema de estos métodos radica en determinar la importancia de cada factor en la evaluación final, se asume que esta cuestión puede salvarse a través de la opinión consensuada de un grupo de expertos sobre el proceso de evaluación*” (p 1054).

De esta manera, la comprensión del espacio paisajístico desde una perspectiva social (Ribas, J.1992), puede ser explicada metodológicamente gracias a la implementación de un

acercamiento perceptivo del espacio basándose en criterios de clasificación; Másmela (2010) explica “(la determinación de áreas visuales) *es el eje central del análisis de la percepción visual, dado que conduce a la posterior evaluación de la medida en que cada área contribuye a la percepción del paisaje*” (p27).

De esta forma, un estudio de la valoración paisajística del cantón de Santa Ana, se puede basar en la creación de un modelo de análisis digital de la información, el cual se integre en un Sistema de Información Geográfica (SIG) para facilitar su análisis.

i. Planteamiento del problema

No existe una clara metodología a nivel nacional para evaluar, desde la perspectiva objetiva y sistematizada de las variables, un abordaje holístico del paisaje, a pesar de la existencia de una política nacional que involucra el estudio del paisaje visual o estético dentro de sus ejes de acción para mejorar la calidad de habitad de la sociedad costarricense.

ii. Justificación

En Costa Rica el ordenamiento territorial como política nacional ha sido una de las temáticas más rezagadas a nivel país (Astorga. 2010:2), debido a esto en el 2012 se crea la Política de Ordenamiento Territorial 2012-2040 que forma parte del conjunto “meta país” donde se expresan mediante tres ejes la dirección que ha de tomar el Estado en temáticas de gestión del territorio, estos son: calidad del hábitat, protección y manejo ambiental y competitividad territorial.

El paisaje como tal, se menciona en dos de estos ejes; en su primera aparición se menciona en la calidad del hábitat, donde se incluye como parte fundamental de la protección y recuperación de la dinámica entre la sociedad y el ambiente.

La segunda mención de este concepto se hace en el eje de competitividad territorial, en él se hace referencia al potencial turístico, donde se menciona que el Estado deberá gestionar el valor ambiental y paisajístico para promocionarlo como una estrategia para impulsar el desarrollo turístico nacional.

De esta manera, se justifica, estratégicamente, la necesidad de realizar estudios de belleza escénica, valorización de paisaje y evaluación de la calidad de este recurso dentro de las políticas de Estado.

iii. Objetivos:

Objetivo General

- Determinar por medio de evaluaciones multi-criterio la calidad y fragilidad del paisaje para estimar la valorización paisajística del cantón de Santa Ana.

Objetivos Específicos

- Evaluar por medio de un modelo de evaluación multi-criterio la fragilidad del paisaje del cantón de Santa Ana.
- Evaluar por medio de un modelo de evaluación multi-criterio la calidad del paisaje del cantón de Santa Ana.
- Estimar la valorización del paisaje basado en la calidad y fragilidad del paisaje del cantón de Santa Ana.

iv. Delimitaciones

El estudio de la valorización del paisaje de Santa Ana, se ubica en el centroide 9°56'00"N, 84°11'00"O, con un área de 61,35km²; y sus límites geográficos son: en el norte con el cantón de Alajuela y el cantón de Belén, en el este con el cantón de Escazú y en el suroeste con el cantón de Mora. Su conformación distrital es: Santa Ana (distrito primero), Salitral, Pozos, Uruca, Piedades y Brasil.

En cuanto al proceso de la investigación, se consideran las vías públicas asfaltadas para establecer los puntos de observación accesibles que servirán como base para estimar la fragilidad adquirida.

Los recursos para poder realizar esta investigación son propios, y no se contó con patrocinio de ninguna entidad pública, privada u otra entidad. Debido al acceso a recursos, los insumos utilizados como fuentes de información han sido los datos cartográficos publicados en diversas

fuentes de acceso público, avaladas por la Municipalidad de Santa Ana y que contaban con una de escala de 1:50 000, no anteriores al año 2005.

Bajo las consideraciones anteriores, el presente estudio corresponde al análisis de la valoración del estudio del año 2005; es decir es una retrospectiva de la situación del paisaje de este cantón para este año.

v. Alcances del proyecto

El alcance de la presente investigación pretende ser una primera aproximación de la valorización del paisaje, basado en información del año 2005, en aras de generar una propuesta que facilite estudios históricos de cambios territoriales en el cantón.

Un análisis de paisaje permitiría cumplir con uno de los cinco ejes establecidos en la Política Nacional de Ordenamiento Territorial 2012-2020, además de brindar insumos para determinar y establecer parámetros de impuestos territoriales actualizados basados en la promoción del recurso paisajístico de la zona de estudio.

De esta forma, la presente investigación, espera aproximarse al desarrollo de una metodología capaz de brindar un adecuado, correcto y fácil análisis paisajístico del cantón de Santa Ana, en una aproximación holística.

vi. Limitaciones

Dentro de las limitaciones de la presente investigación se destaca la carencia de acceso público y actualizada de información; de esta se desprende que el sistema al hacer el análisis indique puntos de observación muestrales que no reflejan lo estimado en el SIG.

Por delimitaciones de tiempo en el desarrollo de esta investigación, se excluyó el análisis subjetivo del paisaje por medio de encuestas, factor que puede depurar y complementar los resultados obtenidos de esta investigación; además estos, pueden ser aplicados y utilizados para la creación de cartas de paisaje tal y como lo ha establecido el CEP dentro de sus protocolos de acción.

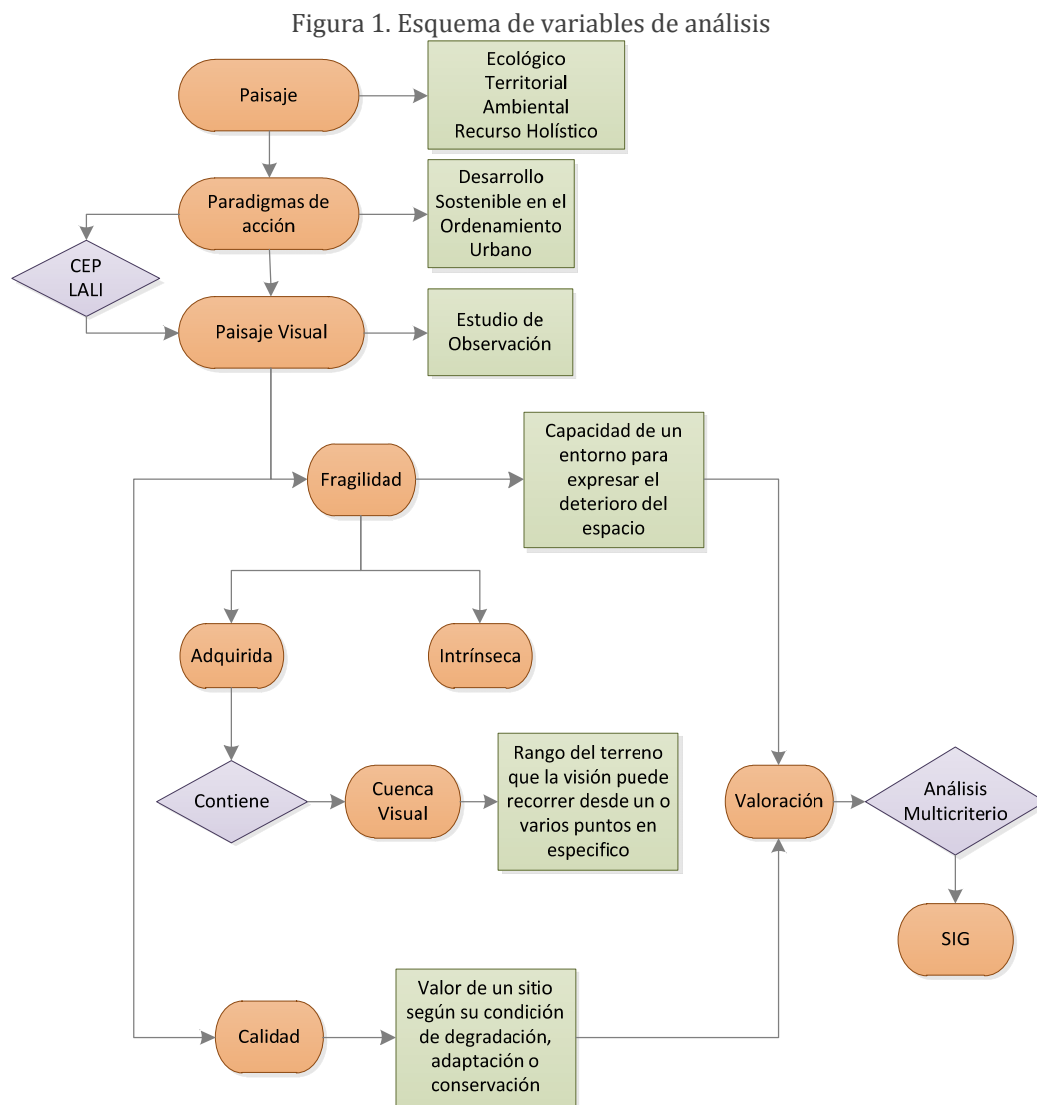
La temporalidad de la dinámica del paisaje (tanto calidad como fragilidad) es altamente dependientes de factores externos (climatológicos, políticos, sociales, económicos, entre

otros), por lo que su validación llega a ser de corto plazo (un año o inferior); es decir, la validación del paisaje estimada en el presente documento obedece a las condiciones propias de la información suministrada (2005), por lo que muchos puntos de visibilidad calculados por el SIG pueden llegar a ser sesgados.

Capítulo 2. Marco Teórico

Para la presente investigación es menester definir los conceptos principales que se aplican a lo largo de dicha investigación, a considerar: paisaje, cuenca visual, fragilidad visual, sistemas de información geográfico, y evaluación multi-criterio.

Es importante mencionar que estos se interrelacionan entre sí en el proceso de la determinación de la valoración del paisaje; la relación entre estos conceptos se presenta en la figura 1, sobre el esquema de las variables de análisis:



Definición del término Paisaje

Este término se distingue por ser polisémico, lo que conlleva a una asociación diversa de definiciones las cuales obedecen a las dimensiones o empleo que se aplique en el uso de este término.

Tesser (2000) explica: *“Por ejemplo, utilizamos esta palabra para observar por la ventana, al contemplar un cuadro, o bien, al mirar una fotografía. Estas tres formas de mirar, que son parte de una misma “escena”, poseen una interpretación diferente según sea el caso.”* (p19).

Además, el autor expone un acercamiento diferenciado del concepto paisaje desde diversas áreas de investigación, por ejemplo:

“Para los arquitectos es una obra humana que resulta de una acción destinada a modelar los espacios y a disponer de los componentes siguiendo las líneas trazadas. Para los paisajistas de L’École Nationale de Versailles se le considera como un sistema complejo de representaciones estrechamente ligadas a los esquemas culturales de cada individuo, así como también a las condiciones externas e internas de nuestra percepción sensorial. Para los ecólogos, éste se define como una organización natural en mutuas relaciones. En agronomía se interpreta como una porción de espacio perceptible de un observador, donde se inscriben una combinación de hechos visibles e invisibles y de interrelaciones de las que no se perciben en un momento dado que el resultado global, o bien, es el espejo de relaciones, antiguas y actuales, del hombre con la naturaleza que lo rodea. Para los sociólogos es la expresión cultural bajo los modos y formas variables según los tiempos y las sociedades, las relaciones que el hombre establece con el medio que los rodea.” (p 21).

En el ámbito particular de la Geografía, existen múltiples discusiones referente a la utilización del término paisaje como elemento analítico del espacio; por un lado, se presenta la corriente que delimita el paisaje como la unidad u objeto de estudio de la Geografía y, por otra parte, se encuentra la concepción de que esta variable no es más que otra entidad a tomar en cuenta dentro del esquema geográfico. (Tesser, C. 2000).

Para lograr interpretar dicha disociación en esta profesión, es necesario establecer algunos aspectos que han influenciado el modo de análisis del paisaje científico; sin dejar de lado el contexto que ha contribuido en el desenvolvimiento del mismo.

Contexto histórico conceptual del paisaje

El paisaje ha sido estudiado desde la época de Eratóstenes, donde este filósofo articula que existen cambios que ocurren en un lugar; Córdova, H (2005) detalla: *“El paisaje, como objeto de estudio, representaba en sus inicios un área pequeña que no fácilmente podía visualizar y luego descubrir.”* (p162).

Además de esto, es hasta el siglo XIX cuando se determina una discusión más severa del término en este ámbito científico; lo anterior se expresa como respuesta de que, en este periodo, se desarrolla no solo el inicio de los estudios de las Ciencias de la Tierra, sino que además en esta época se realizan los primeros mapas geológicos.

Igualmente, y acorde con Hiernaux, D y Lindón, A (2006) *“Estos estudios (del paisaje) serán completados, en el siglo XIX, por los estudios económicos y agrónomos”.* (p260).

Sin embargo, el término aún es difuso, debido a aspectos contemporáneos propios de la corriente geográfica; por ejemplo, Orejas, A (1995) detalla: *“(la) confusión en el uso de términos, en especial del término «paisaje», en cierta medida justificada por los diferentes ángulos aportados para su consideración y por la separación entre la Geografía Física, en manos de estudiosos procedentes de las ciencias naturales y la Geografía Humana, a cargo de geógrafos con conformación histórica.”* (p25).

Con respecto a la dicotomía de las concepciones geográficas anteriormente mencionadas, cabe destacar que la participación de algunos personajes como Alexander Von Humboldt, y Carl Ritter, quienes brindaron los principios de la denominada descripción geográfica para explicar los fenómenos, la cual forma parte de las bases de las corrientes ideológicas de la geografía moderna.

No es hasta 1805 cuando es utilizado por primera vez la palabra “paisaje” como un elemento técnico en el vocabulario geográfico, siendo el alemán H.C Hommeyer el que lo utilizó; Tesser, C (2000) detalla: *“(Hommeyer) lo consideró en su inicio sólo como el conjunto de formas que caracterizan un sector determinado de la superficie terrestre.”* (p22).

Es gracias al enfoque de Hommeyer, unido a las corrientes del arte bucólico y la concepción de la visión panorámica heredada por los pintores holandeses, donde surge el concepto “Landschaf”; Tesser, C (2000) traduce esta palabra como: *“(el) conjunto de elementos*

observables desde un punto alto (Paisaje Visible), así como una región geográfica definida científicamente.” (p22).

Es en este contexto, donde el “Landschaft” permite a los estudiosos alemanes diseñar nuevos conceptos, basados en el eje de la región de estudio, por lo que se desarrollan múltiples temáticas paisajísticas; así por ejemplo brotan los términos de “*Landschaftskunde*” referida a los estudios de un área pequeña; “*Länderkunde*” el cual evoluciona a los fundamentos de la Geografía Regional; “*Kulturlandschaft*” la cual da origen a la Geografía Cultural; y *Naturallandschaft* la cual excluye la acción del ser humano, enfatizando así solo la parte natural. (Tesser, C. 2000).

Esta situación conlleva a que la escuela alemana, considere el paisaje como el objeto principal de estudio de la Geografía; gracias a esto, se crea la Escuela Geográfica del Paisaje, la cual aún perdura, donde se desarrollaron una serie de estudios y avances en esta temática.

Algunos integrantes de esta escuela son Hettner, precursor del método regional; Schmithüsen, introductor del concepto sinergia, y C. Troll, fundador de la corriente de la Ecología del Paisaje, la cual en años posteriores, llega a incorporar el desarrollo de del término de geosistema (Tesser, C. 2000).

Para el resto de Europa, tanto el término como su estudio, se instauran de manera tardía en comparación de la escuela alemana; en el caso de Francia, este elemento adquiere importancia hasta la segunda mitad del siglo XIX; pues tal como Tesser, C (2000) explica: “*los geógrafos franceses comenzaron a utilizar este término, pero ninguno de ellos buscó construir un cuerpo doctrinal en torno a los Paisajes*”, tal como sucedió con los investigadores alemanes. (p22).

Debido a esta realidad, el paisaje para la escuela francesa queda asociado únicamente al proceso de la descripción del mismo; situación que se modifica un siglo después con el estudio de Martonne, donde se sientan las bases de la Geografía Zonal.

Así, durante todo este periodo, el análisis del paisaje en los diversos estudios, poseen un carácter desarticulado en sus componentes naturales y antrópicos; situación que contribuye a la abstracción del término debido a la presencia de diversas metodologías, y formas de abordaje para esta temática.

Es hasta la década de los años cincuenta, donde se incorpora una nueva visión en el esquema del análisis del paisaje, pues se llega a determinar analogías entre los sistemas ecológicos, y biológicos; Tesser, C (2000) detalla: *“En 1952, los geógrafos soviéticos dejan de considerar a la Naturaleza como un obstáculo inerte para la sociedad humana y comienza un trato preferente dentro del ámbito ecológico”*. (p23).

No obstante, la visión integradora de las unidades paisajísticas (elementos tanto naturales como antrópicos), se da hasta los años setenta, gracias a los aportes del ruso Viktor Sochava, el cual determina el paisaje como un sistema análogo a las dinámicas ecológicas, pues Sochava introduce los conceptos de geoquímica y geofísica del paisaje.

Otro pensamiento que amplió el término del paisaje es la incorporación del concepto de geosistema (cuyos principios fueron heredados por Troll) implementado por la escuela francesa, la cual considera que el paisaje además de poseer un espacio delimitado tiene su propia dinámica y evoluciona como una unidad integral.

Hiernaux, D y Lindón, A (2006) expresan: *“El concepto de geosistema ha contribuido igualmente a que se afiance, al lado del «paisaje-sujeto», el «paisaje-objeto». En consecuencia, el paisaje se ha transformado en una categoría operacional y en un instrumento eficaz para la explotación y ordenación de extensos territorios”*. (p263). Es importante mencionar que este término, se diferencia al ecosistema por el hecho de incorporar la variable antrópica en su análisis; Zúñiga, W (1991) menciona: *“quienes practican la Ecología, aunque dicen que toman en cuenta en sus análisis, a la sociedad humana como un componente más del ecosistema, en la práctica dicho análisis, no se lleva a cabo, dejando por fuera del ecosistema al ser humano y sus actividades.”* (p33).

Para el siglo XX el paisaje pasa a ser una herramienta no solo para la aplicación y comprensión de las dinámicas presentes en un espacio determinado, sino que tiene un potencial para realizar tomas de decisiones en el proceso de ordenamiento territorial y permite elaborar insumos para la gestión del espacio, los cuales utilizan una serie de insumos dentro de los estudios de características cualitativas.

Dentro de estas instancias cualitativas, el análisis y la valoración del paisaje desde sus características visuales, ha incorporado una serie de instrumentos que permiten realizar

acciones en concreto (Mazzoni, E. 2014) pues este tipo de enfoques “ *permiten hacer del hecho perceptivo un dato preciso o un término cualitativo que conduzca a la descripción, clasificación y valoración de un paisaje. En este contexto, el estudio del paisaje desde su calidad visual tiene como objetivo clasificar el territorio en función de sus valores estéticos para luego establecer cánones comparativos que conlleven a la valoración del territorio*” (Másmela, P. 2010:39).

De esta manera se puede determinar que el estudio del paisaje, también llamada la Ciencia del Paisaje tiene un carácter plenamente transdisciplinario, el cual, según Mazzoni se orienta bajo tres tipos de enfoques o direcciones paradigmáticos debidamente delimitados, los cuales se explican a continuación:

El enfoque de la Ecología del Paisaje, cuyo corte tiene un carácter biológico, lo cual permite establecer el análisis desde las condiciones de conectividad y fragmentación, cuya herencia viene dada desde los aportes realizados por C. Troll.

El segundo enfoque, denominado Geoecología del Paisaje, interpreta el paisaje como una interconexión, interacción e integración de un conjunto de elementos que hacen un todo en el terreno, por lo cual los enfoques de análisis de estructuras holísticas como el geosistema, no producto de estudios heredados de la escuela rusa de los años 50's.

Tal como se puede observar, “*El tratamiento del paisaje ha sido en ocasiones subsumido dentro del marco de la ordenación como un aspecto ambiental más que estrictamente paisajístico*” (Benabent, M. 2006:353), factor que se modifica en el tercer enfoque, denominado Geografía Cultural, se basa en el análisis de elementos escénicos y el estudio del comportamiento de la calidad del paisaje percibido mediante el abordaje de sus dos indicadores: cuenca visual y fragilidad del recurso (Zubelzu, S y Allende, F. 2014).

Es importante destacar que este último enfoque tiene sus cimientos en la percepción ambiental, donde el espectador conoce y reconoce su entorno y actúa conforme las condiciones de visualización y las sensaciones que emite el paisaje percibido; considerando esto, la localización de la observación es vital pues gracias a esta, así serán los estímulos que podrán ser adquiridos (Sanz, F y García, J. 1996).

Abordaje internacional del concepto paisaje

Para realizar el análisis del paisaje, existen una serie de metodologías las cuales permiten

establecer un abordaje para este tipo de estudios según sea el objetivo del investigador; pues de estos, se distinguen por su carácter subjetivo, especulativo, y otros por su holística en el tratamiento de la información, tal y como se mencionó anteriormente.

En el caso del paisaje percibido, desde los años 60's con la publicación del libro *"Imagen de la Ciudad"* del norteamericano Kevin Lynch se han realizado numerosos métodos de la valorización del paisaje; no obstante, es en Europa donde dichos avances e iniciativas se han plasmado en la toma de decisiones territoriales gracias a la creación de iniciativas políticas, que permitan establecer una clarificada articulación de este tema.

Lo anterior se explica por una serie de eventos correlacionados entre ellos; no obstante, el punto de giro más emblemático es a partir de la Cumbre de Río de 1992, cuando la comunidad internacional direcciona una nueva interpretación en la relación ser humano-ambiente, desarrollándose con esta la preocupación de la conservación ambiental, donde se crea la concepción del desarrollo sostenible.

Al respecto, Mata, R (2008) detalla: *"La Cumbre de Río de 1992 introdujo no sólo una visión más amplia y compleja del campo de acción del conservacionismo, superando los límites de los objetos específicos de protección (especies, biotopos, espacios naturales protegidos), sino también una atención creciente a los procesos sociales, económicos y culturales"*. (p1).

Tomando en cuenta esto, desde el momento que las sociedades incorporan los valores de conservación en todas las estructuras de su sociedad, estas acciones se verán reflejadas en el espacio que habitan lo que conlleva a impactos en el paisaje geográfico, pues, tal como lo establecen Olivera, et al (2003): *"El paisaje geográfico y su expresión morfológica resultan de la interacción ambiente (geotopo) - biota (ecotopo) -hombre (sociotopo), los cuales conforman unidades dinámicas en el espacio y tiempo, que operan mecanismos particulares y cumplen funciones propias."* (p383).

En relación a esto, Peña, M (2005) menciona que los acuerdos sobre la responsabilidad medio ambiental brindan las pautas jurídicas para correlacionan ambos términos (paisaje y desarrollo sostenible): el autor expresa: *"El paisaje es parte integrante del ambiente y por tanto, objeto de tutela por parte del derecho. El concepto medio ambiente abarca los recursos naturales abióticos y bióticos, así como los bienes que componen el patrimonio cultural y natural. A la vez,*

las concepciones más amplias del término biodiversidad también la incluyen". (p1).

Así, en el año 2000 se celebra en Europa el CEP también llamado Convención de Florencia, en el cual se reconocen varios aspectos importantes en el contexto paisajístico; entre estos se denota no solo la importancia que juega el paisaje en términos del desarrollo humano en todas sus formas sino también, que este recurso se destaca como una entidad clave para la implementación de acciones direccionadas a un desarrollo sostenible, mediante una gestión integral del espacio, por lo que su estudio y análisis es vital para la toma de decisiones.

Dentro de los términos desarrollados en este documento (el CEP), el Consejo Europeo menciona la relevancia que tiene la calidad del paisaje en relación a la interpretación del territorio y su efectividad en el proceso de la búsqueda del desarrollo sostenible en un espacio determinado; gracias a esta característica, este documento se convierte en el *"primer instrumento jurídico supranacional que trata de modo directo y específico"* el concepto (Martínez, F. et a. 2015).

Posteriormente, en mayo del 2010 en Suzhou China, el Consejo Mundial de la Federación Internacional de la Arquitectura del Paisaje (IFLA) expresa la necesidad de realizar una Convención Global del Paisaje (ILC) con la finalidad de brindar pautas mundiales en la gestión de la calidad de este recurso; como consecuencia de esto se desarrollan una serie de iniciativas las cuales buscan la realización de la ILC.

En este contexto, a nivel latinoamericano, el concepto de paisaje enfocado a los términos de gestión, ordenamiento y calidad, se encuentran en un estado incipiente desde el punto de vista de convenios regionales.

Sin embargo, tomando en consideración las tendencias internacionales sobre la importancia de avanzar en este tipo temáticas paisajísticas, Latinoamérica crea en el 2012 una propuesta, cuyo visión es análoga a los elementos expuestos en el CEP, desarrollándose con esto el proyecto denominado La Iniciativa Latinoamericana del Paisaje (LALI).

En sí, LALI busca integrar el paisaje en políticas estatales de manera tanto binacional como multinacional; así , (LALI busca) *"integrar el paisaje, con su debida importancia en policitas públicas sectoriales (infraestructura y movilidad, producción, explotación de recursos, energías renovables, salud, urbanismo, vivienda)"* (Pellegrino C. 2012. p5).

De esta manera, esta insta a determinar la protección de los diversos componentes formadores del paisaje tanto a escala nacional, como regional; sin embargo, para lograr realizar este objetivo, es necesario la elaboración de una serie de insumos, los cuales permitan obtener información paisajística de Latinoamérica.

Algunos de estos son la creación o renovación de las denominadas Cartas Nacionales del Paisaje, las cuales incluyen en sus análisis el estudio de la valoración del paisaje, que este sirve como herramienta en la evaluación de la calidad de vida de sus habitantes (Valarezo, S. 2016).

Abordaje nacional del concepto paisaje

A nivel nacional, la temática del estudio del paisaje desde el ámbito académico, se ha direccionado al análisis focalizado de los diversos elementos que incorporan temáticas objetivas según diversas problemáticas, como es el caso de conflictos territoriales; igualmente se encuentra el estudio del geosistema focalizado a la interpretación de las unidades paisajísticas según la investigación realizada por Zúñiga, W (1991) y finalmente, existen estudios paisajísticos tendientes a una sola variable, como el estudio realizado por Chaves, et al 1991, los cuales orientan únicamente las observaciones y comportamientos de los recursos naturales de una cuenca (Chaves, E; Ramírez, G y Zeledón, R. 1991).

Por su parte, en el ámbito jurídico, Costa Rica tiene una serie de delimitaciones regulatorias en el paisaje ecológico y paisaje percibido; dentro de estos cuerpos regulatorios la Política Nacional de Ordenamiento Territorial 2012-2040, en el cual se expone que, a nivel reglamentario, el paisaje incluye tres dimensiones o aspectos fundamentales.

Estos tres ejes (dimensión física o territorial, la subjetiva y cultural, y la temporal o causal) forman parte del pilar estructural de la calidad de hábitat que busca esta política de ordenamiento territorial en el territorio nacional.

No obstante, a pesar de existir una iniciativa que busca garantizar un equilibrio entre el espacio construido y su ambiente natural, y de contarse con proyectos por parte de organizaciones nacionales tales como la Asociación Costarricense de Paisajistas, el paisaje como tal desde el punto de vista jurídico (uno de los puntos establecidos en el LALI) en las políticas estatales no ha sido incorporado dentro de los estudios sistematizados de los Sistemas de Información Geográfica, situación que prorroga un avance nacional en esta temática.

Así, y en el caso específico del área de estudio (cantón de Santa Ana), existen una serie de investigaciones, las cuales incorporan una inclinada idea de abordaje paisajístico; sin embargo, este aspecto gira en torno a estudiar variables direccionadas únicamente a la temática de riesgo de la región, a pesar de la existencia de proyectos de alto impacto como lo es el parque eólico, un rápido desarrollo urbano, la inversión en la infraestructura vial, entre otros.

Paisaje desde su enfoque visual

El sentido de la vista permite determinar y valorizar el paisaje desde su naturaleza estética y escénica; con respecto a esto, Escribano et al. (1987) detallan que, a pesar de que *“existen otros estímulos propios de un paisaje como el sonido del agua, la presencia de plantas aromáticas o la tranquilidad que se siente en algunos paisajes, que también son parte integral de los mismos; es innegable que son las características visuales las que nos permiten diferenciar los paisajes y valorarlos”* (p61).

Considerando esta realidad, se puede determinar que dicho enfoque involucra la interpretación del paisaje como un recurso de naturaleza psicológica, pues el espacio percibido por el individuo llega a afectar, ya sea de manera positiva o negativa el comportamiento y desempeño del sujeto en un territorio dado (Mérida, M. 1996) y a su vez el espectador emite un juicio o valoración del paisaje observado basado en su percepción.

Esta característica de subjetividad como consecuencia de la percepción individual, ha sido una de las condiciones que más ha abierto la discusión sobre los elementos de análisis de esta técnica, pues según la percepción de “belleza” que sea asignado por el observador, así será su valor; Hernández, M (2009) explica: *“La intensidad de algunos de estos procesos puede determinar que los paisajes pasen de ser ámbitos atractivos, valiosos, símbolos de calidad y bienestar de vida, a espacios «no gratos» que generan una reacción generalmente adversa y de rechazo del observador y «expulsan» a aquellos que los eligieron para asentarse en ellos”* (p174).

Sin embargo a pesar de la crítica mencionada anteriormente en relación a ese carácter “subjetivo”, algunos autores han determinado que el paisaje percibido permite un análisis objetivo mediante el estudio de sus estructuras visuales básicas basadas en la dinámica física del paisaje articulando las formas del espacio (Martín, B. 2014), tales como el color, forma, línea, textura, escala y carácter espacial (Escribano, et al.1987)

En el caso del color, este se produce como consecuencia de la dinámica entre la reflexión y absorción de la luz de los objetos, por lo que, para efectos del estudio del paisaje, esta entidad permite discriminar contrastes lo que contribuye al enriquecimiento de un paisaje observado, debido a la variación entre matices, al comportamiento de los colores dentro del círculo cromático, y a las tonalidades que presentan los elementos del entorno. (Másmela, P. 2010).

Por su parte, la forma definida como la superficie de los objetos, involucra factores de geometrías propias del espacio aunado a características de orientaciones y complejidades del territorio factor que explica porqué los aspectos de relieve, laminas de agua y vegetación se identifican en este atributo visual; mientras que las líneas, involucran tanto caminos observados como siluetas difusas y se explican porque emiten diferencias difusas en la escena observada (Másmela, P. 2010).

La textura por su parte, se conjuga con el aspecto del color pues es la manifestación de luz en relación a la rugosidad de la superficie, por lo cual se clasifican entre grano, densidad, regularidad y contraste interno.

La escala y dimensión hacen referencia al tamaño o extensión que el observador tiene de su entorno; es importante mencionar que ambas variables son establecidas ya sea de manera inconsciente o consiente por el mismo observador.

Para la variable de la configuración del espacio se engloba el conjunto y la totalidad de las cualidades del paisaje según su estructura tridimensional (Másmela, P. 2010); esta característica es muy utilizada en procesos de discriminación de retratos paisajísticos, pues se establecen variaciones en el horizonte, en la concavidad de la visión, la fuga de luz, entre otras.

Tal y como se puede observar, estas entidades y particularidades brindan un carácter específico en el estudio del paisaje desde su abordaje visual, pues su carácter escénico difiere del ecológico; no obstante los estudios del paisaje percibido funcionan como herramientas potenciales en procesos de ordenamiento territorial, ya que " (el paisaje visual) *pretende simular, predecir o prevenir los impactos visuales generados por distintas actividades antrópicas, determinando el nivel en que se alcanzan los objetivos de calidad visual propuestos e identifican los criterios de evaluación más adecuados*" (Morlans, M. 2014: p15).

Con relación a lo anterior, es importante mencionar que existen tres aspectos fundamentales

para incrementar la eficacia en estudios cuyo énfasis es la exploración de los componentes del paisaje, estos aspectos involucran los estudios de las cuencas, la calidad y la fragilidad visual (Ortiz, M. 2012).

Calidad del Visual

La calidad paisajística o calidad visual de un paisaje se comprende como el nivel o valor que tiene un sitio en relación a las variables de alteración, destrucción o conservación (Solari, F y Cazorla, L. 2009), por lo que las evaluaciones para categorizar y asignar dichas valoraciones, se realizan mediante componentes y características visuales acorde a los parámetros estipulados ya sea en los métodos independientes o en los dependientes.

En el caso de los métodos dependientes, estos buscan establecer una valoración del recurso del paisaje mediante la opinión democrática de los observadores, para obtener una muestra representativa que el espacio emite a estos; para este tipo de abordajes se expresan tres líneas de trabajo, donde el primer modelo se basa en técnicas de identificación de la percepción de estímulos, el segundo se basa en el análisis psicológicos donde se estudia la personalidad del individuo en relación a su espacio. Finalmente el tercer modelo (el más subjetivo de todos los métodos) estudia las apreciaciones estéticas de la ecología del paisaje basada en respuestas de placer (Solari, F y Cazorla, L. 2009).

Por su parte, los métodos independientes establecen las valoraciones del paisaje como el resultado de la realización de experimentos; estos métodos se caracterizan porque los evaluadores o encargados de dichas investigaciones consideran la subjetividad del proyecto y pueden controlar dichos factores; dentro de estos métodos se distinguen los métodos directos e indirectos.

En el primer caso, la evaluación se determina considerando un contacto directo de contemplación del paisaje, por lo que se logran asignar valores o rangos a las entidades que se observan en el espacio.

Por otro lado, para los métodos indirectos, la valoración del recurso visual se evalúa analizando de manera segregada los diversos componentes físicos del paisaje, para luego realizar una validación mediante la asignación de valores parciales, que posteriormente serán sumados con el fin de determinar un valor total de la calidad del paisaje evaluado.

Para elaborar las escalas de prioridad o de categorización, el criterio de experto es fundamental, pues *“los estándares de belleza de los profesionales que efectúan la evaluación son extensibles a toda la sociedad”* (Solari, F y Cazorla, L. 2009: p218), lo que permite realizar proyecciones o valores específicos de un paisaje percibido, y con esto clasificarlo según un rango de preferencias dentro de los proyectos de ordenamiento territorial.

Fragilidad

El concepto de la fragilidad del paisaje se define como la capacidad que tiene un espacio para expresar el deterioro territorial como consecuencia de la actividad antrópica que se efectúa en una región observada (Castillo, B. 2004).

No obstante, algunos autores mencionan que este término puede visualizarse como el factor antagónico de la absorción visual, cuyo proceso se conceptualiza como la capacidad que tiene un entorno para absorber las modificaciones visuales realizadas por el ser humano, sin que estas alteraciones o impactos comprometan la calidad de un paisaje (Aguiló, et al. 1985).

Por otra parte, del término “fragilidad” se derivan tanto la fragilidad visual como la intrínseca, por lo que su cálculo dependerá de ambos conceptos; en el caso de la primera, también llamada vulnerabilidad visual, es el recurso que se utiliza para determinar la capacidad o susceptibilidad que tiene un paisaje para expresar el nivel y grado de cambio que puede sufrir dicho entorno.

Es decir, la fragilidad visual es la capacidad o susceptibilidad que tiene un entorno para asimilar modificaciones (Alcalá, P. et al, 2005) a una altura máxima de 1,60 ó 1.70 metros (Morlans, M.2014); es importante mencionar que para poder realizar estas estimaciones de susceptibilidad, se aplican modelos matemáticos para establecer los cálculos pertinentes de dichas variaciones en el espacio observado.

Por otra parte, la fragilidad intrínseca comprende la interacción de tres factores que expresan la vulnerabilidad que tiene un espacio para sufrir un cambio territorial, ya sean de tipo biofísico (vegetación, topografía), histórico-cultural (elementos singulares, cercanía de carreteras, entre otros) o de visualización, también llamados morfológicos (particularidades dadas por el comportamiento de la cuenca visual).

De esta manera, a pesar de que dicha variable tiene en cuenta diversos factores los cuales

dependen directamente de las condiciones o características mencionadas anteriormente, se logra establecer que estos elementos contribuyen a la interpretación de la fragilidad intrínseca de cada unidad territorial observada, permitiendo así, desarrollar un proceso de valorización del paisaje en su integralidad (Aguiló, M. 1981).

Fragilidad visual intrínseca

Tal y como se mencionó anteriormente, la fragilidad intrínseca aborda la dinámica propia de los tres factores o grupos, los cuales expresan una dependencia directa de estas tres variables en respecto a la estructura territorial (ver anexo 1).

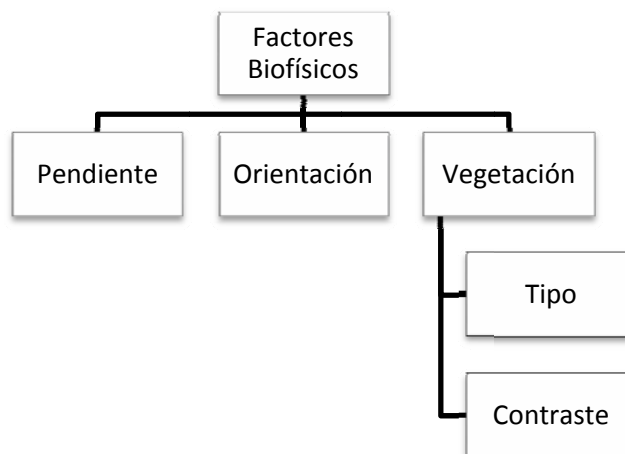
Es importante recalcar que la fragilidad intrínseca sumada a las condiciones de accesibilidad brindan el indicador de la fragilidad visual adsorbida, la cual es otra de las variables necesarias para determinar la fragilidad visual y la calidad de un paisaje.

A continuación, se detallan cada uno los factores de esta fragilidad.

Factores biofísicos

En el caso de los factores biofísicos (ver figura 2), estas condiciones vienen dadas desde la fragilidad visual del punto de observación, por lo que la pendiente, orientación y vegetación tienen influencias significativas en la dinámica de absorción visual del entorno; Morláns, M (2014) expresa: *“En general la fragilidad aumenta con el aumento de pendiente”* (p4).

Figura 2. Factores biofísicos de la fragilidad intrínseca



Fuente: Morláns, M.2014:4.

Factores de visualización

Estos también son llamados de morfología, pues lo que permite es determinar la capacidad que tiene un observador de visualizar la fragilidad de su entorno según las condiciones de la estructura propias de la cuenca visual, por lo que los elementos de altura relativa, forma, tamaño, y compacidad se determinan en este factor.

Debido a esta particularidad, se menciona que esta fragilidad se encuentra dada por el comportamiento de la cuenca visual, donde (el) *“punto es más vulnerable cuando más visible es y mayor es su cuenca visual”* (Morlans, M. 2014:6).

Factores históricos-culturales

En esa variable se determina la singularidad de elementos propios del espacio, donde se condicionan en los modelos de valoración las zonas que permiten visualizar elementos singulares o únicos, sumando a la condición de accesibilidad.

Fragilidad visual adquirida

Este tipo de fragilidad se relaciona directamente con las condiciones de accesibilidad y observación de uno o varios puntos tanto móviles o fijos que permiten al sujeto visualizar su entorno, por lo que las condiciones de infraestructura son sumamente importantes en el cálculo de esta variable.

Con respecto a lo anterior, Morlans, M (2014) explica: *“(...) si un paisaje es muy frágil intrínsecamente pero no se puede acceder a él, su fragilidad adquirida es nula porque no es modificable. Mientras que si un paisaje tiene un grado de fragilidad intrínseca medio pero se encuentra en una zona de paso esa fragilidad se vería notablemente incrementada por la fragilidad adquirida”*(p6).

De esta forma, uno de los métodos que se utilizan para calcular la magnitud que puede tener el observador desde un punto “x” en el espacio, es mediante el uso de las cuencas visuales acumuladas (Estévez, V. et al, 2012), en las cuales se determinan las zonas de traslape y rango de visión de dicho punto considerando la accesibilidad que el observador puede llegar a tener en dicha localización.

Cuenca Visual

La cuenca visual se comprende como el conjunto de superficies que permiten su visualización

desde un punto dado (Tévas, G. 1996); es decir es el rango del terreno que la visión puede recorrer desde un o varios puntos en específico.

El análisis de esta variable permite determinar las valoraciones de la fragilidad visual (Vázquez, F. 2013) pues considera el tamaño, la compacidad y forma del entorno desde uno o varios punto de observación, por lo que su estimación es esencial para desarrollar el cálculo de esta fragilidad, tal y como se demuestra en la tabla 1.

Tabla 1. Sensibilidad de los atributos de la cuenca visual.

Atributos de la cuenca Visual	Menos Sensible 1	Sensible 2	Más Sensible 3
Tamaño de Cuenca Visual	Grande	Medio	Reducido
Forma	Redondeada	Irregular	Alargada
Compacidad	Alta	Media	Baja
Especialidad	Panorámica	Mixta	Cerrada

Fuente: GHD. 2015:9.

El cálculo de estas zonas de visualización se pueden realizar por medio de paquetes informáticos, como es el caso de los SIG. Dentro de las consideraciones que se deben establecer para realizar dicha estimación es el comportamiento de las características del tamaño, compacidad, altura relativa, visibilidad, y forma de la cuenca visual.

Tamaño

El tamaño determina el área en la cual la visión puede recorrer en cada uno de los puntos por lo que permite determinar la visibilidad de un territorio dado. De esta manera se establece que cuanto mayor sea el tamaño de la cuenca visual, mayor será la fragilidad del paisaje observado, tal como se observa a continuación.



Fuente: GHD. 2015:8.

Compacidad

Este término implica la evaluación de vacíos, huecos o zonas que no son posibles visualizar desde un punto de observación; de esta manera las regiones con topografía regular y uniforme presentará cuencas compactas, pues los rayos de visión no se verán afectados por elementos que alteren la misma, permitiendo de esta manera una mayor absorción de los elementos de ese paisaje (Másmela, P. 2010).

En el caso contrario, los terrenos que tienen una estructura geomorfológica abrupta, presentarán condiciones particulares en las cuales, la visibilidad e intervisibilidad se conjugarán a lo largo del escenario observado, conllevando a obviar parte de los elementos y deteriorando con esto la adquisición de todos los elementos de un paisaje.

Así, este elemento se calcula por medio de un porcentaje de la superficie no visible dentro del conjunto de la cuenca visual en relación con la superficie total de dicha cuenca; Villarino (1985), expresa:

$$I = 100 - H$$

Donde:

I= Índice de compacidad

H= % de huecos

El resultado de dicha operación se analiza según diferentes tipos de categorías; Pérez y Martí, (2002), proponen las siguientes condiciones para la interpretación este índice:

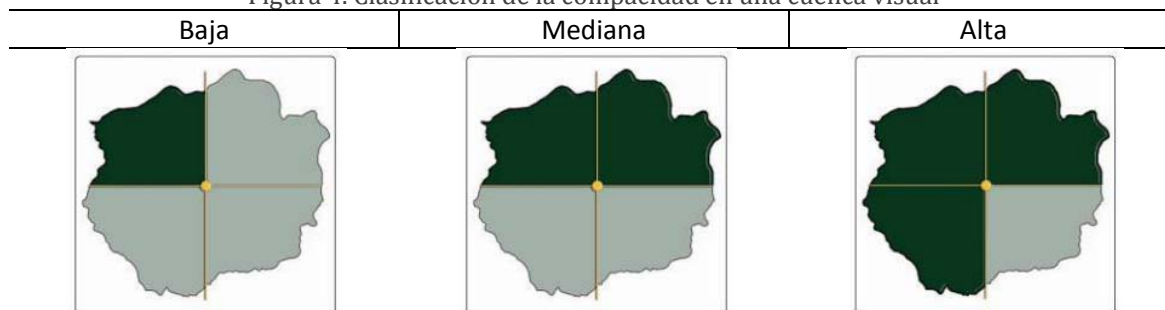
Tabla 2. Clasificación de compacidad

Índice de Compacidad	Clasificación
24>IC>15	Bajo
15>IC>8	Medio
8>IC>0	Alto

Fuente: Pérez, L y Martí, J. 2002.

Considerando lo anterior, el comportamiento de la compacidad puede expresarse gráficamente según las condiciones propias de la cuenca, tal como se puede observar a continuación:

Figura 4. Clasificación de la compacidad en una cuenca visual



Fuente: GHD. 2015:8.

Visibilidad e intervisibilidad

La visibilidad es la sección del paisaje que el observador puede absorber mediante sus sentidos desde un punto específico de observación (Solari, F y Cazorla, L. 2009); es decir, este concepto considera toda la región entre el paisaje o territorio y el sujeto que observa dicho escenario.

Dentro de los factores que afectan la visibilidad de un paisaje, se encuentran las condiciones topográficas, atmosféricas y la distancia entre puntos de observación de una cuenca o escenario a percibir, es decir, la intervisibilidad; no obstante la importancia de su estimación radica en la toma de decisiones en la discriminación de actividades a desarrollar pues *“por medio de la visibilidad se pueden ubicar las actividades que se deseen más visibles y en sentido contrario, se pueden localizar en las zonas menos visibles aquellas actividades que se deseen ocultar”* (Steinitz, 1979, citado por Másmela, P. 2010: 26)

Con respecto a la intervisibilidad, esta se comprende como la visibilidad que se tiene desde un punto dado con respecto a otros, dicho de otra manera, es el grado de observación que tiene un sujeto desde varios puntos sin modificar el escenario contemplado. De esta forma, este término involucra el cálculo total de las áreas visibles de observación desde un punto dado con respecto a otros dentro de una cuenca visual.

Finalmente, ambos conceptos son contenidos dentro de una cuenca visual y su enfoque se orienta a determinar la fragilidad dada en cada uno de los puntos que conforman dicha cuenca en relación a la capacidad que tiene un individuo de poder adsorber la información que brinda un paisaje observado.

Forma

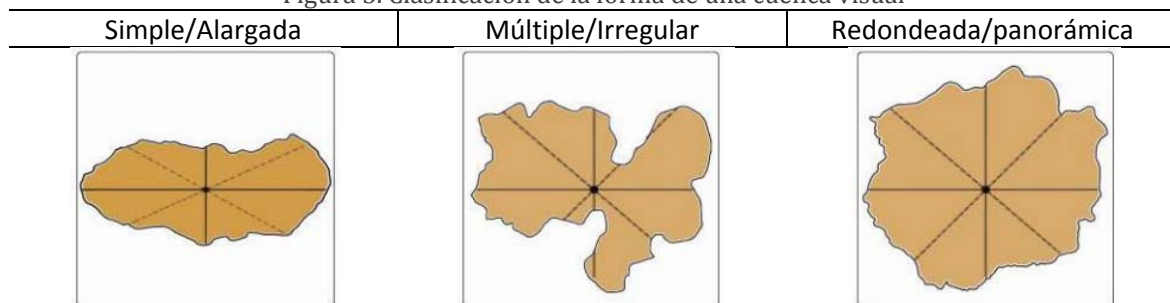
La forma de la cuenca visual se puede dividir tanto desde su morfología geométrica como la de

su rango de alcance de visión desde un punto en particular.

Dentro de las estructuras o formas geométricas se pueden distinguir las de tipo de vista simple o alargada, las vista múltiple o irregular, y las panorámicas o redondeadas (ver figura 5); en el caso de las simples la visión permite una penetración notablemente clara del entorno, pues los límites de la cuenca son notorios, mientras que la múltiple presenta obstáculos en el barrido visual expresando brechas o aperturas del escenario (Vélez, L. 2010).

Finalmente, en caso de no presentarse ningún obstáculo que interfiera en la absorción del espacio, se evidencia el tercer tipo de vista, la cual se denomina panorámica.

Figura 5. Clasificación de la forma de una cuenca visual



Fuente: GHD. 2015:8.

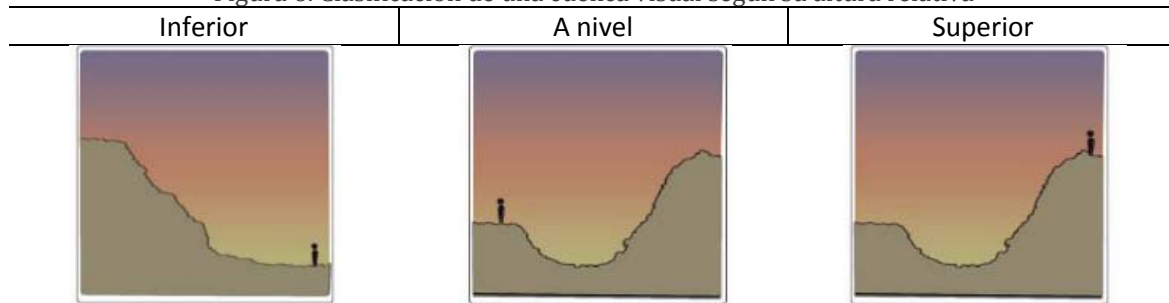
Con respecto al rango de alcance, las vistas se identifican como cerradas cuando el fondo escénico junto con el plano de visión medio no se encuentran representados limitando de esta manera la escena, es decir, tiende a presentar un punto de fuga en el horizonte.

En el caso de las vistas abiertas, el rango de visión es profundo, presentando en el horizonte dos puntos de fuga distribuidos a lo largo de la línea de visión, lo que permite una absorción del paisaje y sus elementos escénicos de manera más explícita.

Altura relativa

Se caracteriza por ser la medida ponderada de las superficies de las áreas visibles entre la diferencia de la altura de la cuenca visual y la altura del observador; gracias a esta dinámica esta variable permite identificar si el terreno donde se localiza el punto es más alto o más bajo (ver figura 6).

Figura 6. Clasificación de una cuenca visual según su altura relativa



Fuente: GHD. 2015:8

Para clasificar lo anterior, se considera que la altura relativa positiva indica que el territorio se encuentra en una altura inferior que la del observador, mientras que una altura relativa negativa indica que el terreno observado se encuentra en una posición superior al punto de localización del observador.

Sistemas de Información Geográfica

Los SIG tienen múltiples definiciones debido al gran conjunto de especialistas que lo aplican en su quehacer profesional (López, E. et al, 2015). Considerando esto, es oportuno mencionar que algunas instituciones han brindado una serie de definiciones entre las cuales, cabe destacar la propuesta del Centro Nacional de Análisis e Información Geográfica (NCGIA) de los Estados Unidos, donde se establece este como *“un sistema de información compuesto por hardware, software y procedimientos para capturar, manejar, manipular, analizar, modelizar y representar datos georreferenciados, con el objetivo de resolver problemas de gestión y planificación”* (Vila, J y Varga, D. 2008).

Así, los SIG permiten, gestionar los datos espaciales de una zona y realizar los procesos necesarios para identificar los problemas y aproximar simulaciones y estimaciones de un fenómeno en particular, como lo es el estudio de la valoración paisajística de un entorno, entre otros temas espaciales a trabajar.

Dentro de las ventajas que brindan estos sistemas es el uso de herramientas que permiten aplicar modelos de múltiples elementos o capas con los cuales se pueden desarrollar valoraciones del paisaje (García, F. 2013), como lo es el caso de la aplicación de la herramienta denominada Model Builder las cuales permiten modelar el proceso tanto de los datos vectoriales como los ráster.

Una de las ventajas del uso de esta herramienta es que permite realizar procesamientos de forma automatizada y sistematizada, pues desarrolla cálculos y logaritmos de una manera secuencial gracias a que aplica la técnica de escalarización (Vila, J y Varga, D. 2008). Esto facilita, no sólo ahorrar tiempo y recursos, sino proporciona un sistema de cotejo de los procesos a efectuar basados en modelos estructurales del objeto de estudio, como lo es la valorización paisajística, por lo que se seleccionó esta técnica para este estudio como la más adecuada.

Tipos de modelos del SIG

Los datos utilizados en los SIG se dividen en dos tipos: vectoriales y los rásters.

Datos vectoriales

Los datos de tipo vectorial, se caracterizan por tener estructuras geométricas de tipo punto, línea ó polígono; Almazán, J, et al (2009) los definen como: “ (los puntos) *se codifican en formato vectorial por un par de coordenadas en el espacio, las líneas como una sucesión de puntos conectados y los polígonos como líneas cerradas (formato orientado a objetos) o como un conjunto de líneas que constituyen las diferentes fronteras del polígono*” (p54); debido a esta particularidad, estas entidades son consideradas como unidades básicas en este tipo de modelos.

Considerando esto, se determina que un SIG puede ser de tipo vectorial cuando utiliza y aplica únicamente este tipo de datos para realizar los análisis requeridos; esta práctica se basa en el estudio de las relaciones explícitas asociadas a los valores temáticos de cada una de estas unidades (Suárez, A. et al, 2008).

Datos ráster

Contrario a los datos de tipo vectorial, los datos de tipo ráster se caracterizan por estar basados en el diseño cuadrangular o reticular que se encuentra compuesta por una serie de celdas denominadas píxeles, los cuales funcionan como la unidad básica de este tipo de datos; Debido a esto, se establece que el desempeño dentro del SIG de estos datos, se basan en representar de manera discreta el comportamiento del mundo real (Oyala, V. 2014).

Finalmente es importante considerar que, aunque ambos datos tienen ventajas y desventajas, ambos pueden intercambiar información mediante las transformaciones de la información de

cada uno de estos; en el caso transformar un dato vectorial a uno ráster se realiza una conversión denominada rasterización, mientras que en el caso contrario de modificar un ráster a un vectorial se determina como una conversión de tipo vectorización (Dorado, G. 2010).

SIG en la accesibilidad de rutas.

Dentro de las posibilidades de análisis sistematizados que se logran desarrollar dentro de los procesamientos de los SIG's, se encuentran los denominados estudios de rutas o flujos, los cuales permiten determinar características tales como: conectividades, elevaciones, giros, y accesibilidad desde una ruta en particular.

Con respecto a este último punto, Rodríguez,V (2011) menciona que para dicho procesamiento en el SIG se deben utilizar preferiblemente el formato vectorial; la autora expresa: *“la medición de accesibilidad mediante Sistema de Información Geográfica vectorial, concretamente mediante análisis de redes de transporte se ajusta más a la resolución de problemas como el cálculo de rutas más corta o rápida entre dos puntos.”* (p270).

De esta manera, y considerando que una ruta se compone de elementos de tipo puntual o nodos, y líneas, se pueden realizar una serie de análisis que contribuyen no sólo a estimar el coste económico el desplazamiento, sino que además permite establecer relaciones de aproximación o cercanía entre rutas (Rodríguez, V. 2011) gracias a la relación entre el punto inicial y el punto final (en su estructura de nodo) de la ruta (línea).

Dentro de las herramientas que los SIG brindan, se destaca la conocida como *“Network Analysis”* cuya interface ha sido creada a través de códigos Phyton, para ser utilizado en el módulo de Arcgis ArnMAP (García, J. et al.2016); esta herramienta, gracias a sus algoritmos permite obtener tres tipos de análisis: El primero llamando cálculo de Caminos Mínimos (rutas óptimas): estas se determinan como la ruta más óptima o adecuada entre circuitos; el segundo es el Cálculo de la Matriz Origen-Destino: este análisis permite calcular todos los orígenes y sitios posibles mediante un análisis de costo (Rodríguez, V. 2011).

Finalmente, el tercer procesamiento que esta herramienta brinda es el denominado Cálculos de los sitios próximos o *Closest facility*, la cual permite encontrar la entidad más cercana, a las más próximas y las direcciones de las mismas asociadas a un destino particular (Barrientos, M. 2007).

Técnica de escalarización

Acorde con Castillo,B (2004), este término se define como el proceso por el cual a partir de múltiples informaciones o capas, se puede obtener una sola que acople cada una de las entidades que le conforman; la autora explica: *“significa que a partir de un vector n-*

dimensional se obtendrá un escalar unidimensional” (p12) además explica que, este tipo de técnica se optimiza mediante una serie de funciones de un valor temático en particular (factor “x”), por ejemplo sociales, ambientales, económicas, entre otras; dicha función se expresa de la siguiente manera:

$$\{f_1(x_1), f_2(x_2), \dots, f_n(x_n)\} \rightarrow R (\forall x \in X)$$

Donde:

$f_1 \dots f_n$: Funciones del vector “X”

$x_1 \dots x_n$: Elemento de “x”

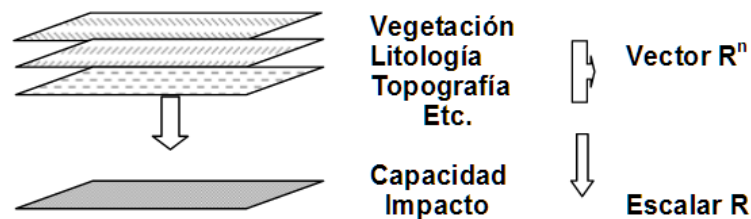
R: Conjunto de Números Reales

X: Vector Multidimensional

Este sistema de análisis trabaja con valores de pixel de un conjunto de imágenes o capas modelo ráster (vegetación, litología, topografía, entre otras; ver figura 7).

Su desarrollo consiste en que cada capa vectorial se debe transformar en modelo ráster para obtener los valores de pixel de cada entidad; de esta forma estos se pueden sumar o combinar (dato f_n en la ecuación anterior) para poder formar una única entidad (Capa de impacto; ver figura 7), según el modelo de jerarquización.

Figura 7. Técnica de Escalarización

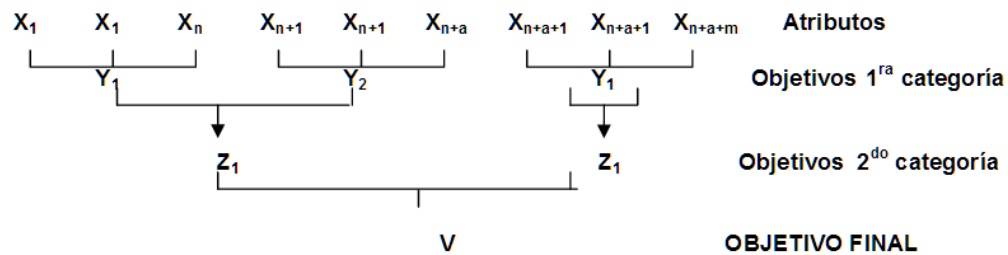


Fuente: Castillo, B. 2004:11

Estructura jerárquica

Tal como la técnica de escalarización indica, se deben determinar y optimizar los diversos objetivos con el fin de lograr unificar la información de las diversas capas, por lo que el uso de la estructura jerárquica de la información es altamente recomendada para lograr satisfacer el objetivo final (Castillo, B. 2004), tal y como se observa en la figura 8.

Figura 8. Jerarquización de elementos



Fuente: Castillo, B. 2004:12

Como se puede apreciar en la figura anterior, se representan tres niveles de análisis; en el primero se ubican los atributos o cualidades, características y particularidades del medio, en el segundo nivel se encuentran los objetivos que son medibles por procedimientos indirectos pero que permiten el desarrollo del objetivo final, el cual se localiza en el tercer nivel (Castillo, B. 2004).

Finalmente es importante mencionar que esta lógica de procesos jerarquizados es aplicada en los SIG, principalmente cuando se desarrollan los Proceso de Jerarquías Analíticas (AHP) (Calderón, R y Medina, O. 2015) por medio de análisis de evaluación multi-criterio (EMC) se pueden determinar zonas o regiones con valores potenciales dentro de un objeto de estudio, como es el que se aplica en estudios de valorización paisajística (Castillo, B. 2004).

Métodos de Jerarquías Analíticas

Este tipo de método se basa en el análisis estructurado de un elemento en particular, lo que permite que se pueda aplicar a situaciones que involucren decisiones de múltiples criterios y juicios (Steiguer, et al. 2003), ya sea de variables cualitativas como cuantitativas, lo que contribuye notablemente en procesos de tomas de decisión complejas.

Lo anterior se explica por las ventajas que presenta este método, entre las cuales se pueden mencionar que se puede organizar el problema o situación según los niveles de dificultad, esto contribuye a que estos niveles pueden ser evaluados y en cada uno se pueden asumir decisiones específicas según sea el caso; finalmente, en el proceso de escogencia se expresa una escogencia de factores que permiten asignarle grados de importancia a elementos puntuales con el fin de lograr el objetivo planteado (Calderón, R y Medina, O. 2015).

Con respecto a este último punto, la escogencia de importancia o “peso” que tiene un

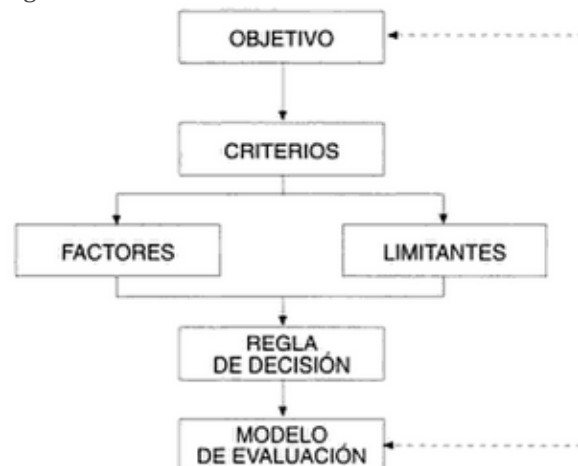
elemento sobre otro es uno de los factores que han generado polémica con respecto a este enfoque; sin embargo, es importante mencionar que estos criterios debe ser respaldados por juicios de expertos en conjunto con procesos de reconocimiento de proyectos previos.

En este sentido, estudios como la valorización de un paisaje han desarrollado una serie de categorizaciones o jerarquías, las cuales se apoyan de estructuras como proyectos de ordenamiento territorial para emitir los correspondientes criterios, en conjunto a metodologías implementadas a nivel internacional, permitiendo con esto disminuir las condiciones de subjetividad a la hora de seleccionar los pesos de las variables que se interrelacionan.

Evaluación Multi-Criterio (EMC)

Tal como se mencionó anteriormente, las EMC son utilizadas en los métodos de jerarquías analítica cuyo concepto se puede definir como el conjunto de técnicas o escogencias que permiten direccionar la toma de decisiones mediante la aplicación de criterios que corresponden a los objetivos planteados (ver figura 9); este tipo de evaluación contiene una serie de elementos (retomar figura 8) que son necesarios para su correcto desarrollo, a su vez, estos se conforman tanto de factores como limitantes (Martínez, J y Martín, M. 2003).

Figura 9. Elementos de una evaluación multi-criterio



Fuente: Martínez, J y Martín, M. 2003:127

El objetivo en este tipo de evaluación se puede comprender como una ecuación final que se desea desarrollar, este servirá de base para orientar el procesamiento y la asignación de prioridades de elementos a trabajar en el procesamiento (ya sea en su versión digital o física),

mientras que los criterios se detallan como la base para tomar decisiones (insumos) y son representados en el SIG como las capas temáticas (Martínez, J y Martín, M. 2003).

En el caso de los limitantes, tal y como su nombre lo indican restringen la disponibilidad de elementos o variables lo que permite excluir categorías de una capa en el proceso de evaluación si llega a ser necesario; por su parte los factores se reclasifican en categorías que expresan un rango de valoración, así la clase más alta posee el valor más alto o positivo y de manera inversa el valor más bajo posee la clasificación más baja (Domínguez, A. et al. 2004).

Finalmente, tal y como los métodos de jerarquías y las técnicas de escalarización expresan, la asignación de pesos permite comparar los diversos criterios entre sí, y cada uno de estos con los demás, para resultar en un producto final que copila toda la información acorde al objetivo determinado, esto se realiza en el proceso de determinar la regla de decisión, la cual dirige y orienta dicha valorización (Martínez, J y Martín, M. 2003).

Así, esta técnica permite estudiar múltiples ejes; en el caso del contexto ambiental y territorial (como es el caso del paisaje), este modelo permite delimitar, mediante el uso de una serie de datos, zonificaciones y opciones de evaluación basadas en el criterio holístico del territorio (Domínguez, A. et al. 2004).

Diseño de muestra

El cálculo del tamaño y el diseño de las muestras de cualquier investigación es una de las etapas críticas, pues de estas dependen la representación de los fenómenos expresados en la realidad; es decir, sin un adecuado diseño muestral, se corre el riesgo de no tener proporciones adecuadas para representar la población o el fenómeno de estudio (Tamayo, G. 2001) y con esto sesgar los resultados finales.

Así, existen dos tipos de muestreos para el desarrollo de las investigaciones denominados no probabilísticos y probabilísticos; en el caso del primero, su uso es exploratorio debido a que no se puede establecer de una manera exacta la probabilidad de que un elemento se encuentre dentro del segmento seleccionado.

En el caso del método probabilístico, este se caracteriza por brindar una probabilidad a cada uno de los elementos de la población a ser escogidos para representar el aspecto de estudio. Dentro de este método se detallan las muestras de tipo: estratificadas, aleatorio simple,

polietápico, conglomeradas, sistemático y por áreas.

Esta última se caracteriza ser un caso especial de muestreo conglomerado con requerimientos geográficos en el proceso de su distribución; Tamayo, G (2001) explica: *“la población es dividida por áreas geográficas. Luego se selecciona una muestra de estas áreas en forma aleatoria y posteriormente se realiza un muestreo”* (p 17).

Considerando lo anterior, se puede determinar que el área de un sector de análisis puede considerarse como el elemento o población a estudiar que será segmentada, para establecer los puntos de interés en el proceso de la incorporación de los puntos de observación de un paisaje, utilizando la siguiente fórmula:

$$n = \frac{NZ^2pq}{d^2(N - 1) + Z^2pq}$$

Donde:

n = Tamaño de la muestra

N = Tamaño de la población

Z = Nivel de confianza

d = Nivel de precisión

p = Probabilidad esperada

q = Probabilidad de fracaso

Capítulo 3. Metodología

i. Tipo de investigación

La metodología a utilizar es de tipo sistemática y secuencial, pues requiere obligatoriamente el desarrollo de cada una de las etapas previas para realizar las siguientes, aplicando el principio de las técnicas de escalarización. Es analítica porque se extraen de datos concisos y remotamente asociados para generar una interpretación de los mismos mediante los métodos de jerarquías analíticas; es además transversal pues se requiere del análisis de diversas entidades junto con la interacción de las mismas. Y por último es descriptiva, debido a la corroboración en campo de algunos puntos de observación mediante insumos fotográficos.

Para desarrollar lo mencionado, se contó con la implementación de un SIG en el cual se desarrolla la EMC para establecer la calidad y fragilidad visual del paisaje, acorde con datos disponibles en las instituciones responsables del ordenamiento territorial de este cantón.

ii. Instrumentos

El principal instrumento de análisis para lograr realizar la validación del paisaje serán mediante la aplicación del modelado de información raster y vectoriales, procesados por medio de la herramienta Model Builder como método para ponderar los valores y manipular los mismos, utilizando el software Arcgis versión 10.1 con licencia de estudiante.

Los datos a tratar fueron recolectados desde bases de datos de acceso público de instituciones gubernamentales como la Municipalidad de Santa Ana, Consejo de Seguridad Vial (COSEVI) e Instituto Geográfico Nacional (IGN), cumpliendo los criterios de tiempo y accesibilidad anteriormente descritos en las delimitaciones, es decir datos no anteriores al año 2005 y de libre acceso.

Finalmente, la comprobación de los puntos de visibilidad accesibles, se realizarán mediante fotografías digitales tomadas en sitio.

iii. Procedimiento

A continuación se presenta la síntesis de las actividades, procesamientos, insumos y resultados esperados del proyecto:

Tabla 3. Síntesis de Procedimiento Metodológico

Objetivos Específicos	Tipo de insumo	Proceso de Información	Fuente	Escala	Proceso	Herramientas	Resultado
Evaluar por medio de un modelo de evaluación multi-criterio la fragilidad del paisaje del cantón de Santa Ana.	Hojas topográficas (1970)	Representación cartográfica del terreno	IGN	1: 50000	Digitalización de mapa	Arcgis 10.1-IDW	Mapa de la Fragilidad del paisaje en el área de estudio
	Cobertura vegetal (2005)	Representación cartográfica del tipo coberturas existentes	Municipalidad de Santa Ana	1:45000	Digitalización de mapa	Arcgis 10.1-IDW	
	Densidad de Carreteras	Representación cartográfica de la densidad de las carreteras	COSEVI	1: 50000	Digitalización de mapa	Arcgis 10.1-Editor-Vector to Raster	
	Cuenca Visual	Representación cartográfica de visibilidad del paisaje	Modelado Creado	1:50000	Creación por modelo digital	Arcgis 10.1-3D Analyst Tool	
Evaluar por medio de un modelo de evaluación multi-criterio la calidad del paisaje del cantón de Santa Ana.	Mapa de uso del suelo (2016)	Representación cartográfica del tipo de uso de la tierra	Municipalidad de Santa Ana	1: 50000	Digitalización de mapa	Arcgis 10.1-Editor-Vector to Raster	Mapa la Calidad del Paisaje del área de estudio
	Condición de uso (2005)	Representación cartográfica de condición usado de la tierra	Municipalidad de Santa Ana	1: 45000	Digitalización de mapa	Arcgis 10.1-IDW	
	Hojas topográficas (1970)	Representación cartográfica del terreno	IGN	1: 50000	Digitalización de mapa	Arcgis 10.1-IDW	
Estimar la valorización del paisaje basado en la calidad y fragilidad del paisaje del cantón de Santa Ana.	Fragilidad y Calidad del paisaje	Modelación de la zonificación del paisaje visual	Modelos Digitales	1: 50000	Reclasificación	Arcgis 10.1-Model Builder	Mapa de Valoración del paisaje en el área de estudio

Elaboración propia. 2017.

Diseño Muestral.

Para determinar la cantidad de muestras y la distribución de las mismas, se procede a calcular la cantidad de puntos de observación considerando el área del cantón de estudio como una población finita, bajo la teoría de Tamayo, G. 2001.

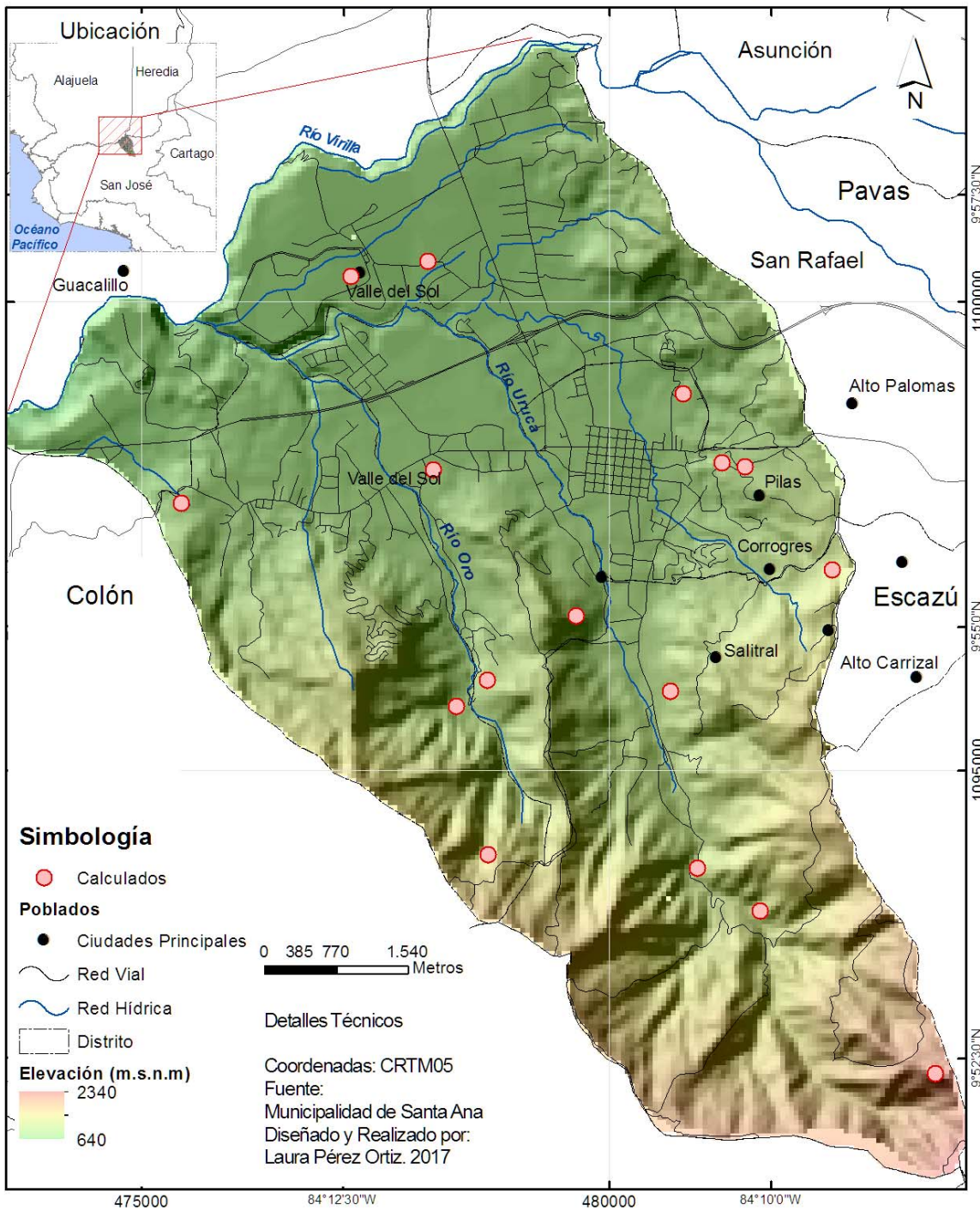
De esta manera, el desarrollo de la ecuación para el cálculo del total de muestras o puntos de observación a realizar en el cantón de estudio es de 16 muestras (15,99) o puntos de observación; considerando que un rango de confianza de 95% expresándose estadísticamente de la siguiente manera:

$$n = \frac{61.35 \times (1.96)^2 \times (0.05) \times (1)}{(0.095)^2 \times (61.35 - 1) + (1.96)^2 \times (0.05) \times (1)}$$

La distribución de las mismas se ubicaron de manera aleatoria, aplicando la herramienta del Software de Arcgis denominada *Create Random Point*, el cual permite realizar una repartición de la totalidad de puntos considerando el área o polígono específico, tal como se observa en la figura 10; estos puntos permitieron interpretar la condición del paisaje en su forma intrínseca.

Figura 10. Puntos muestrales del paisaje estimado

Cantón de Santa Ana, Muestreo Aleatorio Paisajístico. 2017



Fuente: Elaboración Propia. 2017

Considerando la localización de los puntos anteriores, se utilizaron los elementos más próximos tomando en cuenta las rutas de acceso (red vial) para realizar la valoración del paisaje

percibido o adquirido; dichos puntos serán los utilizados para implementar el insumo fotográfico para representar la condición paisajística del sector, mediante la herramienta *Network Analyst* (ver figura 13).

iv. Análisis de la información

Para desarrollar y proceder a realizar el análisis de la información en un modelo SIG, se deben establecer las variables mediante las cuales los diversos datos e informaciones fueron reclasificadas; para esto se procede a detallar cada una de las variables a continuación:

Fragilidad visual intrínseca.

Para determinar esta entidad, las variables se reclasificaron mediante la herramienta del Software denominada *Reclassify*, considerando los siguientes parámetros:

Orientación

La orientación fue clasificada según lo propuesto por Morláns, M. 2014, donde la dirección de las sombras solares se calcularon a partir de la expresión del modelo ráster de la topografía; para efectos de este trabajo práctico se determina que la orientación de la incidencia solar tiene dirección Noreste.

Una vez obtenido este insumo, se reclasificó considerando las clases de Pérez y Martí. 2002, los cuales exponen los siguientes valores:

Tabla 4. Clasificación de orientación de sombras

Categoría	Porcentaje	Clase	Reclasificación
Umbrías	más de 40	1	Baja
Intermedio	15-40%	2	Media
Solano	0-15%	3	Alta

Fuente: Pérez, L y Martí, J. 2002.

Pendiente:

Utilizando las curvas de nivel del sector se establecieron los siguientes rangos con sus respectivos pesos, los cuales fueron asignados al Modelo de Elevación Digital (MED)

Tabla 5. Clasificación de pendiente

Categoría	Porcentaje	Clase	Reclasificación
Semi-ondulado	0-5%	1	Baja
Ondulado	5-15%	2	Media
Muy Escarpado	más de 15	3	Alta

Fuente: Pérez, L y Martí, J. 2002.

Vegetación:

Para realizar dicho análisis, se utilizaron los datos de la cobertura vegetal del cantón, los cuales se reclasificaron con valores entre 1 a 4, tal como lo propone Calvo Iglesias, S. 2000, en su matriz de estudio para la clasificación de coberturas, como se demuestra a continuación:

Tabla 6. Clasificación de Vegetación de coberturas

Tipo	Detalle	Clases	Clasificación
Formaciones monoespecíficas	Relieve plano y plazas	Clase 1	Bajo
Diversidad media, uno de los estratos domina parcialmente	Ecosistema agrícola y pecuario	Clase 2	Medio
Diversidad media, existen estratos dominantes entremezclados	Plantación forestal y relieve montañoso	Clase 3	Alto
Elevada diversidad	Bosque natural y secundario	Clase 4	Muy Alto

Fuente: Pérez, L y Martí, J. 2002.

Fragilidad visual adquirida.

Para determinar esta entidad, los logaritmos para estimar la cuenca fueron dados por el *3D Analysis*, y de igual manera se reclasificaron mediante el *Reclassify* considerando los siguientes parámetros:

Cuenca Visual:

Con respecto a este, se utilizaron las categorías de Montoya, et al. 2003, los cuales expresan diferentes clases según las estructuras y formas de la cuenca visual, en conjunto con su comportamiento en el índice de compacidad.

Cabe destacar que el análisis de cada uno de estos elementos se calcularon considerando las respectivas categorías para cada una de sus variables; posteriormente, se procedió a reclasificar las clases mediante el software usando la siguiente tabla:

Tabla 7. Clasificación de la cuenca visual

Detalle	Clases	Clasificación
Unidad pequeña, con forma elíptica y alta compacidad	Clase 1	Bajo
Unidad pequeña y con forma circular y alta compacidad	Clase 2	Medio
Unidad extensa y con forma circular y baja compacidad	Clase 3	Alto
Unidad extensa y con forma elíptica y baja compacidad	Clase 4	Muy Alto

Fuente: Pérez, L y Martí, J. 2002.

Finalmente, se corroboró en campo la cuenca visual, utilizando fotografías digitales en los puntos de observación accesibles para determinar la veracidad del modelo propuesto en relación con la visibilidad real del sitio; además se utilizaron el insumo de la creación de la simulación de un escenario tridimensional, el cual permitió exponer la extensión de la percepción visual en cada uno de los puntos visitados.

Accesibilidad:

Considerando que el muestreo realizado para el procesamiento de la determinación de los puntos de observación obedece a un cálculo aleatorio, es necesario considerar que estos no necesariamente se lograban ubicar dentro de los accesos públicos (red vial) existente en el cantón.

De esta manera, para estimar las regiones próximas a los sitios calculados, se utilizó la herramienta *Network Analyst* con el fin de establecer las relaciones de proximidad entre las rutas establecidas dentro de los insumos cartográficos y las muestras calculadas para los puntos de observación (Barrientos, M. 2007), utilizando el comando de *New Closest Facility*.

Una vez realizado esto, se construyó una zona de influencia o *Buffer* con la herramienta de la familia *Proximity*, considerando una región de 100 metros a la redonda, esto con la finalidad de encontrar puntos de observación cercanos a las rutas de acceso público; estos puntos se clasificaron considerando los siguientes valores:

Tabla 8. Clasificación de accesibilidad

Detalle	Clases	Clasificación
Camino vecinal	Clase 1	Bajo
Secundaria	Clase 2	Medio
Primaria	Clase 3	Alto
Cantonal	Clase 4	Muy Alto

Fuente: Elaboración Propia. 2017.

Estos nuevos puntos de observación se utilizaron para establecer una nueva área visual que se contrastó con el rango del área visual calculada; finalmente estos puntos (los accesibles) fueron los utilizados para realizar la comprobación en campo mediante la toma de fotografías. Para los puntos calculados de manera aleatoria que no coincidieron con redes de acceso, se excluyen del cálculo de la Fragilidad Adquirida.

Compacidad:

La compacidad se realizó posterior al desarrollo del cálculo de la cuenca visual del elemento de estudio, según la distribución de los puntos de observación estimados en la sección del diseño de la muestra (retomar figura 4)

Luego, aplicando este insumo (cuenca visual) se procedió a transformar el resultado a un formato vectorial, con el fin de calcular el índice de compacidad visual de la cuenca, mediante la digitalización específica de todo el comportamiento de la misma.

Una vez digitalizado este sector, se indicó el valor (índice) resultante, que fue aplicado posteriormente en la formulación de modelo para calcular la fragilidad visual del sector, basándose en las categorizaciones propuestas por Pérez y Martí (retomar tabla 2).

Calidad Visual del paisaje

Para realizar el análisis de la calidad del paisaje, es necesario segregar las entidades que interactúan en el espacio, con el fin de desarrollar los diversos cálculos pertinentes para cada uno de estos pasos, los cuales se explican a continuación.

Pendiente:

Acorde con el Decreto N° 33957-MINAE-MAG Metodología de la Determinación de la Capacidad de Uso de las Tierras, y utilizando las curvas de nivel del sector, se establecieron los

rangos a utilizar para reclasificar el MED de la zona de estudio de la siguiente manera:

Tabla 9. Clasificación de pendiente para la calidad visual

Categoría	Porcentaje	Reclasificación	Clase
Núcleos urbanos	0-3%	Baja	1
Ligeramente ondulado	3-8%		
Moderadamente ondulado	8-15%	Medio	2
Ondulado	15-30%		
Fuertemente ondulado	30-50%	Alta	3
Escarpado	50-75%		
Fuertemente escarpado	más de 75%		

Decreto N° 33957-MINAE-MAG

Usos de la tierra

En este apartado se debe considerar que la mejor característica de la estructura espacial obedece a formaciones vegetales, por lo cual para estimar esta variable se utilizará el mapa de usos de la tierra del sector y se clasificarán sus entidades de la siguiente manera:

Tabla 10. Clasificación de usos de suelo

Categoría	Porcentaje	Reclasificación	Clase	Detalle
Uso Agrícola	0-3%	Bajo	1	Capacidad de uso III y IV
Reforestación	3-8%	Medio	2	Capacidad de uso VI
Bosque Natural	8-15%	Alto	3	Capacidad de uso VII
Protección	15-30%	Muy Alto	4	Capacidad de uso VIII

Condición de uso de la tierra

Esta variable permite estimar y determinar la dinámica humana y su distribución en el espacio de la zona de estudio y la influencia de la actividad antrópica en este sector; para su reclasificación se consideran los siguientes rangos:

Tabla 11. Clasificación de condición usos de la tierra

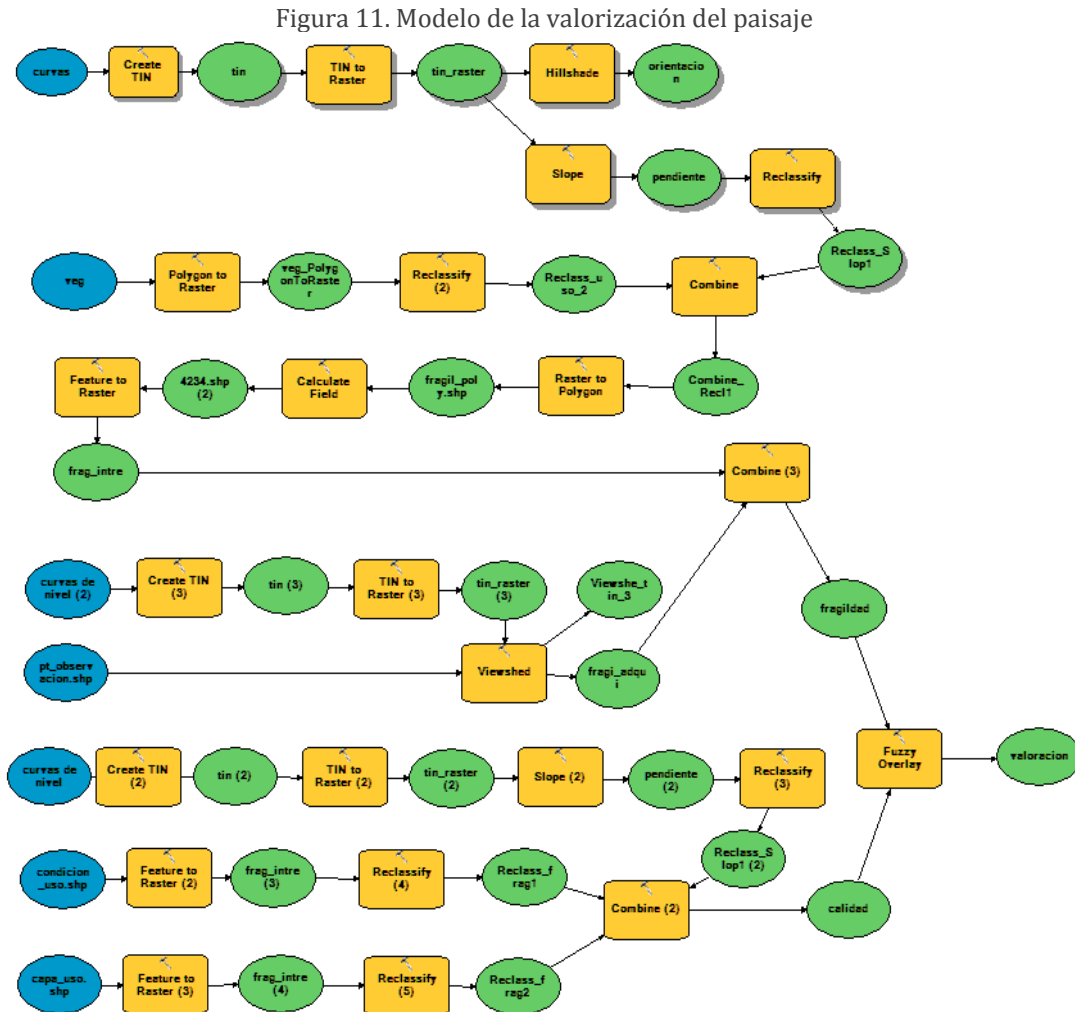
Categoría	Clase	Reclasificación
Sobreuso	1	Bajo
Sub uso	2	Medio
Uso correcto	3	Alto

Fuente: Pérez, L y Martí, J. 2002.

Valorización del paisaje

Para la determinar la valoración de la calidad visual del paisaje, es necesario unificar mediante la aplicación del modelo desarrollado en SIG en la herramienta Model Buider, las variables de estudio que competen tanto la fragilidad como la calidad del paisaje; es decir, se deben

fusionar ambos resultados mediante la EMC del SIG para obtener la valoración del paisaje como entidad integradora, tal como se muestra en la siguiente figura:



Fuente: Elaboración Propia. 2017

Tal como se puede apreciar, para el desarrollo de este mapa de valoración, es indispensable realizar el análisis integrado tanto de la fragilidad como de la calidad del paisaje; No obstante, es importante considerar que estos resultados (tanto la fragilidad como la calidad) deben ser ponderados (Estévez, et al. 2005), por lo que las variables de cada uno de estos fueron agregados en la herramienta proveniente del *Spatial Analyst* denominada *Combine*, con la finalidad de asegurar la integración general de los píxeles en cada uno de los rásters.

De esta forma, dentro de las consideraciones que se deben establecer para desarrollar la

ejecución de la sistematización de los elementos del paisaje a evaluar, se encuentra la creación de matrices que permitan organizar los valores mediante sumas ponderadas de todas las variables.

Lo anterior con el fin de implementar la categorización de los pixeles mediante el ajuste de rangos asignados en la sección de la reclasificación de los productos ráster que se crean a partir de las diversas entidades.

Para realizar esto, se estableció el uso de la siguiente matriz, en la cual se detallan los indicadores que permiten clasificar la combinación de los diversos pixeles, para cada una de las variables analizadas:

Tabla 12. Síntesis de la agrupación de clases

	Variable	Muy Alto	Alto	Medio	Bajo
Fragilidad del paisaje	Pendiente	Más de 15	Más de 15	5-15	0-15
	Orientación	0-15	0-15	15-40	Más de 40
	Vegetación	Diversidad	Estratos mezclados	Dos estratos	Mono específico
	Cuenca	Elíptica, bajo índice	Extensa, bajo índice	Circular, alto índice	Elíptico, alto índice
	Compacidad	$8 > IC > 0$	$8 > IC > 1$	$15 > IC > 8$	$24 > IC > 15$
	Accesibilidad	Cantonal	Primaria	Secundaria	Vecinal
	Pendiente	Más 75	30-75	8-30	0-8
	Usos	30-15	8-15	3-8	0-3
	Tipo uso	Correcto	Correcto	Sub-uso	Sobre-uso
	Variable	Muy Alto	Alto	Medio	Bajo
Calidad del paisaje	Pendiente	0-8	0-8	8-30	30-50
	Uso de Suelo	Capacidad de uso VIII	Capacidad de uso VII	Capacidad de uso VI	Capacidad de uso III y IV
	Condición de uso	Uso correcto	Uso correcto	Sub-uso	Sobre-uso

Fuente: Elaboración Propia. 2017

No obstante, estas variables deben ser transformadas a expresiones numéricas para efectos del proceso de rasterización de las variables a la hora de ejecutar la herramienta *Combine* del SIG, por lo que la matriz utilizada en la reclasificación de producto ráster de cada una de las variables se expresan tal y como se muestran en la tabla 13.

Tabla 13. Matriz de reclasificación

		Variable	Muy Alto	Alto	Medio	Bajo
Fragilidad del paisaje	Pendiente		3	3	2	1
	Orientación		3	3	2	1
	Vegetación		4	3	2	1
	Cuenca		4	3	2	1
	Compacidad		3	3	2	1
	Accesibilidad		4	3	2	1
<hr/>						
		Variable	Muy Alto	Alto	Medio	Bajo
Calidad del paisaje	Pendiente		3	3	2	1
	Uso de suelo		4	3	2	1
	Condición de Uso		3	3	2	1

Fuente: Elaboración Propia. 2017

Finalmente, la clasificación de la valoración del paisaje se concreta a la hora de combinar el ráster obtenido en la sección de la fragilidad junto con la calidad del paisaje; por lo cual la clasificación de cada una de las variables obtenidas se categorizó considerando la siguiente matriz:

Tabla 14. Matriz de valoración paisajística

Categoría	Calidad	Fragilidad	Valoración del Paisaje
Muy Alto	3	7	10
Alto	2	5	7
Medio	1	3	4
Bajo	0	1	1

Fuente: Elaboración Propia. 2017

Capítulo 4. Resultados y Discusión

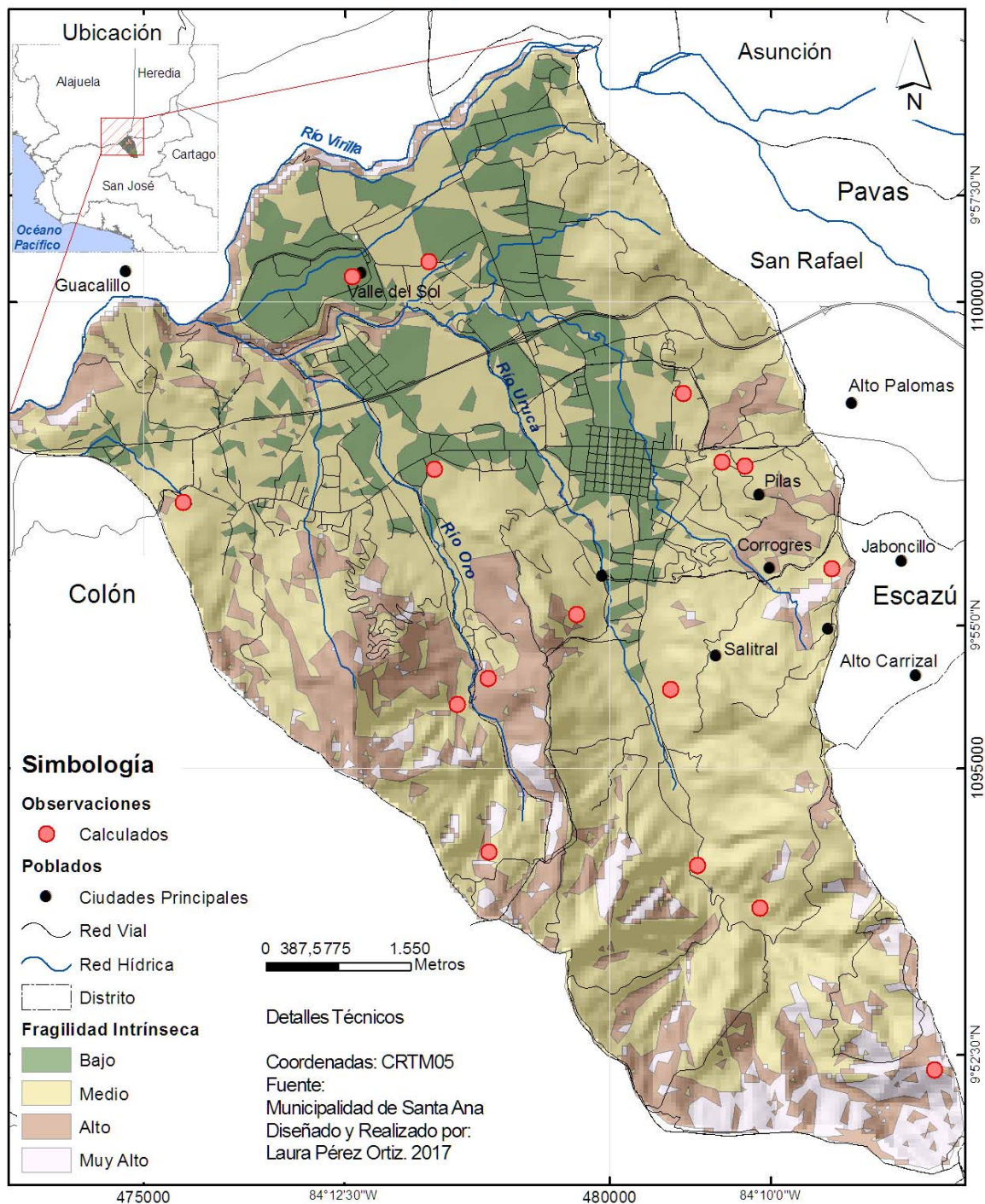
Fragilidad intrínseca

En el caso de la dinámica de las condiciones propias de la topografía, el desplazamiento y dirección del sol, junto con las formaciones de los estratos vegetales, el cantón de Santa Ana presenta cuatro grados de fragilidad intrínseca (ver figura 12).

Con respecto a la variable de estratos vegetales, aunque la información utilizada para realizar este análisis es del 2005, el uso de esta herramienta (Model Builder) permite aún determinar una metodología adecuada para obtener resultados viables, gracias a la incorporación de los píxeles según la asignación de “categorías únicas” que permite ejecutar la herramienta *Combine* mediante la matriz de unión (ver anexo 2).

Figura 12. Mapa de Fragilidad Intrínseca

Cantón de Santa Ana, Fragilidad Intrínseca del Paisaje. 2017



Fuente: Elaboración Propia. 2017

Tal y como se puede observar en la figura anterior, se determina que la categoría de tipo “media” es la que cuenta con mayor extensión, seguida por la categoría de tipo “alta”, mientras

que la categoría que presenta menos incidencia en esta condición de fragilidad es la de tipo “muy alta”.

A continuación el detalle de los porcentajes de cada una de estas categorías:

Tabla 15. Porcentaje de la fragilidad intrínseca según categorías

Categoría	Porcentaje (%)
Muy Alto	5,89
Alto	15,80
Medio	63,95
Bajo	14,34

Fuente: Elaboración Propia. 2017

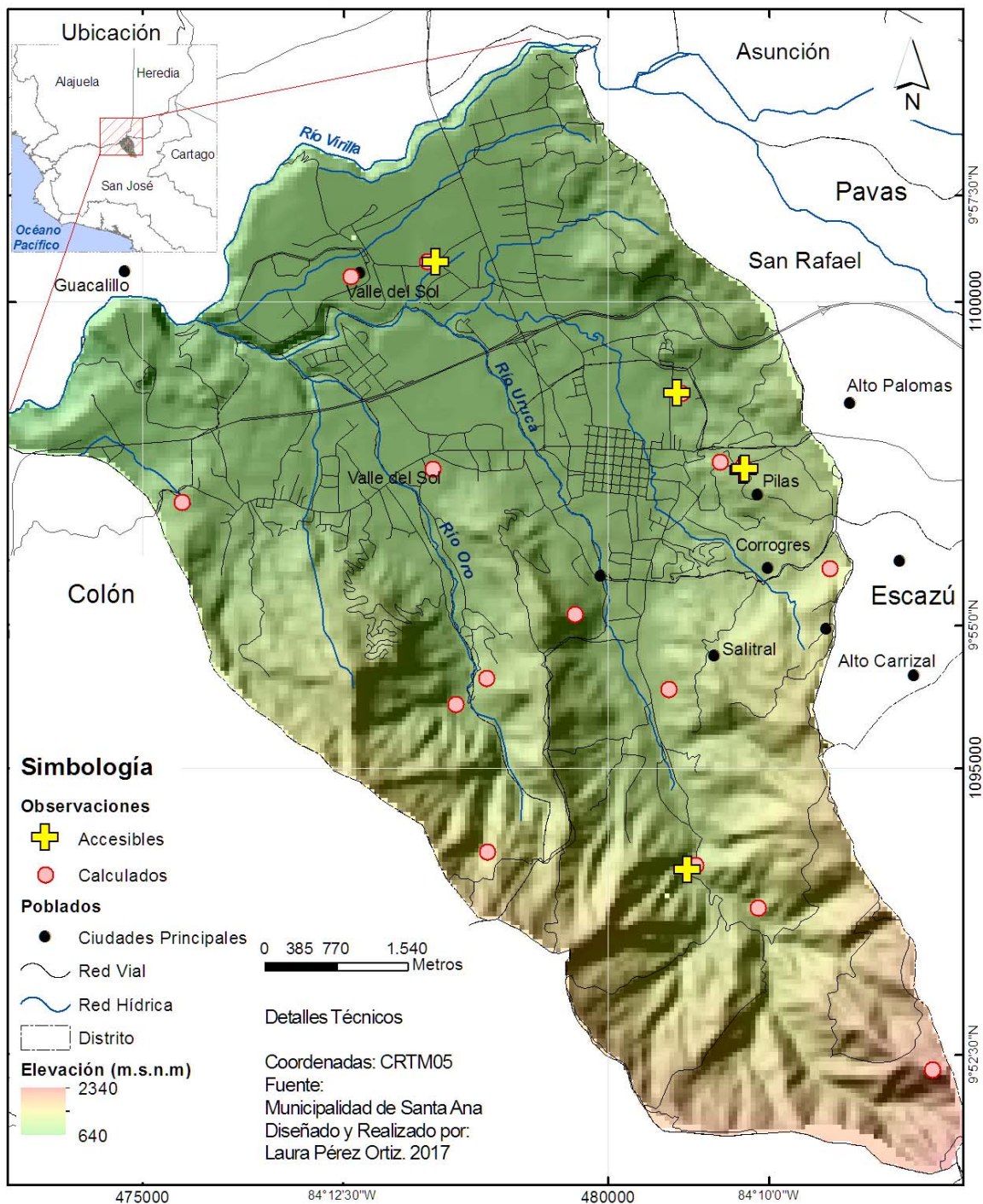
Es importante mencionar que este resultado será combinado junto con el resultado de la fragilidad adquirida (ver figura 15), para obtener la fragilidad del paisaje de la zona de estudio (ver figura 21).

Fragilidad adquirida

La fragilidad adquirida, para efectos de este trabajo se enfoca desde dos perspectivas; la primera hace referencia a la fragilidad adquirida de los puntos muestrales estimados de manera aleatoria dentro del cantón de estudio (ver figura 10), mientras que en el segundo caso se realiza el análisis de los puntos más próximos a las zonas calculadas con un área de influencia de 100 metros a la redonda considerando en este proceso el factor de accesibilidad del lugar (ver figura 13).

Figura 13. Muestras sistematizadas y próximas

Cantón de Santa Ana, Ubicación de Muestreo Paisajístico. 2017



Fuente: Elaboración Propia. 2017

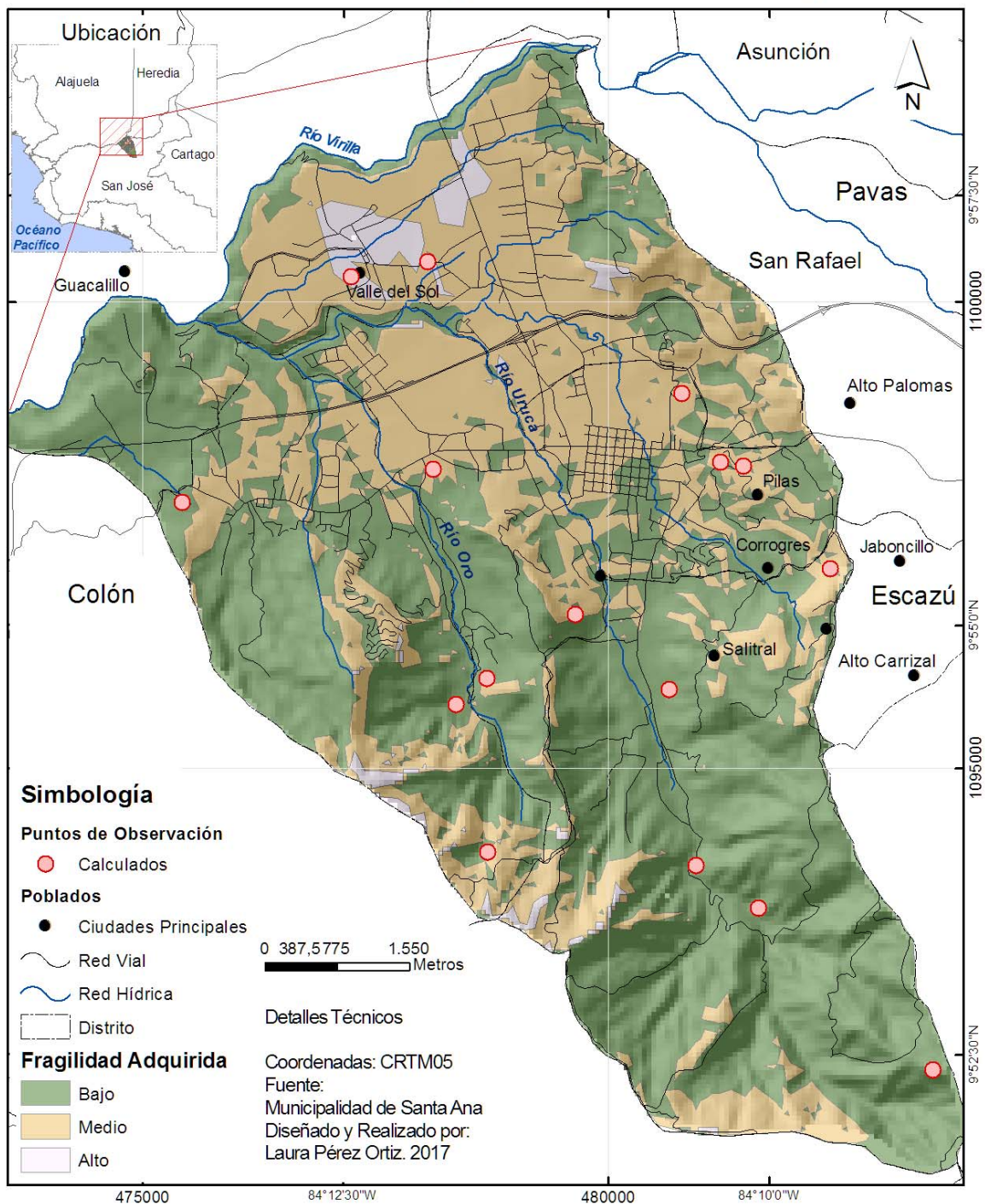
A continuación se presentan los resultados de cada uno de los escenarios, anteriormente descritos.

Fragilidad adquirida en puntos calculados

Según las condiciones de la ubicación de los puntos de observación calculados de manera sistematizada desde el SIG, la cuenca visual del sector se caracteriza por tener algunas regiones cuyo carácter se determinan como zonas no frágiles (ver anexo 3) ó visibles en el proceso de la observación del paisaje (ver figura 14), concentrándose este comportamiento en los sectores Noroeste y Sureste del cantón.

Figura 14. Fragilidad Adquirida según muestreo automatizado

Cantón de Santa Ana, Fragilidad Adquirida del Paisaje. 2017



Fuente: Elaboración Propia. 2017

El área de observación, para estos puntos muestrales, suman 54,99665Km² de los 70,09482 Km² del área total del estudio; es decir, el área no frágil (H) es de 15,09817 Km² representando el 10,58% de la formula de compacidad.

Acorde a la clasificación de Pérez y Martí, 2002 (ver tabla 2), la cuenca de estudio, bajo estas condiciones de observación, se clasifica como “media”, pues su índice se encuentra dentro del rango $15 > IC > 8$.

Fragilidad adquirida en puntos accesibles

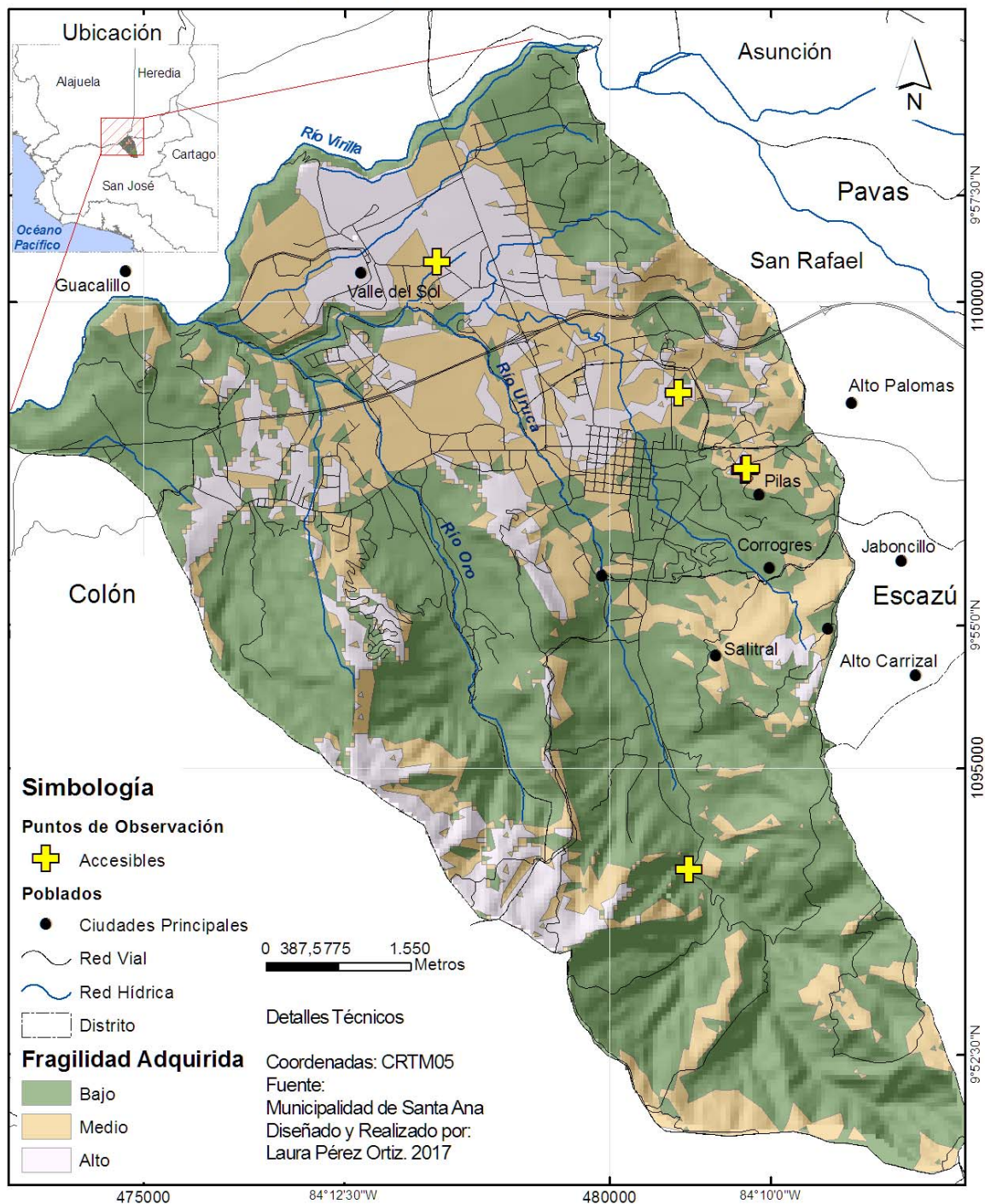
En el caso de la cuenca de visibilidad calculada en los puntos de observación de accesibilidad real, el área no frágil del paisaje (H) es de 28,09069 Km² representando el 19,74% de la formula de compacidad; es decir, considerando los puntos más próximos a las observaciones estimadas anteriormente y desde la perspectiva de accesibilidad a estos en un rango a 100 metros a la redonda, espacialmente se pierden 38,28 km² de área frágil o sensible a la visibilidad, representando así una pérdida de la percepción del paisaje de un 38,28% por consideraciones de acceso.

Por otro parte, este 19,74% presenta una baja compacidad en la totalidad de la cuenca, según lo determinado por Pérez y Martí (2002).

De igual manera, tal y como se puede observar en la figura 15, la estructura de la cuenca es completamente irregular, la cual concentra su mayor visibilidad en la parte central superior del cantón.

Figura 15. Fragilidad Adquirida en puntos de acceso

Cantón de Santa Ana, Fragilidad Adquirida Accesible del Paisaje. 2017



Fuente: Elaboración Propia. 2017

Considerando las dinámicas propias de la cuenca visual, esta se puede clasificar de tipo alta, según lo indica la categorización realizada por Pérez y Martí (ver tabla 16), pues esta presenta

las tres instancias (unidad, forma y tipo de compacidad) propias de esta clasificación en la parte Norte del cantón.

Sin embargo, en la parte central del cantón, se presenta una unidad de extensión de la percepción visual de categoría media, como respuesta a la dinámica de la altura relativa del observador en esta región (ver figura 6).

Por otro lado, el porcentaje del área de cada una de estas categorías se exponen a continuación:

Tabla 16. Porcentaje de la fragilidad adquirida en puntos accesibles según categorías

Categoría	Porcentaje (%)
Alto	14,80
Medio	25,85
Bajo	59,33

Fuente: Elaboración Propia.2017

La dinámica de esta fragilidad (ver anexo 4) se utiliza como insumo para el procesamiento y cálculo determinante para establecer la valoración del pasaje, junto con la calidad del paisaje; esto con el fin de obtener una aproximación del estado del paisaje que puede ser percibido, sin necesidad de implementar recursos o permisos en áreas privadas (fincas privadas, condominios, entre otros).

Visibilidad en campo

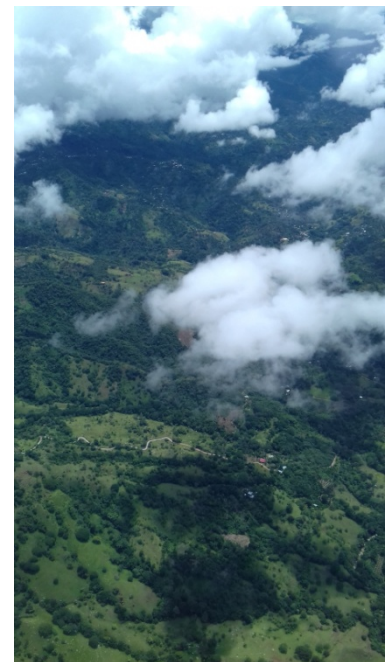
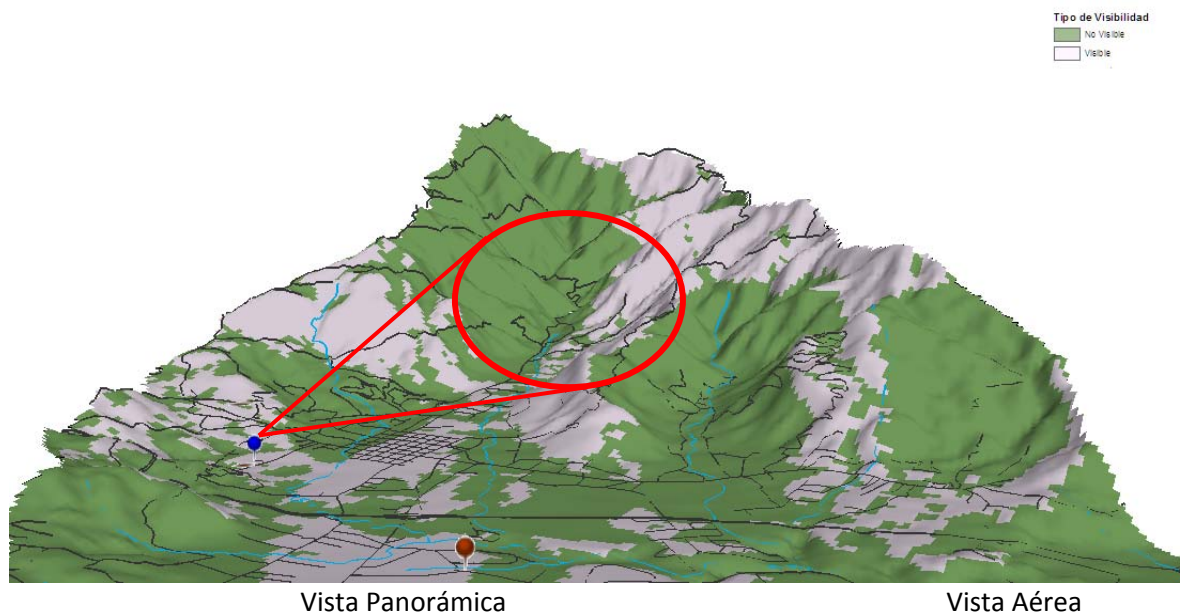
Se evidencia que dependiendo de la ubicación del punto de observación y la relación de este con la dinámica de la cuenca visual, la fragilidad del paisaje permitirá más o menos absorción del espacio visual, variando así el porcentaje absorbido por parte del observador; a continuación se presenta los porcentajes de visibilidad para cada uno de los puntos de observación:

Tabla 17. Comportamiento de la cuenca visual según puntos accesibles

Punto	Área		Porcentaje (%)	
	Visible	No visible	Visible	No visible
1	18,1423	43,1795	29,58	70,41
2	2,11896	59,2086	3,455	96,54
3	20,05285	41,268	32,70	67,29
4	18,4284	42,8948	30,05	69,94
5	31,79	29,5321	51,84	48,15

En el caso del punto 1, este permite visualizar un 29,58% de la región, centrándose la mayor cantidad de extensión frágil en la zona Noroeste del cantón (ver anexo 5); es importante mencionar que este bajo porcentaje se debe a la interacción de la altura del observador en relación junto con la presencia de coberturas vegetales que obstaculizan la visibilidad (ver figura 16).

Figura 16. Cuenca Visual desde el punto 1.
Simulación 3D



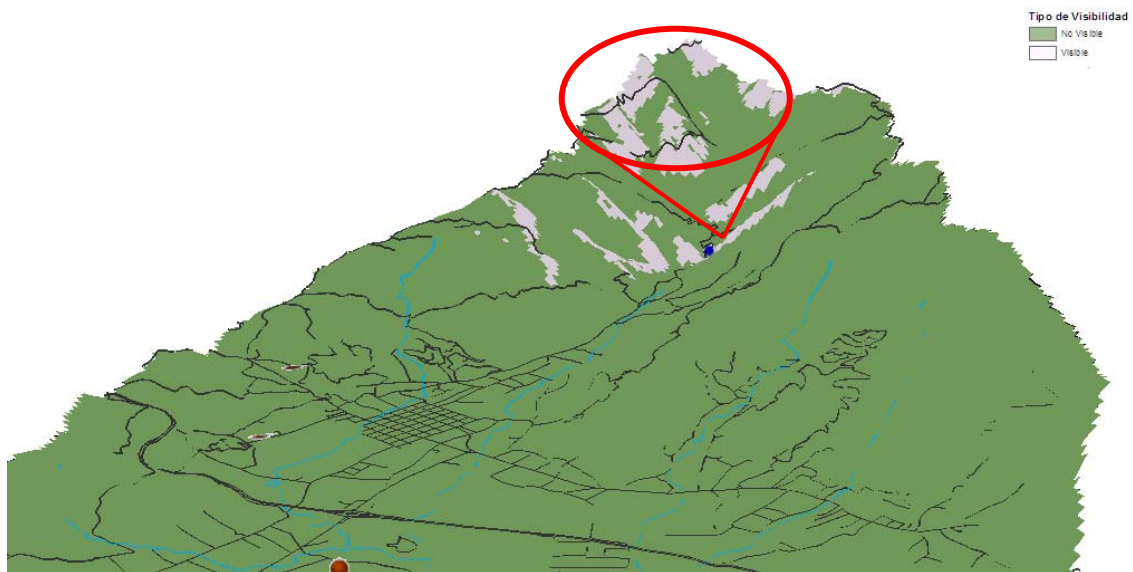
Fuente: Elaboración Propia.2017

Tal como se puede observar, desde la localización del punto 1 representado como un ícono de color azul en la figura anterior (ubicado en las coordenadas $9^{\circ} 57'08.30''$ N y $84^{\circ}11'57.60''$ O) la cuenca visual permite percibir la región montañosa (señalada en el círculo rojo), en conjunto la dinámica urbana del sector.

En el punto 2, es el que presenta el menor porcentaje de fragilidad de todos los puntos visitados (ver tabla 16), siendo la región visible un 3,45% del total del área; es importante además mencionar que este porcentaje se concentra en la región Noreste del cantón (ver anexo 6).

Este punto de observación en particular (ubicado en las coordenadas $9^{\circ} 53'36.17''$ N y $84^{\circ} 40'29.42''$ O) se ve afectado por las condiciones en el comportamiento de la forma y estructura de la cuenca visual (ver figura 17).

Figura 17. Cuenca Visual desde el punto 2
Simulación 3D



Vista Panorámica



Vista Aérea



Fuente: Elaboración Propia.2017

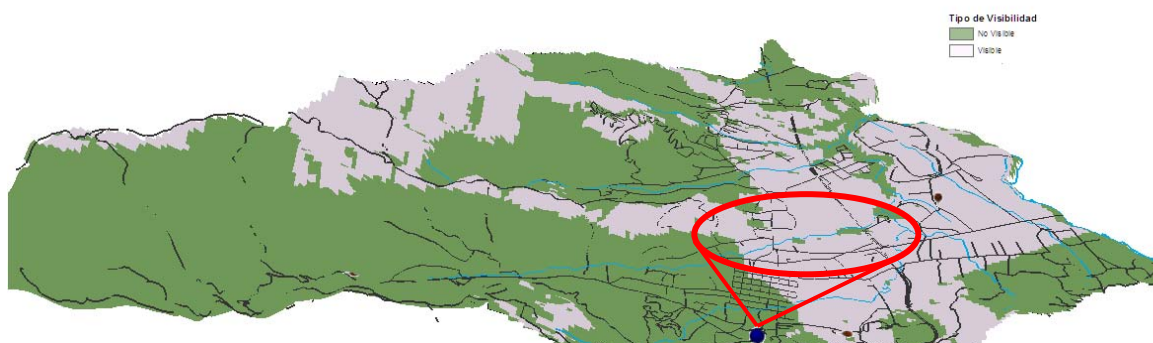
Sin embargo, en esta región (Noroeste), tal y como se logra observar, la fragilidad paisajística ese caracteriza por tener como dominancia visual, la exposición de las partes altas de las cumbres y montañas, pero es importante mencionar que la dinámica de la pendientes presentes en el cantón afectan directamente a la visibilidad producto de la relación de los factores de visualización propios de la fragilidad adquirida del paisaje.

Por su parte, el punto 3 (ubicado en las coordenadas 9° 53'36.17" N y 84° 40'29.42" O), se

caracteriza por ser el segundo punto de observación con mayor capacidad de absorción visual (ver tabla 16), la cual se encuentra distribuida a lo largo de la zona norte del cantón (ver anexo 7).

Una de las características que se presenta en este punto de observación es su altura superior (ver figura 6), factor que favorece a la de visualización y percepción del espacio de manera extensiva (ver figura 18), permitiendo con esto, ver en el fondo escénico que expresa la dinámica entre el espacio del núcleo urbano y su respectiva transición a coberturas vegetales con mayor dominancia.

Figura 18. Cuenca Visual desde el punto 3
Simulación 3D



Vista Panorámica



Vista Aérea

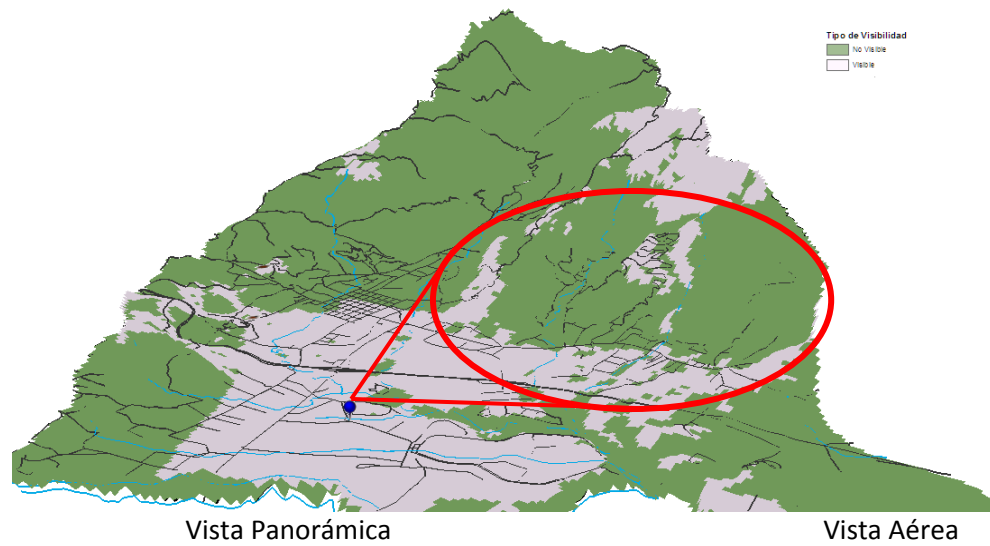


Fuente: Elaboración Propia.2017

Desde el punto de vista de fragilidad visual, este punto de observación coincide en gran parte con el punto 4 (ubicado en las coordenadas $9^{\circ} 57'08.15''$ N y $84^{\circ} 11'58.19''$ O); la diferencia entre estos dos estriba que este último pierde cierto porcentaje de visibilidad (ver tabla 16) principalmente en la zona central del cantón (ver anexo 8)

No obstante, y desde la perspectiva de la accesibilidad, este punto presenta mejores condiciones vegetales para visualizar el paisaje, tal y como se puede observar a continuación:

Figura 19. Cuenca Visual desde el punto 4
Simulación 3D



Fuente: Elaboración Propia.2017

Finalmente, el punto de observación con mayor vulnerabilidad visual es el número 5 (ver tabla 16), debido a que su posición geográfica (ubicado en las coordenadas $9^{\circ} 55'49.86''$ N y $84^{\circ} 10'08.47''$ O) permite maximizar las condiciones de la altura relativa de este punto de observación en relación al fondo escénico del sector (ver figura 20).

Figura 20. Cuenca Visual desde el punto 5
Simulación 3D



Fuente: Elaboración Propia.2017

Lo anterior se expresa debido a que el rango visual, producto de las características de este punto, brinda las condiciones necesarias para que la fragilidad adquirida sea distribuida a lo largo de este cantón (ver anexo 9).

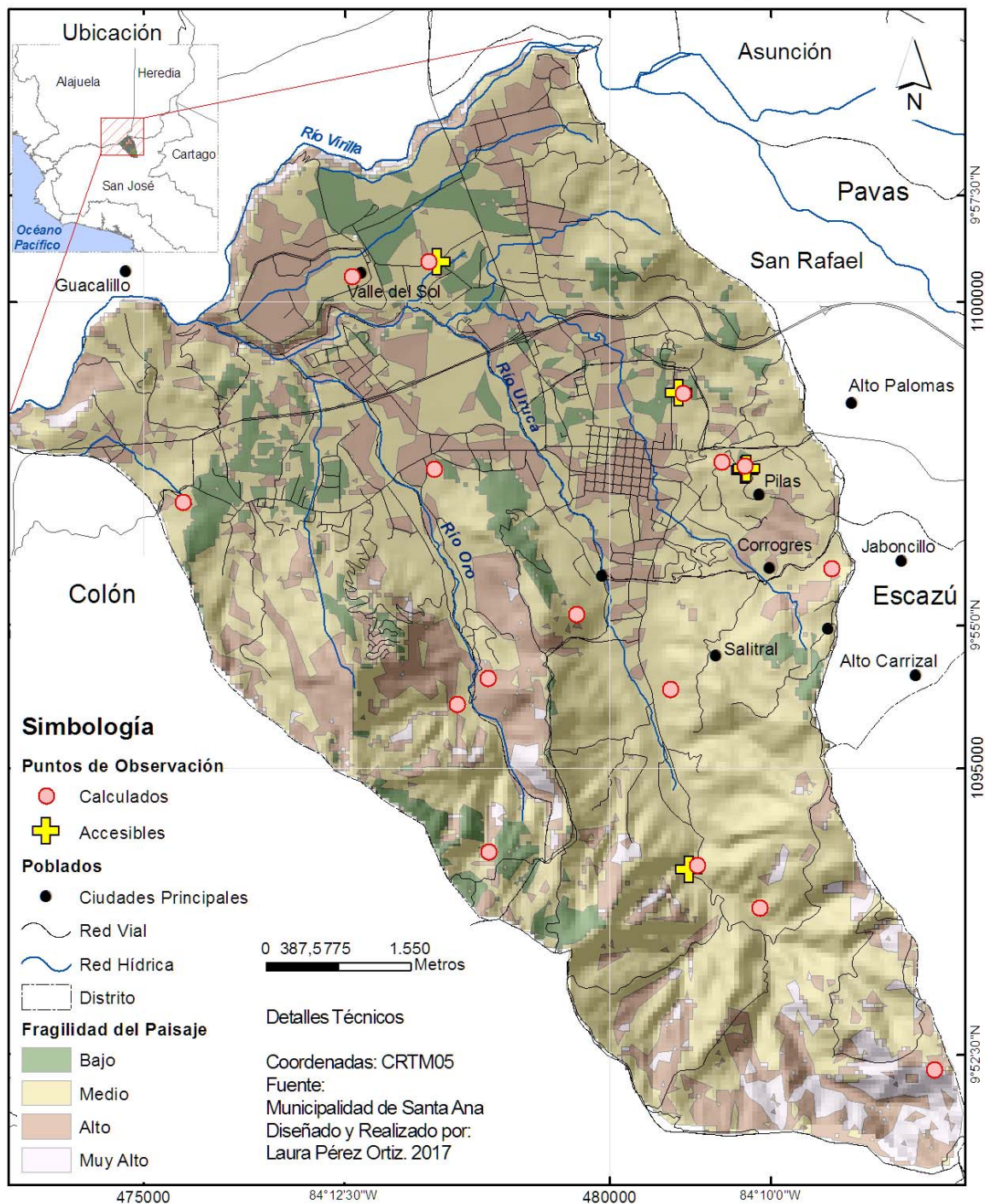
Fragilidad del paisaje

Esta se comprende como la combinación de la fragilidad intrínseca y la fragilidad adquirida (ver anexo 10), la cual para efectos de esta sección se trabaja basándose en la fragilidad estimada de los puntos de observación accesibles para realizar dicho cálculo.

Acorde a los resultados obtenidos por medio de la herramienta Combine, se establece que los sectores con mayor fragilidad visual se sitúan en la parte sur de la cuenca, debido a las condiciones y dinámicas de orientación del observador (ver figura 21); sin embargo estas zonas representan únicamente un 3,76% del total de la fragilidad del paisaje.

Figura 21. Fragilidad del paisaje

Cantón de Santa Ana, Fragilidad del Paisaje. 2017



Fuente: Elaboración Propia. 2017

Por otro lado, y tal como se puede observar en la figura anterior, se detalla que la categoría dominante en esta cuenca es la de tipo “fragilidad media”, la cual se distribuye de manera

constante a lo largo de toda la cuenca (ver figura 21) y representa un 65,10% de toda la fragilidad del paisaje; a continuación el detalle comparativo de las categorías del paisaje según porcentajes de la fragilidad presente en la cuenca de estudio:

Tabla 18. Porcentaje de la fragilidad del paisaje según categorías

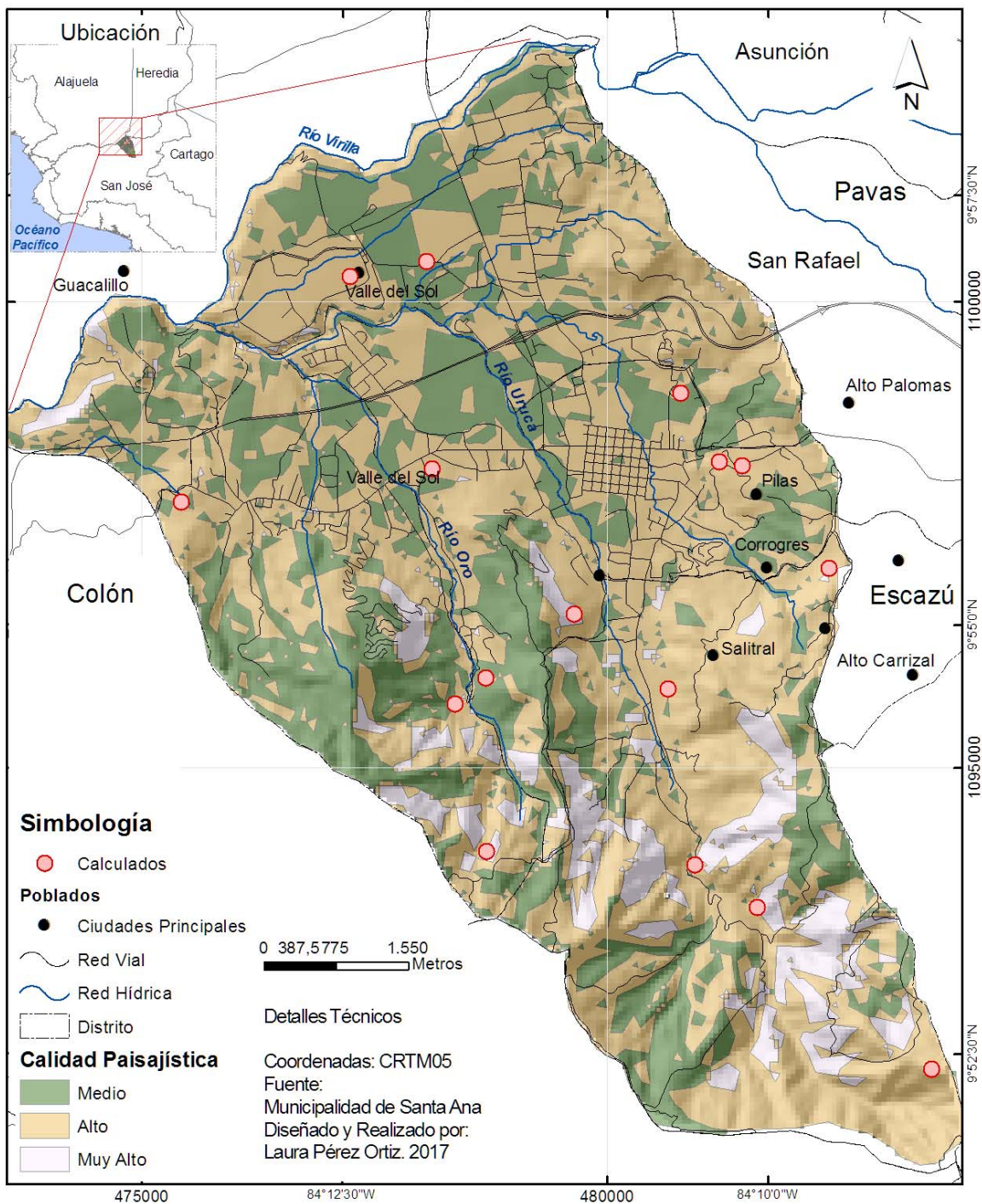
Categoría	Porcentaje (%)
Muy Alto	3,76
Alto	22,95
Medio	65,10
Bajo	8,17

Calidad del paisaje

En el proceso de la evaluación de la excelencia del paisaje, es decir, de su calidad como elemento de conservación, esta se presenta como una dinámica entremezclada entre factores altos y medianos (ver anexo 11), tal como se puede apreciar en la figura 22.

Figura 22. Mapa de Calidad de Paisaje

Cantón de Santa Ana, Calidad del Paisaje. 2017



Fuente: Elaboración Propia. 2017

Tal y como se puede observar, las categorías de la calidad del paisaje con mayor presencia en el área de estudio se caracterizan por ser de tipo “alta”, mientras que en el caso de la clasificación

de una calidad del paisaje “muy alto” se encuentra en menor cantidad; a continuación el detalle de los porcentajes de las diversas categorías que se presentan en el área de estudio.

Tabla 19. Porcentaje de la calidad del según categorías

Categoría	Porcentaje (%)
Muy Alto	7,97
Alto	61,57
Medio	30,45

Fuente: Elaboración Propia.2017

Valoración del paisaje

La valoración del paisaje en la zona de estudio se obtienen como el producto de la unión o combinación de la fragilidad (ver figura 21) con la calidad paisajística (ver figura 22); la matriz producto de esta composición (ver anexo 12) en el modelo realizado en el SIG (ver figura 10 y anexo 13) evidencia la interrelación de cuatro tipos de clases, las cuales se distribuyen porcentualmente de la siguiente manera:

Tabla 20. Porcentaje de la valoración paisajística según categorías

Categoría	Porcentaje (%)
Muy Alto	0,31
Alto	24,38
Medio	71,75
Bajo	3,53

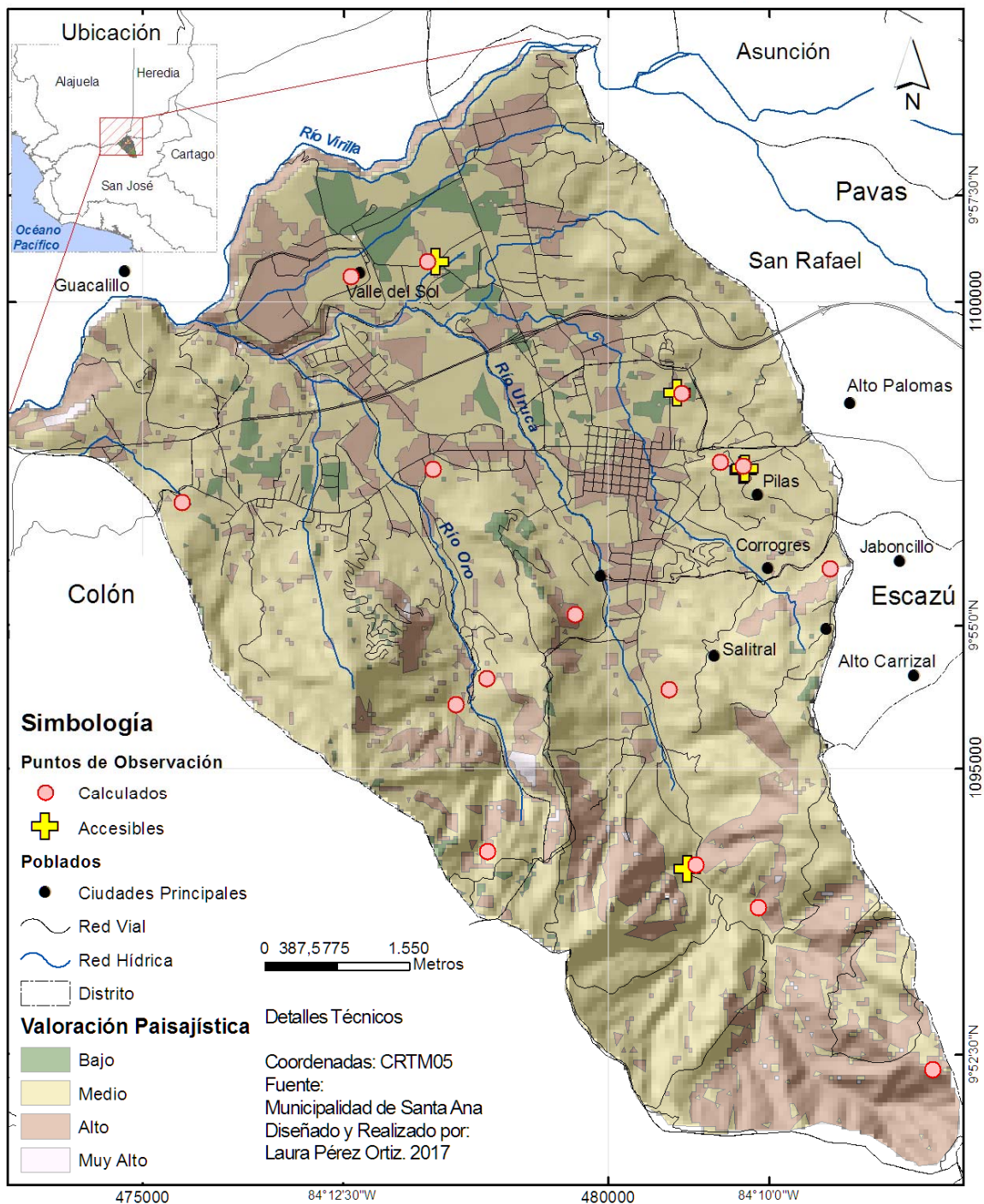
Fuente: Elaboración Propia.2017

Bajo estos resultados, el tipo de valoración paisajística con menor presencia en el cantón es la categoría de valoración paisajística tipo “muy alta”, ya que representa un 0,31% de toda el área (ver tabla 20); además, estas zonas se encuentran aglomeradas en dos puntos focales fácilmente identificables en la región suroeste del sector central del cantón, tal y como se puede observar en la siguiente imagen:

Caso contrario ocurre con la categoría de valoración paisajística tipo “baja”, la cual representa un 3,53% del área de estudio (retomar tabla 20). Finalmente la categoría de tipo “media” es la que cuenta con mayor presencia en toda la región, dominando el 71,75% del total del área del cantón de estudio.

Figura 23. Valoración del Paisaje

Cantón de Santa Ana, Valoración del Paisaje. 2017



Fuente: Elaboración Propia. 2017

Capítulo 5. Conclusiones y Recomendaciones

i. Conclusiones

Existe una pre concepción ecologista que limita el concepto de paisaje a nivel nacional, por lo tanto coarta los estudios, análisis y diseños metodológicos de este recurso, a pesar de que la legislación determina la obligatoriedad de realizar estudios de índole holístico.

Por otra parte, buscando esa integración de enfoques, la aproximación efectuada en el presente estudio, se establece que la calidad y fragilidad del paisaje fluctúan entre valores medios a altos, lo que indica que se debería enfocar la gestión para conservar y promover la calidad del paisaje.

En este cantón, al tener categorías muy altas y altas en la valoración paisajística, se pueden fomentar posibles desarrollos urbanos, proyectos de índole de crecimiento de infraestructura, o atractivos turístico, siempre y cuando se trate de preservar o incentivar la mejora las categorías de tipo media, ya que es la que cuenta con mayor presencia en el cantón.

Con respecto a la categoría de tipo baja, esta no es significativa, por lo que se debe trabajar en restauración pero, por su nivel de presencia, no requiere labores intensivas de gestión paisajística.

En estudios de paisaje se pueden incorporar más variables de percepción ambiental, tanto subjetivas (percepción visual, psicología, topofilia, entre otros) como objetivas (climática, edafológica, evaluaciones ambientales, entre otras), siempre y cuando estas sean incluidas en el modelado de datos desde la herramienta SIG.

Para realizar un estudio de paisaje objetivo, es necesario establecer los criterios de categorización antes de asignar la reclasificación de las variables a utilizar en el modelo SIG.

El uso del software y la simulación 3D es una excelente metodología para estimar los puntos de observación, corroboradas en sí con las fotografías tomadas en sitio, lo que da mayor confianza a las herramientas utilizadas para efectuar el análisis.

En el presente estudio se utilizó la técnica de jerarquías según la EMC enfocado a la suma de los insumos cartográficos y la herramienta *Combine*; sin embargo, en caso de aplicar este

método aumentando el número de variables, se debe plantear otro tipo de integración de las mismas (suma ponderada, técnica de pesos y contrapesos, herramienta SIG “*Fuzzy Overlay*”).

Una de las ventajas de utilizar la herramienta *Combine* es que esta detalla las matrices resultantes en cada uno de los procesos de integración; sin embargo, se debe aplicar procesos de reclasificación y transformación de formatos (ráster-vector) en aras de conservar las condiciones de las clasificaciones de las diversas entidades, la estructura de la geometría del fenómeno en estudio, y las condiciones paisajísticas reales que se representan en el mapa.

Este tipo de metodología (modelo lógico y uso de herramientas) puede ser contextualizado para implementar el cálculo del Índice de Fragilidad Ambiental (IFA) descrito en el Decreto Ejecutivo N.º 31849-MINAE-S-MOPT-MAG-MEIC.

ii. Recomendaciones

- Efectuar el estudio utilizando datos e insumos más actualizados y con mayor detalle cartográfico de la zona (aumento de escala), lo que permitiría tomar decisiones más acordes a las necesidades actuales del cantón.
- Para realizar análisis de paisajes integrados, se podría considerar incluir el desarrollo de entrevistas para determinar la percepción del paisaje del observador y así incluir una perspectiva subjetiva de los pobladores, pero que a su vez pueda ser objetivable en las matrices de análisis.
- Homogeneizar las fuentes de información de los tipos de datos (ráster o vectoriales) y usar lo menos posible la transformación entre ambos, con el fin de disminuir la pérdida de información geométrica en el SIG.
- Emplear el modelo del SIG aplicado en la presente investigación, en otros periodos de tiempo (incluido información actual) con el fin de comparar los escenarios del cantón y con esto formular proyecciones futuras para identificar posibles líneas de tendencias en la gestión territorial.

• Bibliografía

Aguiló, A; Aramburú, M; Blanco, A; Calatayud, T; Carrasco, R; Castilla, G; Castillo, V; Ceñal, M; Cifuentes, P; Díaz, A; Escribano, R; Escribano, M; Frutos, M; Galiana, F; García, A; Gonzales, S; Gonzales, C; Iglesias del Pozo, E; Martin, A; Martínez, E; Milara, R; Monzón, A; Oretaga, C; Otero, I; Pedraza, J; Pinedo, A; Puig, J; Ramos, A; Rodríguez, I; Sanz, M; Tevar, G; Torrecilla, I.; Yoldi L y RHEA consultores, S.A. (1995). Guía para la elaboración de estudios del medio físico. Secretaría de Estado del Medio Ambiente y Vivienda. Madrid, España. 800-820 p.

Aguiló, M. (1981). Metodología para la evaluación de la fragilidad visual del paisaje. Tesis de grado presentado para optar al título de Doctor E.T.S de Ingenieros de Montes. Universidad Politécnica de Madrid. Madrid, España. 69-70p.

Alcalá, E; Márquez, J y Rodríguez, V. (2005). Establecimiento de la fragilidad visual del paisaje mediante SIG en el entorno del P.N de la Breña y Marismas del Barbate (Cádiz, España) aproximación metodológica. Memoria del X Coloquio Ibérico de Geografía. Madrid, España.

Almazán, J; Palomino, M y Márquez, H. (2009). Sistemas de información geográfica en la gestión integral del litoral. Universidad Politécnica de Madrid. Madrid, España. 54p.

Alzate, A. (2008). A paisagem como sistema visual e holístico: proposta metodológica para a sustentabilidade da qualidade visual ambiental, experimentada em Manizales, cidade andina colombiana. Revista Ateliê Geográfico. Vol 2, N°2. Editorial Universidade Federal de Goiás. Goiás, Brasil. 1-17p.

Astorga, A. (2010). Decimoséptimo Informe Estado de la Nación (2010) en Ordenamiento Territorial en Costa Rica 2010. Estado de la Nación. San José, Costa Rica. 2p.

Barrientos, M. (2007). Network Analyst: el nuevo análisis de redes de ArcGis 9.2. Environmental System Research Institute. California, Estados Unidos.

Benabent, M. (2006). La ordenación del territorio en España: evolución del concepto y de su práctica en el Siglo XX. Universidad de Sevilla. Consejería de Obras Públicas y Transportes. Sevilla, España.

Calderón, R y Medina, O. (2015). Evaluación multicriterio como soporte para la selección de la mejor ruta de la vía férrea entre Yopal y Bogotá. Trabajo de grado para optar el título de Ingeniero Catastral y Geodesta. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá, Colombia. 17:20p.

Castillo, B. (2004). Determinación de la fragilidad adquirida del paisaje en el Parque Nacional Huerquehue, Temuco, IX Región. Memoria para optar el título de Profesional de Ingeniero Forestal. Universidad de Chile. Santiago, Chile. 11-25p.

Cerda, J y Villaroel, L. (2008). Evaluación de la concordancia inter-observador en investigación pediátrica: Coeficiente de Kappa. Revista Chilena de Pediatría. Vol 79. N° 1. Santiago, Chile. 54-58p.

Chaves, E; Ramírez, G y Zeledón, R. (1991). Diagnostico de los recursos naturales de la Cuenca del Río Barranca-Costa Rica. Tesis de grado presentado para optar al título de Licenciatura con Énfasis en lo Físico Ordenamiento Territorial. Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.

Domínguez, A; Quintanilla, A y Serrano, A. (2004). Gestión del turismo rural de la Sierra Alcaraz y Campo de Montiel (Albacete) mediante técnicas multicriterio y la utilización de SIG en El empleo de los SIG y la teledetección en planificación territorial. Asociación de Geógrafos Españoles y Departamento de Geografía, Universidad de Murcia. Murcia, España. 282:295p.

Dorado, G. (2010). Sistemas de información geográfica. Universidad Politécnica de Madrid. Madrid, España. 19p.

Escribano, R; Frutos, M; Iglesias, E; Mata, E y Torrecilla, I. (1987): El paisaje. Ministerio de Obras Públicas y Transportes. Secretaría de Estado para las Políticas del Agua y el Medio Ambiente. Madrid, España.

Ezquerro, A y Navarra, M. (2015). Metodología de valoración de paisaje empleando ArcGIS: aplicaciones vías pecuarias. Revista Instituto de la Construcción. Vol 37. N°537. Madrid, España.

Fernández, M. (2010). Inventario de activos y recursos turísticos rurales de Pabellón y Matinilla del Distrito de Salitral de Santa Ana. Práctica de grado para optar el título de Bachiller en Gestión del Turismo Rural Sostenible. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Cartago, Costa Rica.

García, F. (2013). Viabilidad del método de cuenca visual en las evaluaciones de impacto ambiental. Tesis para optar el título de Diploma en Especialista en Diagnóstico y Gestión Ambiental. Universidad Veracruzana. Xalapa, Veracruz. 18p.

García, J; Gutiérrez, J; Salas, H; Moya, B; Pérez, A; Cabrera, E. (2016). Herramienta SIG para el análisis de los efectos de las actuaciones en infraestructura de transporte sobre accesibilidad territorial. XII Congreso de Ingeniería del Transporte Valencia. Universidad Politécnica de Valencia. Valencia, España.

GHD.(2015). Declaración de impacto ambiental Planta Desaladora Tocopilla. Documento Técnico de Aguas Antofagasta. Superintendencia de Servicios Sanitarios. Santiago, Chile.

Gómez, M y Barredo, J. (2005). Sistemas de información geográfica y evaluación multicriterio en la ordenación del territorio. 2Da Edición. Editorial RA-MA. Madrid,

España. 125p.

Gutiérrez, J y Lázaro, L. (2013). Optimización de la localización y recogida de residuos sólidos urbanos.

Hernández, M. (2009). El paisaje como seña de identidad territorial: valorización social y factor de desarrollo ¿utopía o realidad?. Universidad de Alicante. Boletín de la A.G.E. N° 49. Madrid, España.

Hiernaux, D, Lindón, A .(2006). Tratado de geografía humana. Editorial Anthropos. Coedición Universidad Autónoma Metropolitana. Madrid, España.

Le Centre International de Droit Comparé de l'Environnement (C.I.D.C.E). (2000). Convenio Europeo del Paisaje. Consejo de Europa. Unión Europea.

López, F; Pérez, A; Gil, S. (2015). Una evaluación holística cuantitativa del paisaje: El cálculo de la conservabilidad en el Valle de Ricote (Murcia) en Análisis espacial y representación geográfica: innovación y aplicación. Universidad de Zaragoza. Zaragoza, España. 1054p

Martín, B. (2014). Estudio sobre métodos de evaluación del paisaje y su potencial en la integración de las autopistas en el paisaje, nueva propuesta metodológica basada en Sistemas de Información Geográfica y aplicación a autopistas en operación. Tesis de grado presentado para optar al título de Doctorado. Universidad Politécnica de Madrid. Madrid, España.

Martínez, F; Pérez, A y Guirado, S. (2015). Una evaluación holística cuantitativa del paisaje: el cálculo de la conservabilidad en el Valle de Ricote (Murcia). Análisis Espacial y Representación Geográfica: Innovación y Aplicación.. Universidad de Zaragoza. 979p.

Martínez, J y Martín, M. (2003). Métodos para la planificación de espacios naturales protegidos. Editorial Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Madrid, España. 131-135p.

Másmela, P. (2010). El Paisaje como elemento de la Ordenación Territorial: Un análisis de paisaje desde su enfoque visual en el Borde Centro Oriental de Medellín, Colombia. Tesis de grado para optar al Título de Magíster en Estudios Urbano-Regionales. Universidad Nacional de Colombia. Medellín, Colombia. 26;702p.

Mata, R. (2008). Un concepto de paisaje para la gestión sostenible del territorio. Universidad Autónoma de Madrid. Madrid, España.

Mazzoni, E. (2014). Unidades de paisaje como base para la organización y gestión territorial. Revista Estudios Socioterritoriales. N° 16. Vol 2. Santa Cruz, Argentina.

Mérida, M. (1996). El paisaje visual. Universidad de Málaga. Revista Estudios de Arte, Geografía e Historia. N° 18. Málaga, España. 205-222.

Montoya, R; Padilla, J y Stanford, S. (2003).la valoración de la calidad y fragilidad visual del paisaje en el Valle de Zapotitlán de las Salinas, Puebla (México). Revista Asociación de Geógrafos Españoles. N°35. Puebla, México.123-136p.

Morláns, M. (2014). El paisaje visual o paisaje percibido. Colección Didáctica de Ecología. Revista de Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad de Catamarca. Catamarca, España. 4-15p.

Orejas, A. (1995). Del marco geográfico a la arqueología del paisaje: la aportación de la fotografía aérea. Monografías 15. Editorial CSIC. Madrid, España.

Ortiz, M. (2012). Estudio del paisaje como determinante en la implantación de los proyectos arquitectónicos: estudio de caso para la Casa de Convivencias en Icto-Cruz. Tesis para optar al Título de Arquitectura. Universidad de Cuenca. Cuenca, Ecuador. 44p.

Oyala, V. (2014). Sistemas de información geográfica. Revista de Colegio de Geólogos. Vol 2. Madrid, España. 214p.

Pellegrino, C. (2012). La Iniciativa Latinoamericana del Paisaje. TheLatin American Landscape (LALI). Uruguay. 5-35p.

Peña, M. (2005). La tutela jurídica del paisaje. Revista Judicial. Corte Suprema de Justicia. N° 96. San José, Costa Rica.

Pérez, L y Martí, J. (2002). La valoración de la fragilidad visual del paisaje en la planificación territorial. I Congreso de Ingeniería Civil, Territorio y Medio Ambiente. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Vol II. Madrid, España. 1441-1456p.

Pujol, R. (2005). Distrito de Santa Ana: Amenazas y Oportunidades. Programa de Investigación en Desarrollo Urbano Sostenible. Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. 17p.

República de Costa Rica. (1994). Decreto N° 33957-MINAE-MAG Metodología de la Determinación de la Capacidad de Uso de las Tierras. La Gaceta N° 107. República de Costa Rica. San José, Costa Rica.

República de Costa Rica. (1995). Ley N°7554 Ley Orgánica del Ambiente.La Gaceta N°215. República de Costa Rica. San José, Costa Rica.

República de Costa Rica. (2013). Política Nacional de Ordenamiento Territorial 2012-2040, N°37623. La Gaceta N°83. República de Costa Rica. San José, Costa Rica.

Ribas, J. (1992). Estudios del paisajismo en manual de la ciencia del paisaje, teoría métodos y aplicaciones. Editorial MASSON. Barcelona, España. 216p.

Rodríguez, V. (2011). Medición de la accesibilidad geográfica de la población a los hospitales de alta resolución de Andalucía mediante herramientas SIG basadas en el análisis de redes. *Revista Internacional de Ciencia y Tecnología de la Información Geográfica. Geofocus*. N° 11. Madrid, España.

Sanz, F y García, J. (1996). Cartografía de la calidad visual del paisaje: reflexiones teóricas y ejemplo de aplicación. *Revista Serie Geográfica*. Vol 6. Madrid, España. 119p.

Solari, F y Cazorla, L. (2009). Valoración de la calidad y fragilidad visual del paisaje. *Revista Cuadernos del Centro de Estudios en Diseño y Comunicación*. Cuadernos 30. N!30. Universidad de Palermo. Buenos Aires, Argentina. 213-225p.

Steiguer, J; Duberstein, J y Lopes, V. (2003). The analytic hierarchy process as a means for integrated watershed management. on the Watersheds En First interagency conference on research on the watersheds. Agricultural Research Service, US Department of Agriculture, Agricultural Research Service, Benson, Ariz, 2003. p. 734-740.

Suárez, A; Suárez, A; Vázquez, M y López, A. (2008). Sistemas de información geográfica. Universidad de Oviedo. Asturias, España. 14: 20p.

Tamayo, G. (2001). Diseños muestrales en la investigación. *Revista Semestre Económico: Facultad de Economía Industrial*. Universidad de Medellín. Vol 6. N° 7. Medellín, Colombia.

Tesser, C. (2000). Algunas reflexiones sobre los significados del paisaje para la geografía. *Revista de Geografía Norte Grande*. N° 27. Instituto de Geografía. Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile.

Tévas, G. (1996). La cuenca visual en el análisis del paisaje. *Revista Serie Geográfica*. Vol 6. Madrid, España. 99:100p.

Valarezo, S. (2016). Propuesta metodológica para la evaluación y gestión del paisaje en el marco de los Planes de Desarrollo y Ordenamiento Territorial cantonales: el caso del Cantón Loja. Tesis de grado para optar al Título de Magíster en Ordenación Territorial. Universidad de Cuenca. Cuenca, Ecuador. 2:150p.

Vázquez, F. (2013). Viabilidad del método de cuenca visual en las evaluaciones de impacto ambiental. Trabajo de pregrado para optar al Título Especialista en Diagnóstico y Gestión Ambiental. Universidad Veracruzana. Xalapa, México. 24p.

Vélez, L. (2010). El paisaje como elemento de la ordenación territorial: un análisis de paisaje desde su enfoque visual en el Borde Centro Oriental de Medellín, Colombia..Trabajo de grado para optar al Título de Magíster en Estudios Urbano-Regionales. Universidad Nacional de Colombia. Medellín, Colombia, México. 23:25p

Zubelzu, S y Allende, F. (2014). El concepto de paisaje y sus elementos constituyentes:

requisitos para la adecuada gestión del recurso y adaptación de los instrumentos legales en España. Cuadernos de Geografía. Revista Colombiana de Geografía. Vol 24. N°1. Bogotá, Colombia. 33p.

Zúñiga, W. (1991). El geosistema de los Cerros de Escazú: un estudio de caso, el Cantón de Escazú de Costa Rica, 1991. Tesis de grado para optar el título de Licenciado en Geografía con énfasis en Ordenamiento del Medio Natural. Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.

Anexos

Anexo 1. Detalle de valorización de la fragilidad visual intrínseca para cada variable

Factor Biótico			
Elementos de influencia	Alta	Media	Baja
Pendiente	Superior al 30%; laderas muy modeadas, erosionadas, abarrancadas o con rasgos muy dominantes	15 al 30%; vertientes con modelado suave u onduladas	0 a 15%; escaso modelado. Ausencia de rasgos predominantes
Vegetación: Densidad	Cubierta discontinua, presencia de agrupaciones aisladas, grandes espacios sin vegetación	Cubierta vegetal casi continua, con presencia de claros en el bosque	Grandes masas boscosas cubriendo el 100% del suelo
Vegetación: Contraste	Cultivos mono-específicos. Escaso contraste	Mediana diversidad de especies; contrastes evidentes pero no sobresalientes	Alta biodiversidad, fuerte estacionalidad, grandes contrastes
Vegetación: Altura	Baja	Media, poca estratificación	Alta, muchos estratos
Factor Accesibilidad			
Elementos de influencia	Alta	Media	Baja
Percepción Visual	Alta, visible a distancia y sin mayores restricciones	Ocasional, desde determinados sitios	Vistas repentinas, escasas o breves
Factor Visualización			
Elemento	Alta	Media	Baja
Tamaño de la cuenca visual	Visión cercana (hasta 300 m)	300 a 100m	Más de 1000 m

Forma de la cuenca visual	Alargada, casi unidireccional en el flujo visual	Cuencas irregulares	Cuencas regulares, extensas, generalmente redondeadas
Compacidad	Vistas panorámicas, abiertas	Vistas simples o múltiples	Vistas cerradas u obstaculizadas
Factor singularidad			
Elemento	Alta	Media	Baja
Unidad del paisaje	Paisajes singulares, notables, con riqueza de elementos únicos y distintivos	De importancia visual pero comunes, sin presencia de elementos singulares	Paisajes comunes, sin riqueza visual y/o alterados

Fuente: Morláns, M.2014.

Anexo 2. Matriz de valores para el cálculo de la fragilidad intrínseca

A continuación se presenta la matriz producto del uso de la herramienta *Combine* con sus respectivos datos:

Criterios de Clasificación				
Variable/Clases	Muy Alto	Alto	Medio	Bajo
Pendiente	3	3	2	1
Orientación	3	3	2	1
Vegetación	4	3	2	1
Suma	10	9	6	3
Rangos Asignados	10 o más	7-9	4-6	0-3

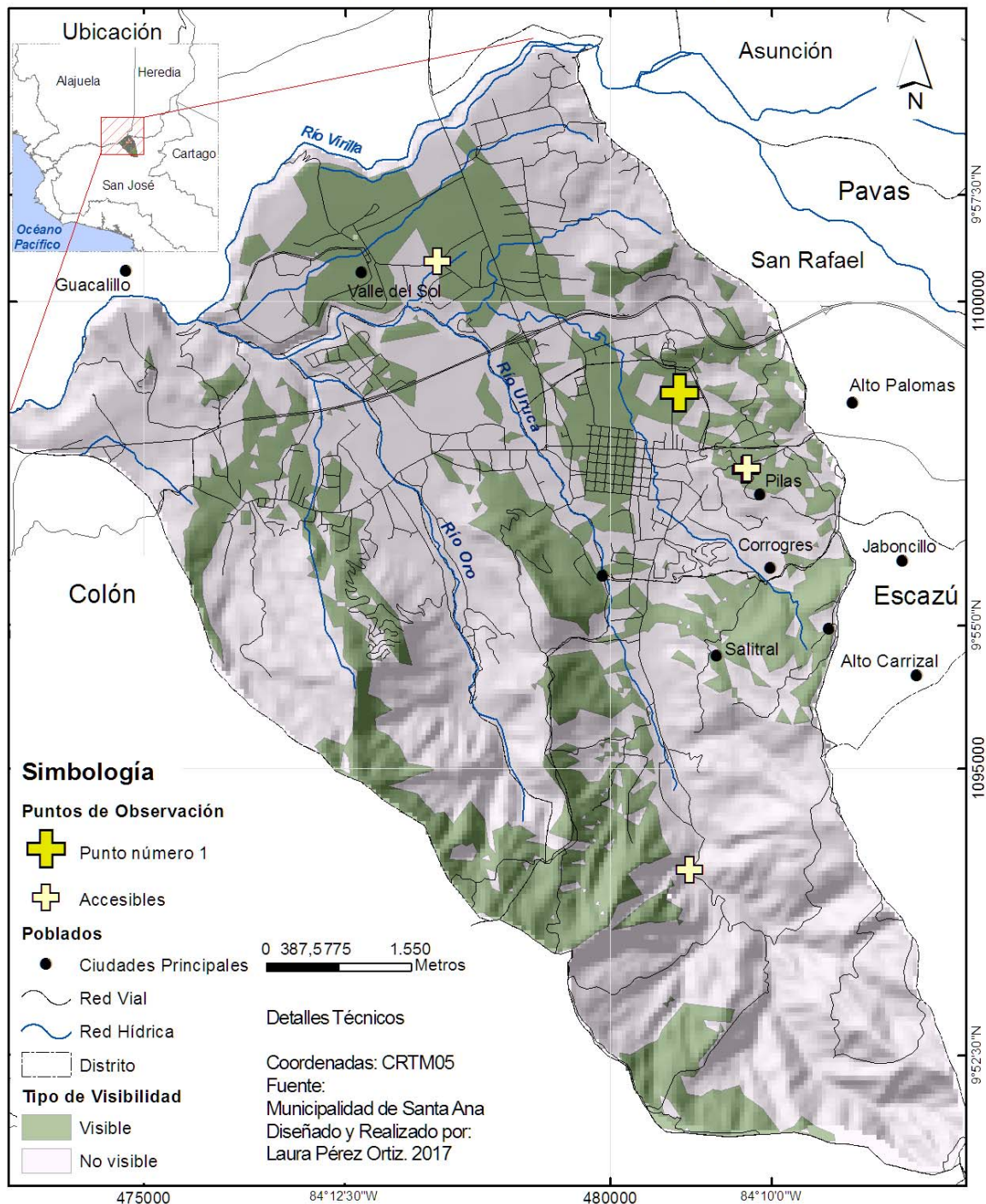
Matriz de Resultados						
Cantidad de Píxeles (Combine)	Clases			Suma de Clases	Categorías	
	Orientación	Pendiente	Vegetación			
1385,0000	3	2	1	6	Medio	2
3677,0000	3	2	4	9	Alto	3
3719,0000	3	1	1	5	Bajo	1
2612,0000	3	2	3	8	Medio	2
7176,0000	3	2	2	7	Medio	2
115,0000	3	1	2	6	Medio	2

333	1	0	0	0	0	1	Bajo	1
29	0	0	1	0	0	1	Bajo	1
60	0	1	1	0	0	2	Medio	2
92	0	1	1	0	1	3	Medio	2
88	1	1	1	0	0	3	Medio	2
178	1	1	1	0	1	4	Alto	3
7	1	0	1	0	0	2	Medio	2
3	1	1	0	0	0	2	Medio	2
71	0	0	1	0	1	2	Medio	2
128	1	0	0	0	1	2	Medio	2
27	0	1	0	0	0	1	Bajo	1
32	1	0	1	0	1	3	Medio	2
24	0	0	0	0	1	1	Bajo	1
470	1	1	0	0	1	3	Medio	2
⋮	⋮					⋮	⋮	...
163	1	0	0	1	1	3	Medio	2

Elaboración Propia. 2017.

Anexo 5. Mapa de cuenca visual del punto 1

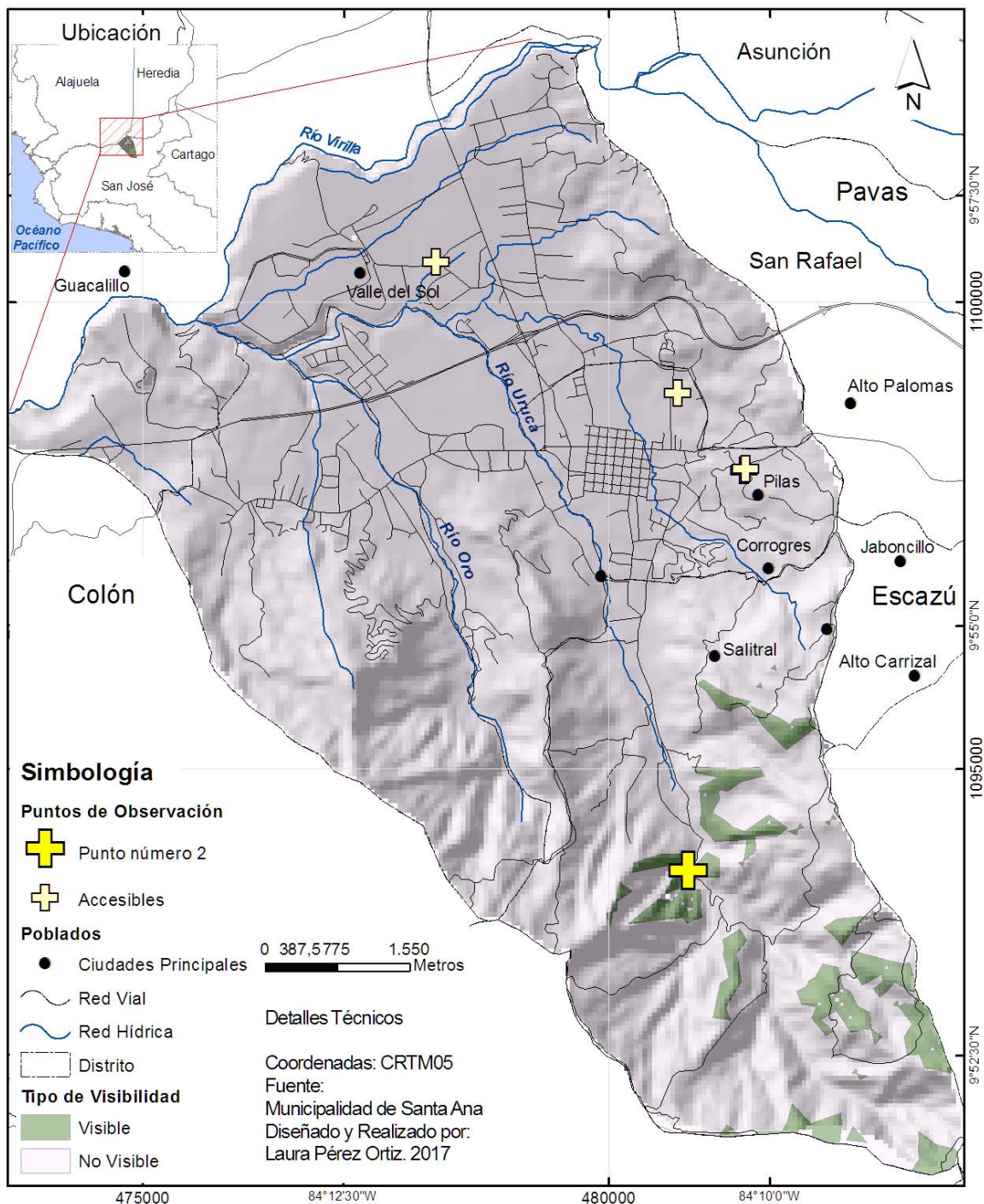
Cantón de Santa Ana, Cuenca Visual del Paisaje, Punto 1. 2017



Fuente: Elaboración Propia. 2017

Anexo 6. Mapa de cuenca visual del punto 2

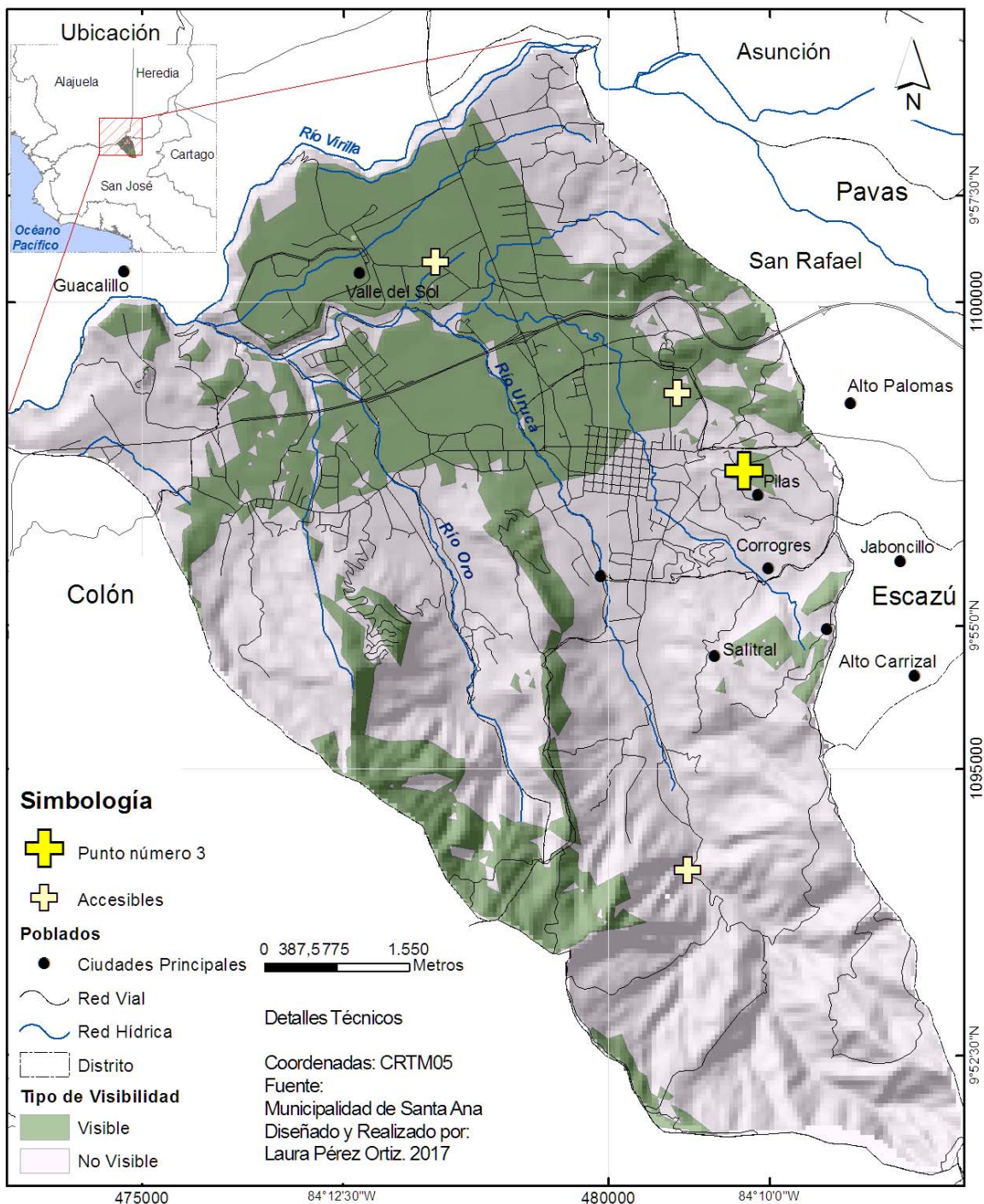
Cantón de Santa Ana, Cuenca Visual del Paisaje, Punto 2. 2017



Fuente: Elaboración Propia. 2017

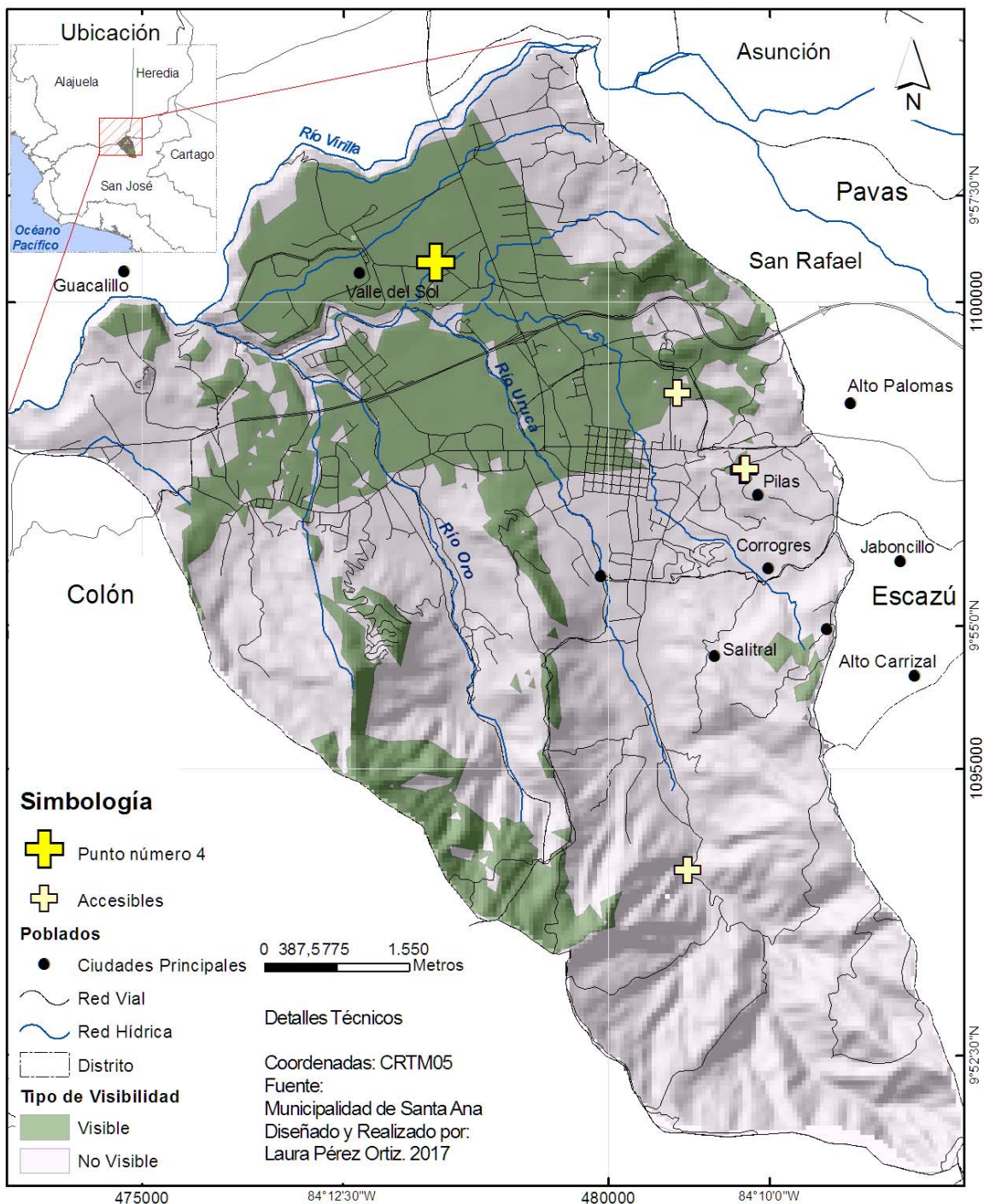
Anexo 7. Mapa de cuenca visual del punto 3

Cantón de Santa Ana, Cuenca Visual del Paisaje, Punto 3. 2017



Anexo 8. Mapa de cuenca visual del punto 4

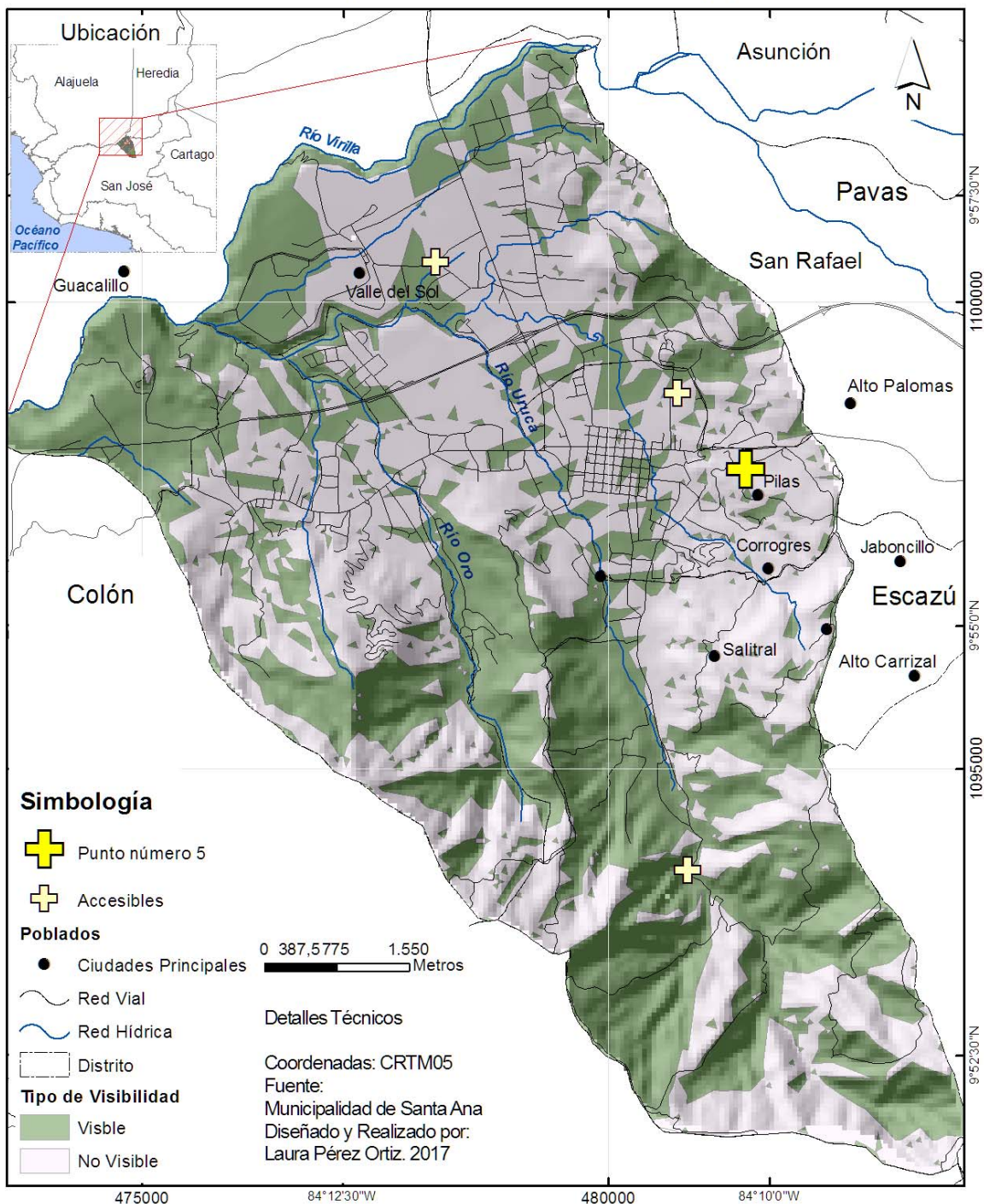
Cantón de Santa Ana, Cuenca Visual del Paisaje, Punto 4. 2017



Fuente: Elaboración Propia. 2017

Anexo 9. Mapa de cuenca visual del punto 5

Cantón de Santa Ana, Cuenca Visual del Paisaje, Punto 5. 2017



Fuente: Elaboración Propia. 2017

Anexo 10. Matriz de valores de la fragilidad

La presente matriz detalla el producto obtenido mediante la combinación de la fragilidad intrínseca y la fragilidad adquirida del paisaje, en conjunto con los criterios de clasificación para asignar las respectivas categorías

Variable/Clases	Muy Alto	Alto	Medio	Bajo
Intrínseca	4	3	2	1
Adquirida	3	2	2	1
Suma	7	5	4	2
Rangos	7 o más	5-6	3-4	0-2

Cantidad de Píxeles (Combine)	Clases		Suma de Clases	Categorías	
	Intrínseca	Adquirida			
14142	3	4	7	Muy Alto	4
4013	2	4	6	Alto	3
7121	3	3	6	Alto	3
3709	4	3	7	Muy Alto	4
959	4	4	8	Muy Alto	4
1415	1	4	5	Alto	3
1200	2	3	5	Alto	3
469	3	2	5	Alto	3
245	4	2	6	Alto	3
586	1	3	4	Medio	2
99	2	2	4	Medio	2
24	1	2	3	Medio	2

Elaboración Propia. 2017.

Anexo 11. Matriz de valores de la calidad del paisaje

La presente matriz detalla los criterios de clasificación para asignar las categorías de la calidad del paisaje:

Variable/Clases	Muy Alto	Alto	Medio	Bajo
Pendiente	3	2	2	1
Capacidad de	4	3	2	1

Uso				
Condición de Uso	3	3	2	1
Suma	10	8	6	3
Rangos	9 o más	8-7	6-4	3-0

Matriz de Resultados

Cantidad de Píxeles (Combine)	Clases			Suma de Clases	Categorías	
	Capacidad de Uso	Pendiente	Condición de Uso			
20	3	1	1	5	Medio	2
88	3	2	1	6	Medio	2
82	3	3	1	7	Alto	1
583	3	2	3	8	Alto	1
121	3	1	3	7	Alto	1
443	2	1	3	6	Medio	2
4737	2	2	3	7	Alto	3
1969	3	3	3	9	Muy Alto	4
1899	3	3	2	8	Alto	3
466	3	2	2	7	Alto	3
72	4	1	3	8	Alto	3
4356	4	1	2	7	Alto	3
3080	4	1	1	6	Medio	2
78	2	1	1	4	Medio	2
1205	2	2	1	5	Medio	2
521	4	2	1	7	Alto	3
75	3	1	2	6	Medio	2
111	4	2	3	9	Muy Alto	4
236	2	3	1	6	Medio	2
591	4	2	2	8	Alto	3
89	2	2	2	6	Medio	2
18	4	3	1	8	Alto	3
14	2	1	2	5	Medio	2
931	2	3	3	8	Alto	3
2	4	3	3	10	Muy Alto	4
1448	1	2	3	6	Medio	2
1225	1	3	3	7	Alto	3
32	1	1	3	5	Medio	2
484	1	2	2	5	Medio	2
571	1	3	2	6	Medio	2

54	1	2	1	4	Medio	2
69	2	3	2	7	Alto	3
15	1	3	1	5	Medio	2
1	4	3	2	9	Muy Alto	4
8	1	1	2	4	Medio	2

Elaboración Propia. 2017.

Anexo 12. Matriz de la valoración del paisaje

La presente matriz detalla los criterios de clasificación para asignar las categorías de la valoración del paisaje:

Variable/Clases	Muy Alto	Alto	Medio	Bajo
Fragilidad	7	5	3	1
Calidad	3	2	1	0
Suma	10	7	4	1
Rangos	8 o más	7-4	4-1	1-0

Cantidad de Píxeles (Combine)	Clases		Suma de Clases	Categorías
	Fragilidad	Calidad		
6359,000	4	5	9	Muy Alto
13675,000	2	2	4	Medio
2712,000	5	5	10	Muy Alto
4837,000	5	8	13	Muy Alto
2251,000	4	0	4	Medio
1049,000	2	1	3	Medio
1212,000	2	5	7	Alto
1408,000	2	8	10	Muy Alto
90,000	1	0	1	Bajo
206,000	5	9	14	Alto
109,000	7	9	16	Alto
204,000	2	2	4	Medio

Elaboración Propia. 2017.

Anexo 13. Código fuente de modelado para la validación del paisaje

El presente código fuente detalla la estructura de la programación de la herramienta para la validación del paisaje, aplicado en este estudio.

```

# -*- coding: utf-8 -*-
# -----
# borrados.py
# Created on: 2017-09-10 21:42:58.00000
# (generated by ArcGIS/ModelBuilder)
# Description:
# -----
# Import arcpy module
import arcpy
# Check out any necessary licenses
arcpy.CheckOutExtension("3D")
arcpy.CheckOutExtension("spatial")
# Local variables:
curvas = "curvas"
veg = "Fragilidad intrinseca\\veg"
curvas_de_nivel = "Insumos\\curvas de nivel"
condicion_uso_shp = "C:\\...\\condicion_uso.shp"
capa_uso_shp = "C:\\...\\capa_uso.shp"
curvas_de_nivel__2_ = "Insumos\\curvas de nivel"
pt_observacion_shp = "C:\\...\\pt_observacion.shp"
tin = "C:\\...\\tin"
tin_raster = "C:\\...\\tin_raster"
orientacion = "C:\\...\\orientacion"
pendiente = "C:\\...\\pendiente"
Reclass_Slop1 = "C:\\...\\Reclass_pond1"
veg_PolygonToRaster = "C:\\...\\veg_PolygonToRaster"
Reclass_uso_2 = "C:\\...\\Reclass_veg_1"
Combine_Recl1 = "C:\\...\\Combine_Recl1"
fragil_poly_shp = "C:\\fragil_poly.shp"
v4234_shp__2_ = "C:\\...\\fragil_poly.shp"
frag_intre = "C:\\...\\frag_intre"
tin__2_ = "C:\\...\\tin"
tin_raster__2_ = "C:\\...\\tin_raster"
pendiente__2_ = "C:\\...\\pendiente"
Reclass_Slop1__2_ = "C:\\...\\Reclass_pond1"
frag_intre__3_ = "C:\\...\\frag_intre"
frag_intre__4_ = "C:\\...\\frag_intre"
Reclass_frag1 = "C:\\...\\Reclass_frag1"
Reclass_frag2 = "C:\\...\\Reclass_frag2"
calidad = "C:\\...\\calidad"

```

```

tin__3_ = "C:\\...\\tin"
tin_raster__3_ = "C:\\...\\tin_raster"
Viewshe_tin_3 = "C:\\...\\Viewshe_tin_3"
fragi_adqui = "C:\\...\\fragi_adqui"
fragilidad = "C:\\...\\fragilidad"
valoracion = "C:\\...\\valoracion"
# Process: Create TIN
arcpy.CreateTin_3d(tin, "PROJCS['Proyección
CRTM05',GEOGCS['GCS_WGS_1984',DATUM['D_WGS_1984',SPHEROID['WGS_1984',6378137.0
,298.257223563]],PRIMEM['Greenwich',0.0],UNIT['Degree',0.0174532925199433]],PROJECTIO
N['Transverse_Mercator'],PARAMETER['False_Easting',500000.0],PARAMETER['False_Northing',
0.0],PARAMETER['Central_Meridian',-
84.0],PARAMETER['Scale_Factor',0.9999],PARAMETER['Latitude_Of_Origin',0.0],UNIT['Meter',1
.0]]", "curvas Elevation Hard_Line<None>", "DELAUNAY")
# Process: TIN to Raster
arcpy.TinRaster_3d(tin, tin_raster, "FLOAT", "LINEAR", "OBSERVATIONS 250", "1")
# Process: Hillshade
arcpy.gp.HillShade_sa(tin_raster, orientacion, "270", "45", "NO_SHADOWS", "1")
# Process: Create TIN (3)
arcpy.CreateTin_3d(tin__3_, "PROJCS['Proyección
CRTM05',GEOGCS['GCS_WGS_1984',DATUM['D_WGS_1984',SPHEROID['WGS_1984',6378137.0
,298.257223563]],PRIMEM['Greenwich',0.0],UNIT['Degree',0.0174532925199433]],PROJECTIO
N['Transverse_Mercator'],PARAMETER['False_Easting',500000.0],PARAMETER['False_Northing',
0.0],PARAMETER['Central_Meridian',-
84.0],PARAMETER['Scale_Factor',0.9999],PARAMETER['Latitude_Of_Origin',0.0],UNIT['Meter',1
.0]]", ""Insumos\\curvas de nivel' Elevation Hard_Line<None>", "DELAUNAY")
# Process: TIN to Raster (3)
arcpy.TinRaster_3d(tin__3_, tin_raster__3_, "FLOAT", "LINEAR", "OBSERVATIONS 250", "1")
# Process: Viewshed
arcpy.Viewshed_3d(tin_raster__3_, pt_observacion_shp, Viewshe_tin_3, "1", "FLAT_EARTH",
"0,13", fragi_adqui)
# Process: Slope
arcpy.Slope_3d(tin_raster, pendiente, "PERCENT_RISE", "1")
# Process: Reclassify
arcpy.Reclassify_3d(pendiente, "Value", "", Reclass_Slop1, "DATA")
# Process: Polygon to Raster
arcpy.PolygonToRaster_conversion(veg, "tipo", veg_PolygonToRaster, "CELL_CENTER",
"NONE", "modelado\\intrinsic\\vegetacion")
# Process: Reclassify (2)
arcpy.Reclassify_3d(veg_PolygonToRaster, "VALUE", "", Reclass_uso_2, "DATA")
# Process: Combine

```



```

arcpy gp.Combine_sa("C:\\...\\Reclass_pond1;C:\\...\\Default.gdb\\Reclass_veg_1",
Combine_Recl1)
# Process: Raster to Polygon
arcpy.RasterToPolygon_conversion(Combine_Recl1, fragil_poly_shp, "SIMPLIFY", "VALUE")
# Process: Calculate Field
arcpy.CalculateField_management(fragil_poly_shp, "ID", "[GRIDCODE] + [GRIDCODE]", "VB", "")
# Process: Feature to Raster
arcpy.FeatureToRaster_conversion(v4234_shp__2_, "GRIDCODE", frag_intre,
"42,2706957406071")
# Process: Combine (3)
arcpy gp.Combine_sa("C:\\...\\frag_intre", fragildad)
# Process: Create TIN (2)
arcpy.CreateTin_3d(tin__2_, "PROJCS['Proyección
CRTM05',GEOGCS['GCS_WGS_1984',DATUM['D_WGS_1984',SPHEROID['WGS_1984',6378137.0
,298.257223563]],PRIMEM['Greenwich',0.0],UNIT['Degree',0.0174532925199433]],PROJECTIO
N['Transverse_Mercator'],PARAMETER['False_Easting',500000.0],PARAMETER['False_Northing',
0.0],PARAMETER['Central_Meridian',-
84.0],PARAMETER['Scale_Factor',0.9999],PARAMETER['Latitude_Of_Origin',0.0],UNIT['Meter',1
.0]]", "Insumos\\curvas de nivel' Elevation Hard_Line<None>", "DELAUNAY")
# Process: TIN to Raster (2)
arcpy.TinRaster_3d(tin__2_, tin_raster__2_, "FLOAT", "LINEAR", "OBSERVATIONS 250", "1")
# Process: Slope (2)
arcpy.Slope_3d(tin_raster__2_, pendiente__2_, "PERCENT_RISE", "1")
# Process: Reclassify (3)
arcpy.Reclassify_3d(pendiente__2_, "Value", "", Reclass_Slop1__2_, "DATA")
# Process: Feature to Raster (2)
arcpy.FeatureToRaster_conversion(condicion_uso_shp, "tipo", frag_intre__3_,
"42,3581335449219")
# Process: Reclassify (4)
arcpy.Reclassify_3d(frag_intre__3_, "VALUE", "", Reclass_frag1, "DATA")
# Process: Feature to Raster (3)
arcpy.FeatureToRaster_conversion(capa_uso_shp, "tipo", frag_intre__4_,
"42,3704926757813")
# Process: Reclassify (5)
arcpy.Reclassify_3d(frag_intre__4_, "VALUE", "", Reclass_frag2, "DATA")
# Process: Combine (2)
arcpy gp.Combine_sa("C:\\...\\Reclass_frag2", calidad)
# Process: Combine
arcpy gp.Combine_sa("C:\\...\\calidad", valoracion, "AND", "0,9")

```

